

**UM MODELO DE REFERÊNCIA PARA O PLANEJAMENTO DA
PRODUÇÃO EM UM ERP DE CÓDIGO ABERTO**

AILTON DA SILVA FERREIRA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UM MODELO DE REFERÊNCIA PARA O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO EM
UM ERP DE CÓDIGO ABERTO

AILTON DA SILVA FERREIRA

Dissertação apresentada ao Centro de
Ciência e Tecnologia da Universidade
Estadual do Norte Fluminense como parte
dos requisitos necessários para a obtenção
do título de Mestre em Engenharia de
Produção.

ORIENTADOR: PROF. RENATO DE CAMPOS
CO-ORIENTADOR: PROF. ROGÉRIO ATEM DE CARVALHO

CAMPOS DOS GOYTACAZES

SETEMBRO DE 2005

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCT / UENF

23/2006

Ferreira, Ailton da Silva

Um modelo de referência para o planejamento da produção em um ERP de código aberto / Ailton da Silva Ferreira – Campos dos Goytacazes, 2005.

xviii, 175f. : il.

Orientador: Renato de Campos.

Co-orientador: Rogério Atem de Carvalho

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) --
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia de
Produção. Campos dos Goytacazes, 2005.

Área de concentração: Gerência de produção

Bibliografia: f. 160-166

1. Planejamento e controle da produção 2. Enterprise Resource
Planning 3. ERP5 1. Universidade Estadual do Norte

UM MODELO DE REFERÊNCIA PARA O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO EM
UM ERP DE CÓDIGO ABERTO

AILTON DA SILVA FERREIRA

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CENTRO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE
FLUMINENSE COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada em 09 de SETEMBRO de 2005.

Comissão Examinadora:

Prof. Luis Enrique Valdiviezo, Dsc.- UENF

Prof. Geraldo Galdino de Paula Junior , D.Sc. - UENF

Prof. Rogério Atem de Carvalho, D.Sc. – CEFET/Campos

Prof. Renato de Campos, D.Sc. - UNESP

ORIENTADOR

Dedico este trabalho à minha mãe
pelo constante incentivo e à
memória de meu pai (Altair
Ferreira) (†).

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Renato Campos pela paciência e oportunidade de me desenvolver pessoalmente com a sua orientação.

Ao Prof. Rogério Atem de Carvalho pela sua co-orientação, essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Luis Antônio, Arica G. Morales, Luis Guilherme, André Policani, Luis Enrique Valdiviezo, Geraldo Galdino e Professora Gudelia G. Morales de Arica pelo incentivo e atenção.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense pela bolsa concedida durante esta pesquisa.

Aos parceiros Alander Ornellas, Luis Carlos Queiroz, André Velásquez e Rodrigo Resende que tanto me ajudaram, incentivaram e se dedicaram exaustivamente para a conclusão do meu trabalho, com revisões e até proposições. Demonstrando o valor da amizade. A estas pessoas especiais meus sinceros agradecimentos e que Deus os abençoe.

Aos amigos Luciano Saad, Gilberto Binoti e Frederico Saad pelo incentivo em todos os momentos da realização deste trabalho e aos amigos e graduados da UFF Erik Oliveira, Waidson Bitão Suet, Cristiano Marins, Denise Cristina, Sheila Canto Carvalho e Manaara Yack Cozendei, que estiveram sempre presentes em todos os momentos, elucidando minhas dúvidas e também pela atenção dispensada em todos os instantes de aflições e alegrias. A todos os funcionários que me apoiaram para que o ambiente fosse o melhor possível à realização desta dissertação, como nossos amigos Kátia, Gerson e Rogério.

À minha família (Maurina, Magali, Marlene, Mailza, Marli, Anai, Alailton, Alai), em especial à minha mãe (Maria Ricardina), e amigos de Itaperuna.

*A garantia de sermos derrotados ou vitoriosos
está em nossas mãos e em
nossas alianças*

SUN TZU

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA	III
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE QUADROS	XV
LISTA DE TABELAS	XVI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XVII
RESUMO	XIX
ABSTRACT	XX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 . CONTEXTO	1
1.2 . OBJETIVO	2
1.3 . MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVAS	3
1.4. MÉTODO DE PESQUISA	4
1.5. METODOLOGIA	6
1.6. LIMITES DO TRABALHO	8
1.7. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	8
2. O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO	10
2.1. HIERARQUIA DO PLANEJAMENTO	10
2.2. PLANEJAMENTO DE MATERIAIS	11
2.2.1. S&OP E PLANO AGREGADO DE PRODUÇÃO	11
2.2.2. PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO	16
2.2.3. PLANEJAMENTO DOS REQUISITOS DE MATERIAIS	17
2.2.4. PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO	19
2.3. PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE	21
2.4. SISTEMAS PARA O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO	23
2.4.1. TEORIA DAS RESTRIÇÕES	23
2.4.2. JUST IN TIME	28
3. SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO	33

3.1. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO _____	33
3.2. O SISTEMA MRP II _____	34
3.3. SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO _____	36
3.4. O SISTEMA ERP5 _____	40
3.4.1. O FRAMEWORK DO ERP5 _____	44
3.4.2 A INFRA-ESTRUTURA ZOPE _____	44
3.4.3. DESENVOLVIMENTO DE MÓDULOS DE SISTEMAS COM O ERP5 _____	46
4. MODELAGEM EMPRESARIAL _____	47
4.1. CONCEITOS DE ENGENHARIA DE SOFTWARE _____	47
4.2. MODELAGEM DE EMPRESAS _____	50
4.2.1. MODELOS DE REFERÊNCIA _____	51
4.2.2. VISTAS DE MODELAGEM DE EMPRESAS _____	51
4.2.3. METODOLOGIAS E ARQUITETURAS PARA A MODELAGEM DE EMPRESAS _____	52
4.3. A ARQUITETURA CIMOSA _____	53
4.3.1. A ESTRUTURA DE MODELAGEM _____	54
4.3.2. LINGUAGEM DE MODELAGEM _____	57
4.3.3. PROCESSO DE MODELAGEM CIMOSA _____	59
4.4. IDEF E SADT _____	61
4.4.1 SADT (STRUCTURED ANALYSIS AND DESIGN TECHNIQUE) _____	61
4.4.2. IDEF (ICAM DEFINITION METHOD) _____	63
4.5. MODELAGEM POR PROCESSOS DE NEGÓCIO _____	64
4.6. METODOLOGIA RÁPIDA DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE _____	66
4.7. A UML _____	70
4.7.1. DIAGRAMA DE CASOS DE USO _____	72
4.7.2. DIAGRAMA DE CLASSES _____	73
4.7.3. DIAGRAMAS DE INTERAÇÃO _____	73
4.7.4. DIAGRAMA DE ESTADOS _____	73
4.7.5. DIAGRAMA DE ATIVIDADES _____	73
4.7.6. DIAGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO _____	74
4.7.7. FERRAMENTAS CASE PARA MODELAGEM COM UML _____	74
4.7.8. EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DA UML PARA A MODELAGEM DE EMPRESAS _____	75
5. O MODELO PROPOSTO _____	77
5.1. DELIMITAÇÃO DO ESCOPO DO MODELO _____	77
5.2. ESCOLHA DA METODOLOGIA DE MODELAGEM _____	77

5.3. ESCOLHA DOS DIAGRAMAS DE LINGUAGEM DE MODELAGEM _____	79
5.4. ETAPAS DE MODELAGEM _____	79
5.5. A MODELAGEM DO PLANEJAMENTO AGREGADO _____	80
5.5.1. <i>ETAPA DE MODELAGEM DE PROCESSOS</i> _____	80
5.5.2. <i>MODELAGEM DE REQUISITOS</i> _____	88
5.5.3. <i>MODELO DE ANÁLISE E PROJETO</i> _____	96
5.6. MODELAGEM DO PLANEJAMENTO MESTRE _____	105
5.6.1. <i>ETAPA DE MODELAGEM DE PROCESSOS</i> _____	105
5.6.2. <i>MODELAGEM DE REQUISITOS</i> _____	113
5.6.3. <i>MODELO DE ANÁLISE E PROJETO</i> _____	121
5.7 A MODELAGEM DO MRP _____	129
5.7.1. <i>ETAPA DE MODELAGEM DE PROCESSOS</i> _____	130
5.7.2. <i>MODELAGEM DE REQUISITOS</i> _____	136
5.7.3. <i>MODELO DE ANÁLISE E PROJETO</i> _____	142
5.8. A MODELAGEM DE MÓDULOS ERP5 _____	150
5.8.1. <i>O PROJETO DE MODELAGEM HOT SPOT</i> _____	151
5.8.2. <i>A ASSOCIAÇÃO DO PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO AO MODELO ERP5</i> _____	152
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	156
6.1. <i>CONDICIONANTES E LIMITAÇÕES DO MÉTODO</i> _____	157
6.2. <i>RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</i> _____	158
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	160
ANEXOS _____	166
ANEXO A - <i>PASTAS DAS CLASSES DO ERP5</i> _____	166
ANEXO B - <i>MODELAGEM ORIENTADA A OBJETOS</i> _____	170

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Etapas do Trabalho _____	7
Figura 2.1: Hierarquia do Planejamento _____	12
Figura 2.2: S&OP no Processo de Planejamento Global _____	13
Figura 2.3: O Sistema MRP _____	19
Figura 2.4: Representação Esquemática do Gerenciamento _____	25
Figura 2.5: As Principais características do JIT _____	30
Figura 3.1: Abrangência do MRP e do MRP II _____	35
Figura 3.2: Sistema MRP II _____	37
Figura 3.3: Estrutura Conceitual dos Sistemas ERP _____	40
Figura 3.4: As Cinco Tecnologias Inovadoras do ERP5 _____	41
Figura 3.5: As Principais Classes do ERP5 _____	42
Figura 3.6: Framework do ERP5 _____	45
Figura 4.1: Limites da Análise de Requerimentos em Sistemas de Informação _____	49
Figura 4.2: Estrutura de Modelagem CIMOSA _____	55
Figura 4.3: Estrutura da arquitetura de CIMOSA _____	56
Figura 4.4: Principais Blocos e Elementos de Construção CIMOSA _____	58
Figura 4.5: Caixa ICOM _____	62
Figura 4.6: Visão Geral da MRDS _____	68
Figura 4.7: Diagrama de Classe do APPCS _____	75
Figura 5.1: Escopo do Modelo de Referência _____	78
Figura 5.2: Principais domínios relacionados com o domínio do P.A. _____	80
Figura 5.3: Processo do P.A. _____	81
Figura 5.4: Atividade de analisar dados do P.A. _____	82
Figura 5.5: Atividade de elaborar propostas de planos do P.A. _____	83
Figura 5.6: Atividade de planejar capacidade das propostas do P.A. _____	84

Figura 5.7: Atividade de planejar capacidade financeira do P.A. _____	85
Figura 5.8: Atividade de decidir melhor plano para o P.A. _____	87
Figura 5.9: Casos de Uso do P.A. _____	89
Figura 5.10: Diagrama de atividade para analisar dados do P.A. _____	93
Figura 5.11: Diagrama de atividade para elaborar propostas do P.A. _____	94
Figura 5.12: Diagrama de atividade de capacidade das propostas do P.A. _____	94
Figura 5.13: Diagrama de atividade de capacidade financeira do P.A. _____	95
Figura 5.14: Diagrama de atividade para decidir melhor plano do P.A. _____	95
Figura 5.15: Diagrama de classe do P.A. _____	98
Figura 5.16: Diagrama de sequência de analisar dados do P.A. _____	99
Figura 5.17: Diagrama de sequência de elaborar propostas do P.A. _____	99
Figura 5.18: Diagrama de sequência de capacidade das propostas do P.A. _____	100
Figura 5.19: Diagrama de sequência de capacidade financeira do P.A. _____	100
Figura 5.20: Diagrama de sequência de decidir melhor plano do P.A. _____	101
Figura 5.21: Diagrama de estado de analisar dados do P.A. _____	101
Figura 5.22: Diagrama de estado de elaborar propostas do P.A. _____	102
Figura 5.23: Diagrama de estado de capacidade das propostas do P.A. _____	102
Figura 5.24: Diagrama de estado de capacidade financeira do P.A. _____	103
Figura 5.25: Diagrama de estado de decidir melhor plano do P.A. _____	103
Figura 5.26: Protótipo do P.A. _____	104
Figura 5.27: Esquema ilustrando os principais fluxos de informações do P.M. _____	105
Figura 5.28: Processo do P.M. _____	106
Figura 5.29: Atividade de analisar dados do P.M. _____	107
Figura 5.30: Atividade de elaborar propostas de planos do P.M. _____	108
Figura 5.31: Atividade de planejar capacidade para propostas do P.M. _____	110
Figura 5.32: Atividade de planejar capacidade financeira do P.M. _____	111
Figura 5.33: Atividade de decidir melhor plano do P.M. _____	112

Figura 5.34: Casos de Uso do P.M.	114
Figura 5.35: Diagrama de atividade de analisar dados do P.M.	118
Figura 5.36: Diagrama de atividade de elaborar propostas do P.M.	119
Figura 5.37: Diagrama de atividade de capacidade das propostas do P.M.	119
Figura 5.38: Diagrama de atividade de capacidade financeira de P.M.	120
Figura 5.39: Diagrama de atividade de decidir melhor plano do P.M.	120
Figura 5.40: Diagrama de classe do P.M.	123
Figura 5.41: Diagrama de sequência de analisar dados do P.M.	124
Figura 5.42: Diagrama de sequência de elaborar propostas do P.M.	124
Figura 5.43: Diagrama de sequência de capacidade das propostas do P.M.	125
Figura 5.44: Diagrama de sequência de capacidade financeira do P.M.	125
Figura 5.45: Diagrama de sequência de decidir melhor plano do P.M.	126
Figura 5.46: Diagrama de estado de analisar dados do P.M.	126
Figura 5.47: Diagrama de estado de elaborar propostas do P.M.	127
Figura 5.48: Diagrama de estado de capacidade das propostas do P.M.	127
Figura 5.49: Diagrama de estado de capacidade financeira do P.M.	128
Figura 5.50: Diagrama de estado de decidir melhor plano do P.M.	128
Figura 5.51: Protótipo do P.M.	129
Figura 5.52: Esquema ilustrando as principais trocas de informações do MRP	130
Figura 5.53: Processo do MRP	131
Figura 5.54: Atividade de analisar dados do MRP	132
Figura 5.55: Atividade de elaborar propostas de planos do MRP	133
Figura 5.56: Atividade de planejar capacidade das propostas do MRP	134
Figura 5.57: Atividade de decidir melhor plano do MRP	135
Figura 5.58: Casos de uso do MRP	136
Figura 5.59: Diagrama de atividade de analisar dados do MRP	140
Figura 5.60: Diagrama de atividade elaborar propostas do MRP	140

Figura 5.61: Diagrama de atividade de capacidade das propostas do MRP _____	141
Figura 5.62: Diagrama de atividade de decidir melhor plano do MRP _____	143
Figura 5.63: Diagrama de classe do MRP _____	144
Figura 5.64: Diagrama de sequência de analisar dados do MRP _____	145
Figura 5.65: Diagrama de sequência de elaborar propostas do MRP _____	145
Figura 5.66: Diagrama de sequência de capacidade das propostas do MRP _____	146
Figura 5.67: Diagrama de sequência de decidir melhor plano do MRP _____	146
Figura 5.68: Diagrama de estados de analisar dados do MRP _____	147
Figura 5.69: Diagrama de estados de elaborar propostas do MRP _____	147
Figura 5.70: Diagrama de estados de capacidade das propostas do MRP _____	148
Figura 5.71: Diagrama de estados de decidir melhor plano do MRP _____	148
Figura 5.72: Protótipo do MRP _____	149
Figura 5.73: As etapas do projeto dirigido a <i>hot spots</i> para desenvolvimento de <i>framework</i> 152	
Figura 5.74: <i>Framework para o modulo de Planejamento da Produção do ERP5</i> _____	155
Figura C.1: Exemplo de Classe _____	171

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Evolução das aplicações empresariais _____	39
Quadro 4.1: Classificação dos processos de negócios _____	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1:UC Analisar dados do P.A. _____	89
Tabela 5.2:UC Elaborar as Propostas do P.A. _____	90
Tabela 5.3: UC Planejar a capacidade das propostas para o P.A. _____	91
Tabela 5.4: UC Planejar a capacidade financeira para o P.A. _____	92
Tabela 5.5: UC Decidir melhor plano do P.A. _____	92
Tabela 5.6:UC Analisar dados de P.M. _____	114
Tabela 5.7:UC Elaborar as propostas do P.M. _____	115
Tabela 5.8: UC Planejar a capacidade das propostas para o P.M. _____	115
Tabela 5.9: UC Planejar a capacidade financeira para o P.M. _____	116
Tabela 5.10:UC Decidir melhor plano do P.M. _____	116
Tabela 5.11:UC Analisar dados do MRP _____	127
Tabela 5.12:UC Elaborar as Propostas do MRP _____	127
Tabela 5.13:UC Planejar a capacidade das propostas para o MRP _____	128
Tabela 5.14:UC Decidir melhor plano do MRP _____	127

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARIS – *Architecture for Information Systems*

BOM- *BILL of Materials*

CIMOSA – *CIM Open Systems Architecture*

CRP – *Capacity Requirements Planning*

DRP – *Distribuição Física*

EDI – *Eletronic Data Interchange*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

GERAM – *Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology*

GP – *Gestão da Produção*

IDEF – **ICAM** *Definition Method*

JIT – *Just in Time*

MDI – *Modelo de Descrição de Implementação*

MEP – *Modelo de Especificação de Projeto*

MDR – *Modelo de Definição de Requisitos*

MPS – *Master Production Scheduling*

MRP I – *Planejamento dos Requisitos de Materiais*

MRP II – *Planejamento dos Recursos da Manufatura*

MRDS – *Metodologia de Rápido Desenvolvimento de Software*

OMT – *Object Modeling Technique*

OOSE – *Object Oriented Software Engineering*

OPT – *Optimized Production Technology*

P.A. – *Planejamento Agregado*

PERA – *Purdue Enterprise Reference Architecture*

PME – *Pequenas e Médias Empresas*

P.M. – *Planejamento Mestre*

PMP – Planejamento Mestre da Produção

PP – Planejamento da Produção

PUR – Controle de Compras

RCCP – *Rough Cut Capacity Planning*

RRP – *Resource Requirements Planning*

S&OP – *Sales & Operations Planning*

SFC – *Shop Floor Control*

TI – Tecnologia da Informação

TOC – *Theory of Constraints*

UC - *Use Case*

UML – *Unified Modeling Language*

URL – *Universal Resource Locator*

WIP – *Work in Process*

RESUMO

FERREIRA, Ailton da Silva. **Um modelo de referência para o planejamento da produção em um ERP de código aberto.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências: área de Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UENF, Campos dos Goytacazes - RJ.

A necessidade das empresas serem mais competitivas passa pelo melhor conhecimento da sua própria realidade e da utilização de técnicas e ferramentas para a tomada de decisão e para o projeto de sistemas de empresa, mais adequadas e confiáveis. A dissertação tem por objetivo propor um modelo de referência para o módulo de planejamento da produção de um sistema integrado de gestão da produção e de código aberto. A dissertação enfatiza a importância da definição de metodologias e linguagens de modelagem. E em específico a utilização de modelos de referência para o desenvolvimento de sistemas integrados de gestão. Assim, inicialmente, contextualiza conceitos de planejamento da produção voltados para a tomada de decisão nas empresas. Conseqüentemente passa-se a tecer a importância dos sistemas integrados de gestão para as empresas, e a enfatizar a possibilidade da utilização de sistemas de gestão empresarial de código aberto, mais precisamente no sistema ERP5. Ainda, são apresentadas metodologias e linguagens de modelagens de empresas e de software, bem como as principais técnicas a serem adotadas para a geração de modelos de referência. Por fim, baseado na Metodologia de Desenvolvimento Rápido de Software e na linguagem UML, são propostos modelos de referência para o planejamento agregado, planejamento mestre da produção, planejamento dos recursos materiais, e meios para que o modelo de referência seja aplicado ao ERP5.

ABSTRACT

FERREIRA, Ailton da Silva. A model of reference for the module of the production planning in one ERP of the open code. Dissertation (Master's degree in Production Engineering) – Graduate program in Industrial Engineering. UENF, Campos dos Goytacazes - RJ.

The necessity of the companies of being more competitive ,goes trough the a knowledgement of its own reality and the use of techniques and tools for decision making and for designing company systems, more adequaty and trusty. This dissertation APMS to propose a reference of model for the production planning module free ERP system. This dissertation emphasizes the importance of the definition of methodologies and modeling languages, In specific, the utilization of reference models for the development integrate of systems management. This way, to start with, contextualizes concepts of production planning directed to the decision making at the companies. Consequently, it starts showing the importance of ERP for the companies and to emphasize the possibility of the utilization of systems of open source ERP systems, more precisely the ERP5. Yet, methodologies and modeling languages enterprises and software are presented, as well the main techniques to be adapted for the generation of reference models . Finally, based on the methodology of fast development of software and in the UML language, models of reference are proposed for the aggregate planning, master production schedule and material resources planning, so that reference models can be applied to the ERP5.

“A estratégia é a busca de um caminho ideal.”

RAIMAR RICHER

1. INTRODUÇÃO

1.1 . Contexto

As organizações, atualmente devem ficar atentas para acompanhar os avanços do mercado, num cenário cada vez mais competitivo. A rapidez com que as mudanças no ambiente externo afetam as empresas requer o desenvolvimento de eficientes estratégias de aquisição de informações internas e externas, de modo a aumentar a eficácia organizacional em relação ao meio o qual a empresa se insere.

Entender a organização passa a ser um aspecto importante para a maior competitividade das empresas, porque muitos problemas na definição das estratégias podem ocorrer devido ao pouco conhecimento das suas próprias atividades.

Modelar a organização, portanto, permite não só entender melhor seus requisitos de gestão que interferirão em seus sistemas, mas também identificar alternativas viáveis para os vários processos da organização de forma a trazer um referencial competitivo para a tomada de decisões, permitindo estudar a melhor utilização do seu potencial industrial, como forma de obter respostas mais eficazes às pressões existentes no mercado (ALENCAR apud PÁDUA e CAZARINI, 2002).

A utilização de Sistemas Integrados de Gestão (também chamados de *ERP's - Enterprise Resources Planning*) pode proporcionar um maior grau de competitividade às empresas, desde que o seu desenvolvimento e/ou implantação

satisfaça de forma adequada aos reais requisitos e necessidades para apoio aos processos das empresas.

Para o apoio aos processos de planejamento da produção de uma empresa, existem vários *softwares* já conhecidos no mundo, porém os mesmos devem ser adquiridos através do desembolso de considerável valor financeiro. *ERP's* livres e de código aberto podem ser uma alternativa viável principalmente para Pequenas e Médias Empresas (PMEs).

O projeto *ERP5* tem como objetivo desenvolver um sistema de *ERP* livre e de código aberto tendo como base a plataforma ZOPE. Porém, para o desenvolvimento e implantação desse tipo de sistema tornar-se indispensável uma perfeita documentação dos processos de empresas que serão apoiados, assim como a documentação das informações relativas. A documentação pode ser a base para a geração de novos códigos.

Neste sentido, surge a seguinte questão: como documentar de forma satisfatória os processos, informações e componentes de software de modo a facilitar a implementação e/ou alteração dos módulos dos *ERP's*?

1.2 . Objetivo

O objetivo desta dissertação é desenvolver um modelo de referência conceitual, tendo como domínio a área de planejamento da produção (PP), de forma a “mapear” e documentar (ou seja, modelar) os processos e informações, os quais podem servir de base para o desenvolvimento de novos códigos de *ERP*. Isso deve facilitar a implementação dos processos e informações típicas desta área (PP) dentro de uma empresa.

Espera-se com este trabalho obter um modelo de referência conceitual em *UML* para o módulo de PP do *ERP5*, bem como para o desenvolvimento de outros projetos futuros que precisem de uma referência de modelagem na área de PP, principalmente para as PMEs.

1.3 . Motivação e Justificativas

Como relatado anteriormente, uma das opções para que as empresas possam programar seus recursos e obter um melhor planejamento de seus processos é a implementação de sistemas de integrados de gestão (ou *ERP's*), que podem auxiliar o planejamento dos recursos materiais e humanos da empresa.

Porém, o preço desses sistemas pode ser um empecilho para as pequenas e médias empresas. Também, as adequações dos módulos dos *ERP's* conforme as características de cada organização pode se tornar importante para a competitividade, mas os sistemas de software fechados fazem com que as empresas dependam do pagamento de serviços aos desenvolvedores, proprietários do sistema, para que sejam feitas adaptações. O software livre e aberto pode ser uma alternativa para que pequenas e médias empresas possam diminuir seus custos; por exemplo, utilizando-se de *ERP's* livres e de código aberto.

Outra vantagem é a possibilidade de adaptação do *software*, permitindo aos próprios usuários ajustarem processos ou módulos do sistema à realidade de sua organização através da alteração do código aberto, sem ficarem dependentes dos desenvolvedores proprietários de códigos fechados. Porém, é necessário suporte na forma de conhecimentos e ferramentas de apoio para essas atividades.

Assim, existem algumas dificuldades para a adoção na prática desses *ERP's*, quando se relaciona a geração de códigos e a implantação desses sistemas na empresa. Essas dificuldades vêm sendo tratadas no projeto *ERP5* (CARVALHO, 2003), sendo que uma das propostas é a utilização de modelos de referência, já que a documentação e o bom entendimento dos processos de negócios e do fluxo de informações, os quais foram considerados quando da definição de requisitos e geração dos códigos originais do *ERP*, são essenciais para facilitar a inclusão de requisitos particulares de uma empresa, e conseqüentemente, para a alteração dos códigos relativos.

Um modelo de referência deve conter um determinado grau de generalidade e ser customizável. Um modelo de referência deve servir de base para discussão, uma sugestão formal ou semiformal para a elaboração de modelos específicos (ou particulares), trazendo informações referentes ao projeto de um processo de negócio.

Assim para se modelar os processos de uma organização faz-se necessário escolher metodologias e ferramentas compatíveis. A metodologia de modelagem será baseada na Metodologia Rápida de Desenvolvimento de *Software* (MRDS), pois se apresentou adequada e suficiente para o propósito deste trabalho. A linguagem de modelagem adotada foi a *UML*, por se compatível com a *MRDS* e por ser uma linguagem que a cada dia vem sendo aceita universalmente, além de valer-se de todas as vantagens da técnica de orientação a objetos.

Existe uma tendência mundial e brasileira, tanto da iniciativa privada como do governo, no que tange a adoção do software livre, pois poderia diminuir a dependência de sistemas computacionais que são licenciados por empresas com fins lucrativos, na sua maioria internacionais. Este trabalho pode contribuir para facilitar a adoção de sistemas de suporte a gestão a um baixo custo, e agregar valor aos negócios que poderão dar maior competitividade às PME's (Pequenas e Médias Empresas).

1.4. Método de pesquisa

O método em si é um conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo e traçar o caminho a ser seguido, além de detectar erros e auxiliar nas decisões do cientista (LAKATOS & MARCONI, 1991).

Já o método científico é o conjunto de processos ou operações mentais que se deve empregar na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa. Os métodos que fornecem as bases lógicas à investigação.

Segundo Gil (1998), entre os possíveis métodos de procedimentos podemos enfatizar as seguintes definições:

- Pesquisa Bibliográfica: é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos;
- Pesquisa Documental: assemelha-se à pesquisa bibliográfica, no entanto a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda tratamento analítico, tais como arquivos de órgãos públicos e instituições privadas;
- Pesquisa Experimental: consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que se deseja conhecer;
- Estudo de caso: é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

O método adotado foi a pesquisa bibliográfica, visto que ela é desenvolvida a partir de trabalhos anteriores, como dissertações, artigos e principalmente livros sobre o assunto tratado.

O método de pesquisa, também pode ser classificado quanto ao seu objetivo, sendo dividida em três grupos (GIL, 1998):

- *Pesquisas Exploratórias*: têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito ou construir hipóteses.
- *Pesquisas Descritivas*: têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno, podendo também estabelecer relações entre variáveis.
- *Pesquisas Explicativas*: têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

Segundo Cervo & Bervian (1983) em casos em que o tema é pouco estudado na literatura, a pesquisa mais indicada é a exploratória. Considerando que o tema deste trabalho é recente e ainda pouco estudado, esta será a metodologia de pesquisa a adotada para o desenvolvimento desta dissertação.

Ainda sobre a pesquisa pode-se considerar que ela foi realizada com base no raciocínio dedutivo que tem o objetivo de explicar o conteúdo de premissas por intermédio de uma cadeia de raciocínio em ordem descendente, de análise do geral para o particular, chegando a uma conclusão ou propostas. A pesquisa foi realizada quanto aos fins de forma metodológica, pois será pertinente a instrumentos de captação e criação de um modelo para descobrir a realidade de um contexto.

1.5. Metodologia

A metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho foi dividida nas oito etapas seqüenciais abaixo. A figura 1.1 ilustra essa seqüência.

1. *Estudo das características de ERP's e do ERP5: são estudados conceitos gerais de ERP's e do ERP5, e em específico o modelo abstrato de gerenciamento de negócios do ERP5.*
2. *Estudo das funções de Planejamento da Produção: abordagem de conceitos de funções de hierarquia típica de planejamento da produção, devendo considerar as decisões a longo prazo, até decisões em curto prazo.*
3. *Estudo da área de Modelagem de Negócios e Engenharia de Software: levantamento de conceitos, linguagens e metodologias de modelagem de processos de negócios e modelagem de negócios como a orientação a objeto e a utilização da engenharia de software.*
4. *Definição do escopo e dos requisitos do modelo de referência: de modo a determinar o escopo, ou limites do modelo de referência sendo consideradas as atividades do PP.*
5. *Escolha do método de modelagem: esta etapa define o método de modelagem a ser utilizado a fim de melhor atender o objetivo do trabalho.*
6. *Escolha da linguagem de modelagem: considerando as características das linguagens estudadas, definir uma linguagem de modelagem, no sentido de prover facilidades no entendimento e na*

visualização dos modelos, ou seja, o pleno entendimento das funções de um sistema.

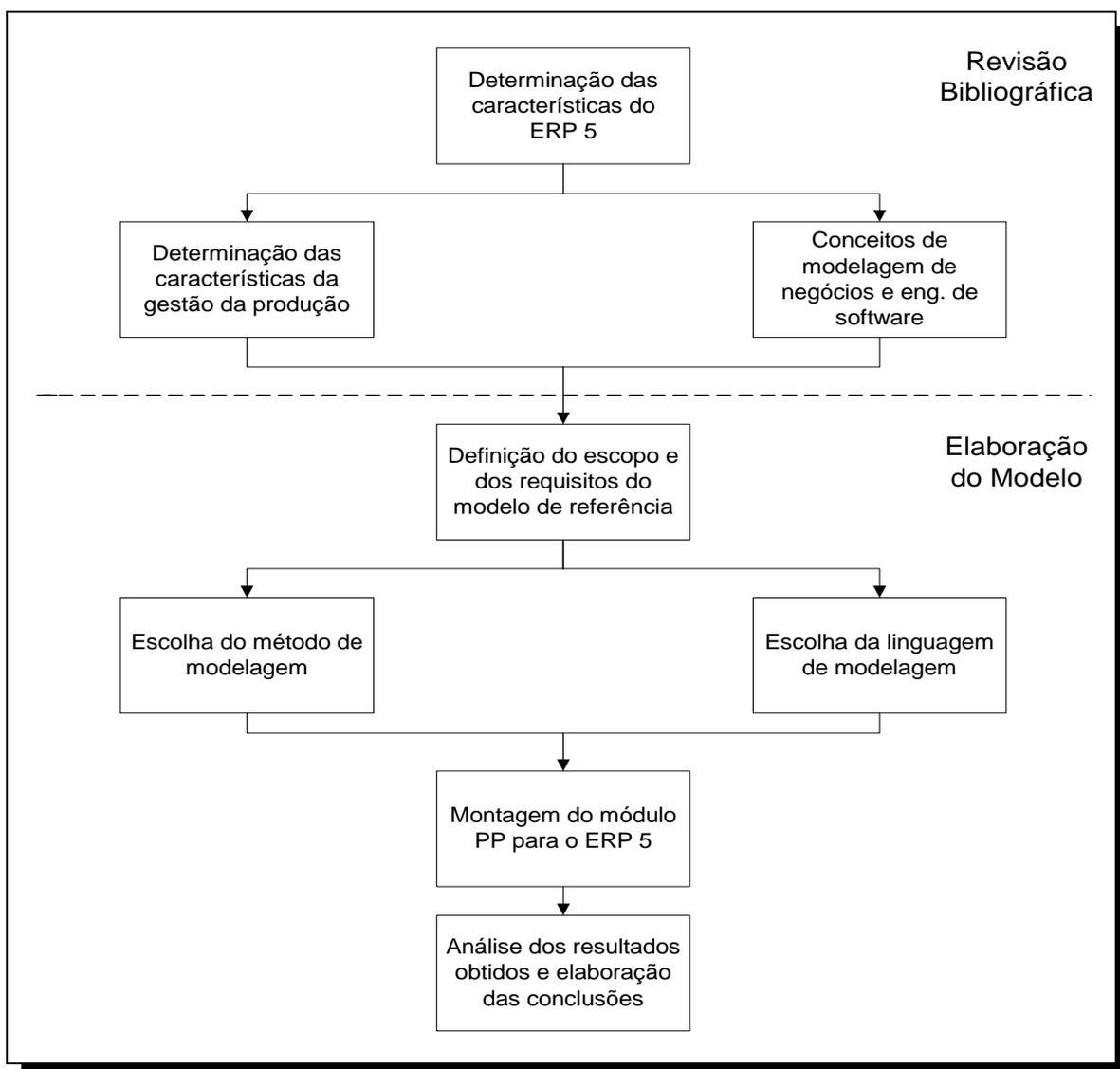


Figura 1.1: Etapas do trabalho.

7. *Desenvolvimento do Modelo de Referência:* a partir da metodologia e linguagem definidas, desenvolver, baseado na teoria sobre o PP, modelos para o desenvolvimento de um módulo de PP no *ERP5*.
8. *Análise dos resultados obtidos e elaboração de conclusões:* nesta etapa final, serão discutidos os resultados apresentados nas fases anteriores, bem como as conclusões obtidas e sugestões para trabalhos futuros.

1.6. Limites do Trabalho

Em um *ERP* existem vários módulos suportando vários processos. No modelo apresentado neste trabalho o número e a abrangência dos processos a serem abordados devem ser delimitados, por ser impossível discorrer sobre todas as variáveis e parâmetros envolvidos nos processos decisórios presentes no gerenciamento da gestão da produção, dada as especificidades de cada empresa em particular.

Neste sentido serão abordados dentro do PP os processos de: planejamento agregado da produção (PA); o planejamento mestre da produção (PM); e o planejamento dos recursos de materiais (MRP). Não será abordada de maneira explícita a programação da produção de curtíssimo prazo.

Não serão considerados para o suporte das decisões, modelos matemáticos ou relativos à inteligência artificial, ou mesmo oriundos da Teoria das Restrições, sendo o trabalho restrito ao modelo de processo e informações. Deve-se salientar também que não serão contemplados todos os conceitos do *ERP5*, pois vislumbra-se a criação do modelo genérico, para posteriormente adaptar os mesmos ao *ERP5*.

O modelo final proposto é baseado na teoria sobre PP, através de uma revisão bibliográfica, apresentando um caráter predominantemente em nível conceitual. Isto é, seria necessário o trabalho de um especialista no projeto de *software* para incorporar ao modelo, por exemplo, classes de objetos que contemplem questões tecnológicas para implementação em dado sistema ou plataforma computacional.

Por último, o trabalho proposto é limitado às condicionantes tecnológicas empregadas no processo de modelagem e análise do sistema integrado de gestão. Itens atrelados à escolha do método utilizado, do tipo de ferramenta, etc.

1.7. Estrutura da Dissertação

O trabalho a ser apresentado está organizado e disposto da seguinte forma:

Capítulo 1 - Introdução: vem apresentar os aspectos relevantes inerentes ao trabalho, sua motivação e os objetivos a serem atingidos;

Capítulo 2 - O Planejamento da Produção: apresenta os principais conceitos inerentes ao planejamento da produção, além de suas principais técnicas e ferramentas. Serão levantados também os conceitos de hierarquia do planejamento da produção, definindo o escopo dos processos e informações a serem modelados;

Capítulo 3 - Sistemas Integrados de Gestão: apresenta os conceitos inerentes aos sistemas integrados de gestão em seus diversos níveis, incluindo os sistemas MRP I, MRP II e *ERP*. Apresentará, também, o *ERP5*, que será a plataforma utilizada para a implementação do modelo de referência.

Capítulo 4 – Modelagem Empresarial: aborda conceitos de engenharia de software e conceitos importantes de modelagem de empresas, incluindo linguagens, metodologias e ferramentas de modelagem de empresas, com ênfase na metodologia *CIMOSA* e *IDEF*, além de abordar a modelagem de processos de negócios e a *UML*.

Capítulo 5 - O Modelo Proposto: com base nos conceitos apresentados nos capítulos anteriores é apresentado o modelo proposto e são indicados os caminhos para se gerar o módulo de PP no *ERP5*.

Capítulo 6 - Conclusão: reapresenta os objetivos pretendidos, apresenta os objetivos alcançados e sugestões de melhoria do modelo proposto e de futuros desenvolvimentos a partir deste trabalho;

“Já disse, numa expressão feliz, que a contribuição brasileira para civilização será a cordialidade.”

SÉRGIO BUARQUE DE HOLANDA

2. O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

2.1. Hierarquia do Planejamento

A necessidade de se planejar algo se deve ao fato de existir uma inércia natural intrínseca ao processo decisório. Essa inércia significa o tempo que necessariamente tem de decorrer desde a tomada de uma decisão até o surgimento de seu efeito (ORNELLAS, 2005).

Sendo assim o planejamento pode vislumbrar um estudo do sistema produtivo de forma a atender a demanda (que pode ter características contínuas ou sazonais) mantendo o estoque de produtos no nível ótimo, viabilizando a equalização entre a oferta e a procura dentro de um sistema comercial ou produtivo, direcionando a empresa ao cumprimento de suas metas.

Tubino (1997) entende que após serem definidas as metas e estratégias de um sistema produtivo faz-se necessário formular planos para atingi-las, de forma a administrar os recursos humanos e físicos, permitindo a racionalização dos mesmos ou corrigir os prováveis desvios.

Já Gershwin e Saad (Apud CAMPOS, 1998) afirmam que uma hierarquia de planejamento deve considerar desde decisões de longo prazo até decisões de curto prazo. Assim os interesses e necessidades são diferentes em cada nível hierárquico de tomada de decisões, tanto em função da natureza da decisão (estratégico, tático e operacional), quanto ao tempo de planejamento (longo, médio e curto prazo).

Para Corrêa et al. (2000) a decomposição hierárquica da função do planejamento e programação da produção parte da compreensão dos conceitos básicos relacionados com os níveis de programação do sistema MRPII, ou seja:

- Planejamento de Vendas e Operações ou S&OP (*Sales & Operations Planning*);
- Planejamento Mestre da Produção ou MPS (*Master Production Scheduling*);
- Planejamento dos Requisitos de Materiais ou MRP (*Material Requirements Planning*);
- Programação da Produção.

A figura 2.1 apresenta como exemplo uma hierarquia de planejamento de uma empresa relacionando o planejamento da capacidade de seus recursos com o planejamento das necessidades de seus materiais. A seguir serão detalhadas as funções envolvidas no planejamento de materiais e no planejamento da capacidade.

2.2. Planejamento de Materiais

Baseado em Corrêa et al. (2000), considera-se que o planejamento de materiais é constituído pelo S&OP (que inclui o planejamento agregado da produção), o plano mestre da produção, o planejamento de requisitos de materiais e a programação da produção.

2.2.1. S&OP e Plano Agregado de Produção

O planejamento integrado de vendas e operações visa harmonizar o processo entre a demanda de mercado e os recursos disponíveis, podendo resolver os conflitos funcionais, integrando todas as funções, visando o desenvolvimento institucional dentro de diretrizes únicas.

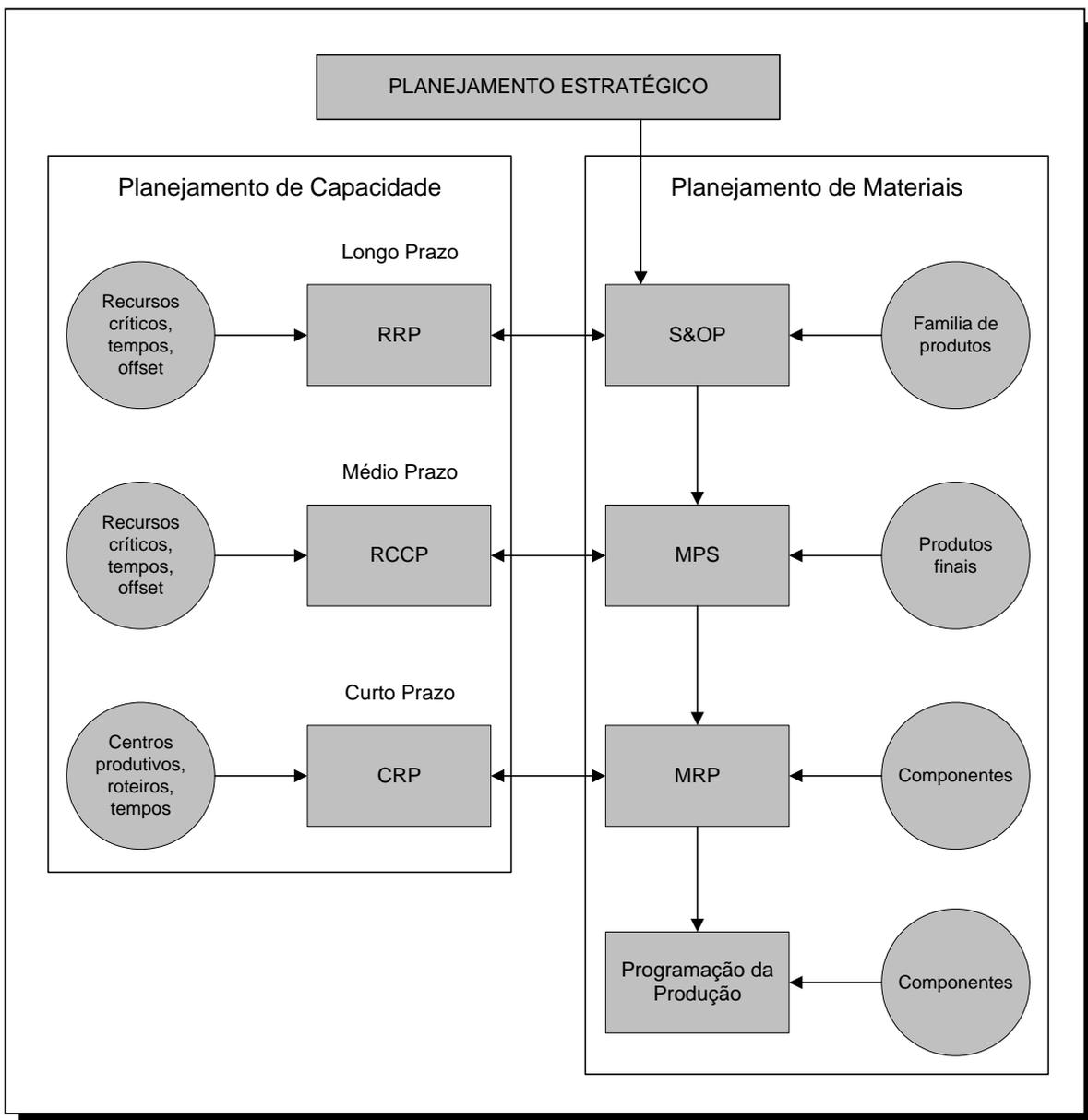


Figura 2.1: Hierarquia do planejamento, programação e controle da produção. Adaptado de Corrêa (2000).

É importante entender que o *S&OP* fornece o alinhamento integrado entre os diversos planos corporativos e gera os seguintes benefícios: gerenciamento global de custo, melhoria de nível do serviço ao cliente, redução de ordens em atraso, melhoria da comunicação inter-operacional, fortalecimento empresarial por uma melhor visão global da organização, e segurança nos objetivos da organização (BERTAGLIA, 2003).

Corrêa et al. (2000) entendem que o *S&OP* é um processo que envolve a alta gerência tratando de decisões de longo prazo envolvendo a integração entre vários setores da empresa como manufatura, finanças, engenharia do produto, logística e marketing. Esta integração pode ser visualizada na figura 2.2 que apresenta uma estrutura do *S&OP* no processo de planejamento global da empresa envolvendo o plano agregado de vendas, o plano financeiro, o plano de desenvolvimento de novos produtos e o plano de produção agregado; garantindo que essas áreas tenham coerência em suas decisões.

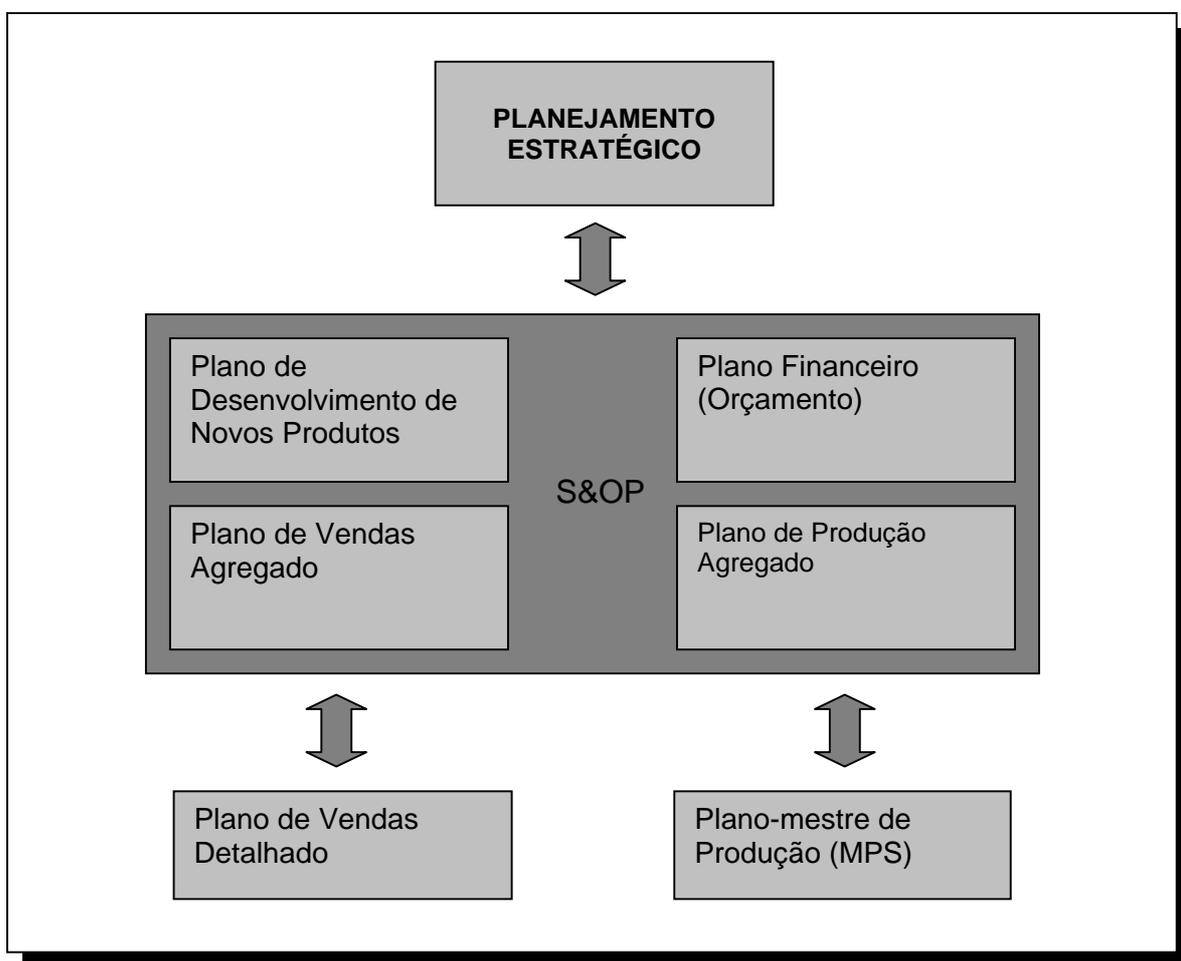


Figura 2.2: *S&OP* no Processo de Planejamento Global. Adaptado de Corrêa (2000).

Assim pode-se contextualizar o planejamento de vendas e operações dentro de um estudo da hierarquia de planejamento da empresa mostrando que a visão corporativa deve contemplar diferentes interesses no processo de tomada de decisão.

Já o Planejamento Agregado da Produção (PA) para Campos (1998) é uma atividade elaborada entre o setor comercial, setor de produção, compras e direção da empresa. As atividades deste planejamento são “agregadas” no sentido de que não se concentram na particularização dos bens e serviços, mas sim na aglomeração homogênea (família ou pseudofamílias) em um objetivo comum de atendimento da demanda.

As famílias de produtos são grupos de produtos que possuem similaridades de projeto e equipamentos e em recursos materiais, dentro de um ou mais setores produtivos (BERTAGLIA, 2003).

O PA segundo Goulart (2000) consiste no estabelecimento dos níveis de produção e capacidade para um período de médio e longo prazo, sendo que nesse nível de planejamento, uma macro-comparação da carga de trabalho com a capacidade permite antecipar a tomada de decisões.

Outra característica do PA é definida por Pires (1995) que vem a enfatizar que o controle do planejamento é realizado por meio de ajustes de cadência de produção, da disponibilidade de mão-de-obra, estoques e outras variáveis em um horizonte de Longo Prazo.

Cada estratégia do PA pode proporcionar à organização uma flexibilidade diferente como resposta às incertezas das demandas. Sendo assim, as estratégias do plano agregado são essenciais aos planejadores na tomada de decisões. Tais estratégias são enunciadas por Monks (1987):

- Aceite de pedidos para tempos futuros;
- Variação de tamanho de equipe de trabalho;
- Tempo ocioso e extra;
- Variação dos pedidos para atendimento futuro;
- Subcontratação.

Portanto, é importante que as diretrizes e objetivos do PA estejam alinhados aos objetivos e diretrizes da empresa.

As diretrizes do PA salientam a necessidade de uma boa política bem definida para atender às oscilações da demanda, para a importância de uma boa

previsão e para a convergência do planejamento. As diretrizes do PA segundo (HEIZER e REDER, 2001) são:

1. Determine a política da empresa com relação as variáveis controláveis;
2. Use uma boa previsão de demanda com base para planejamento;
3. Planeje unidades adequadas de capacidade;
4. Mantenha estável a equipe de trabalho;
5. Mantenha o controle necessário dos estoques;
6. Mantenha a flexibilidade para mudar;
7. Reaja à demanda de modo controlado;
8. Avalie o planejamento numa base regular.

O objetivo do PA é minimizar o custo durante o período de planejamento, vinculando as estratégias da empresa aos planos de produção, tendo como um de seus pontos principais um modelo que combine as previsões e custos, de modo que as decisões de programação possam ser feitas para o período de planejamento (MONKS, 1987).

Para a formação do modelo deve-se utilizar métodos que estruturam a programação agregada. Os principais métodos de estruturação do PA são (HEIZER e REDER, 2001):

- Métodos gráficos e diagramáticos: são abordagens que trabalham com poucas variáveis, se caracterizando por abordagens de tentativa e erro que não garantem um plano de produção ótimo;
- Abordagens matemáticas de planejamento: os modelos matemáticos tentam refinar ou aperfeiçoar as abordagens de tentativas e erros.

Constata-se que as previsões de longo prazo são um dos aspectos principais na constituição de um planejamento agregado. Elas ajudam os gerentes a lidar em com questões de capacidade que produtividade e são de responsabilidade da alta administração.

As decisões de programação agregada tratam do problema do ajuste da produtividade à demanda flutuante, podendo servir de entrada para outros planejamentos, como é o caso do planejamento mestre.

Para Campos (1998) as particularidades de cada indústria tais como previsibilidade e repetitividade da demanda são pontos que fazem com que o plano agregado muitas vezes não precise ser executado, sendo suficiente iniciar o planejamento da empresa pelo programa mestre de produção.

2.2.2. Plano Mestre de Produção

Em um ambiente de fabricação, o processo de fragmentar os planos mais estratégicos em planos mais detalhados é denominado de desagregação. Intrinsecamente o PA consiste no estabelecimento do planejamento das famílias de produtos, de forma que é necessário desagregar o planejamento agregado em planos mais detalhados para uma maior objetividade dos mesmos (CORRÊA et al., 2000).

O plano mestre vem concretizar o PA, convergindo sua execução em necessidades específicas de material e capacidade (mão-de-obra e equipamento) para cada tarefa.

Assim, o processo de planejamento mestre, através de um plano mestre da produção vem detalhar o planejamento agregado, coordenando áreas afins, considerando o plano financeiro, plano de vendas, planos relativos à área de compras e de recursos humanos (contratação, demissão, subcontratação, hora extra e turno extra), semelhante ao processo de planejamento agregado.

Moreira (2000) entende que o plano mestre irá estabelecer uma seqüência de quais produtos devem ser feitos e em que datas, incorporando a previsão de demanda, o estoque de segurança, a demanda de armazéns de distribuição, entre outros.

Já Corrêa et al. (2000) enfatiza que o planejamento mestre é uma declaração de quantidades planejadas que dirigem os sistemas de gestão detalhada de materiais e capacidade, sendo baseada na demanda e nos recursos, organizando assim as metas específicas de produção e respondendo às informações de todas as linhas de produção. As metas e diretrizes do PM são importantes por enfatizar o principal “alvo” a ser atingido com o pertinente

planejamento. Assim Monks (1987) declara a importância do PM nas suas diretrizes, sendo que as principais são:

1. Trabalhar uma parte de um plano agregado;
2. Programar os módulos de forma realista;
3. Carregar as instalações de forma realista;
4. Emitir os pedidos numa base de prazos;
5. Controlar níveis de estoques com rigor;
6. Fazer nova programação quando necessário.

O PM irá estabelecer quando e em que quantidade cada produto acabado deve ser produzido determinando um tipo de planejamento essencial ao planejamento de médio prazo, ou seja de um mês a um ano (PIRES, 1995).

Monks (1987) complementa definindo algumas funções que são essenciais:

1. Transferir Planos Agregados em itens finais específicos;
2. Avaliar programas alternativos;
3. Gerir requisitos de material;
4. Gerir a capacidade;
5. Facilitar o processo de informações;
6. Manter prioridades válidas;
7. Utilizar a capacidade de modo eficiente.

Campos (1998) enfatiza que as determinantes que podem constituir vantagens ou limitações e restrições produtivas são: previsão de vendas; capacidade de produção; disponibilidades de matérias-primas; recursos financeiros. Na elaboração de um programa, o plano mestre pode consistir em um referencial básico para o bom andamento da produção por estabelecer quando e em que quantidade cada produto deverá ser produzido dentro de um certo horizonte de planejamento macro (GOULART, 2000).

2.2.3. Planejamento dos Requisitos de Materiais

Nos anos 60 foi criado um novo método para controlar produção e estoques, o planejamento dos requisitos de materiais ou *Material Requirements*

Planning (MRP). Este calcula as necessidades líquidas de matéria-prima a partir de uma lista de materiais necessários para um determinado nível de produção e de estoques em mãos desse mesmo material (GOULART, 2000).

Slack (1999) complementa argumentando que o sistema MRP além de calcular os materiais necessários, também considera quando cada um desses componentes será necessário, programando os processos através do *Lead Time* de cada montagem. Este tipo de programação é denominado “programação para trás”.

Segundo Corrêa et al. (2000) o MRP ajuda a produzir e comprar apenas o necessário no momento necessário visando eliminar estoques, gerando um seqüenciamento das tarefas entre fabricações e montagens.

Na execução de cálculos de quantidades e dos tempos de fabricação o MRP requer informações do Plano Mestre da produção, da Lista de Materiais e dos Registros de Controle de Estoques (figura 2.3). A seguir são apresentados estes termos por (MOREIRA , 2000):

- *Plano Mestre da Produção*: estabelece uma seqüência de quais produtos devem ser feitos em que datas, incorporando a previsão de demanda, o estoque de segurança, a demanda de armazéns de distribuição, entre outros;
- *Lista de Materiais ou Bill of Materials (BOM)*: se caracteriza por uma lista de todos os materiais do Produto Final, demonstrando uma relação hierárquica entre os produtos e os componentes;
- *Registros de Controle de Estoques*: cada item composto na lista de materiais tem que ter seu estoque rigorosamente controlado, permitindo conhecer a quantidade necessária a se adquirir de cada produto.

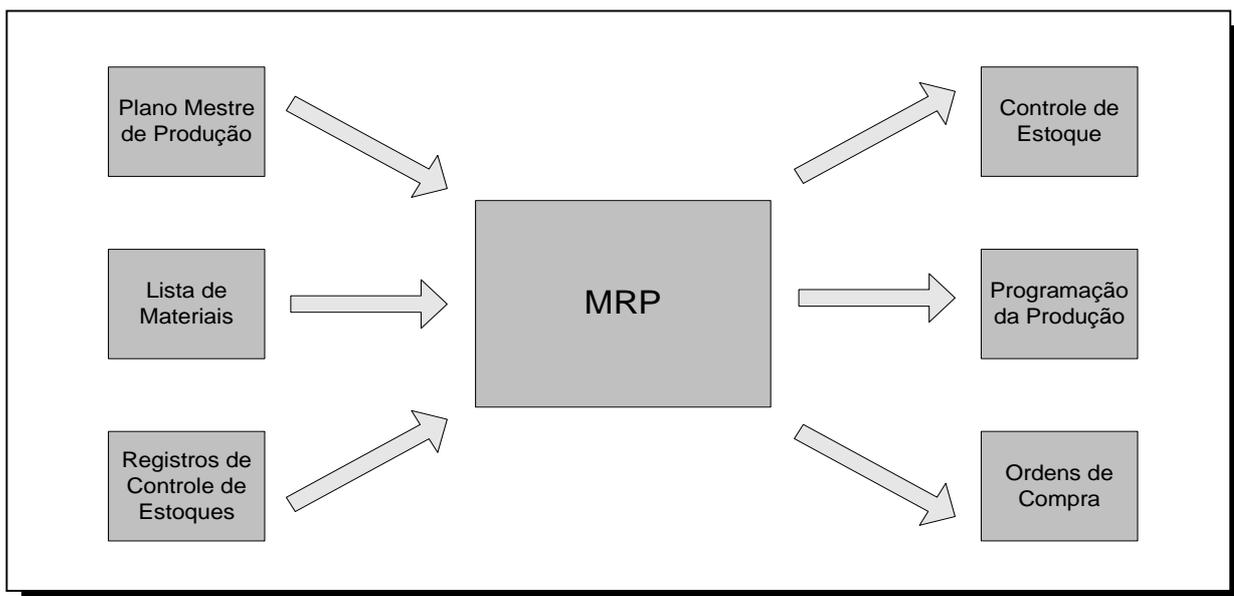


Figura 2.3: O Sistema MRP. Adaptado de Moreira 2000.

A importância do MRP se deve a seus benefícios, como a melhor resposta a pedidos, a resposta mais rápida à mudança de mercado, melhor utilização de equipamentos e mão-de-obra, redução dos níveis de estoque pela melhor utilização de equipamentos, mão-de-obra e redução de estoque.

2.2.4. Programação da Produção

A programação da produção consiste em determinar os prazos de entrega para os itens a serem fabricados, de acordo com um planejamento feito, contudo a ênfase é no planejamento em curto prazo. Sendo assim, Goulart (2000) definiu como os principais aspectos de estudo da programação da produção: o seqüenciamento das operações a serem realizadas; as compras de materiais; e as restrições de capacidade produtiva.

Para Slack (1999) a programação da produção requer uma maior parcela de controle do que de planejamento, pois nesta fase a execução é mais importante que uma formalização do que se pretende fazer (plano). Segundo o autor este nível envolve as atividades de :

- Carregamento: declaração do volume com o qual uma operação pode lidar;

- Seqüenciamento: priorização das tarefas a serem desempenhadas;
- Programação: o tempo (momento) de início e término de cada tarefa.

Para uma melhor utilização dos operadores, equipamentos e máquinas é necessário que o controle assegure que as tarefas sejam desenvolvidas da forma correta na data certa, acompanhando a fabricação para que os prazos e objetivos da produção sejam cumpridos (GOULART, 2000).

Os objetivos da programação segundo Moreira (1994) são os seguintes:

- Permitir que os produtos tenham a qualidade especificada;
- Fazer com que as máquinas e pessoas operem com os níveis desejados de produtividade;
- Reduzir os estoques e os custos operacionais;
- Manter ou melhorar o nível de atendimento ao cliente.

Segundo Campos (1998), as restrições da programação podem se caracterizar por três tipos:

- Caracterizações das operações;
- Definição de recursos de produção;
- Definição de critérios.

Campos (1998) ainda caracteriza os métodos de programação segundo dois tipos de tratamento que podem ser baseados em :

- Otimização: que procura uma solução ótima, com a ajuda de modelos matemáticos;
- Heurísticas: que se caracterizam pela busca de soluções mais próximas dos objetivos.

Existem vários *softwares* para a programação da produção conforme listados por CORRÊA (2000), em geral de alto custo principalmente para as pequenas e médias empresas.

2.3. Planejamento da Capacidade

Prover a satisfação da demanda atual e futura é de grande responsabilidade para qualquer empresa que queira se manter no mercado. Um equilíbrio entre a capacidade e a demanda pode gerar lucros e trazer satisfação de seus clientes.

Para Corrêa et al. (2000) intrinsecamente o estudo da capacidade é de vital importância para o funcionamento de qualquer empresa seja de pequeno, médio ou de grande porte, sendo assim vale salientar que a restrição da capacidade física pode trazer problemas a empresas com relação a entregas, subseqüentemente trazendo insatisfação e a perda da credibilidade no mercado.

Contudo segundo Slack et al. (1999) a sazonalidade da demanda pode trazer complicações ao planejamento da capacidade. As principais causas da sazonalidade são climáticas, comportamentais, políticas, financeiras e sociais. Sendo assim um planejamento da capacidade deve ter objetivos concretos para ter coerência com sua adequação ao S&OP.

Slack et al. (1999) entende que os objetivos de se planejar a capacidade são relativos aos diversos aspectos de desempenho para que se possa obter melhorias como redução de custos, maiores receitas, maior capital de giro, aumento na qualidade dos bens e serviços, maior velocidade de resposta à demanda, bem como as maiores flexibilidades e confiabilidades do sistema.

Pode-se incitar que o planejamento da capacidade varia seu objetivo de acordo com o horizonte de planejamento. Assim Corrêa et al. (2000) classifica o planejamento da capacidade em três níveis distintos segundo o tempo de planejamento (ver figura 2.1): em longo prazo ou *Resource Requirements Planning* (RRP); em médio prazo ou *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP); e em curto prazo ou *Capacity Requirements Planning* (CRP).

Para Corrêa et al. (2000) o planejamento da capacidade em longo prazo (RRP) é um planejamento que visa às seguintes decisões do S&OP:

1. Antecipar a necessidade de capacidade de recursos em longo prazo;

2. Subsidiar as decisões de quanto produzir, principalmente quanto à limitação de capacidade e recursos, quando não é possível atender todos os planos de vendas.

Martins e Laugeni (2003) comentam que no cálculo da capacidade de longo prazo deve ser considerado os problemas da produção como quebra de máquinas, ausência de funcionários, problemas de programação e movimentação de materiais, atraso na entrega de fornecedores, manutenção preventiva etc. Deve-se considerar para o cálculo do RRP as informações de fatores globais ou dados agregados (por exemplo, quantas horas são necessárias para a produção de uma certa quantidade de determinada família de produtos), e assim realizar a comparação entre a capacidade necessária e a capacidade disponível (CORRÊA et al., 2000).

Já o planejamento de capacidade em médio prazo (RCCP) é denominado planejamento de recursos críticos, tendo como principais objetivos (CORRÊA et al., 2000):

- Antecipar a necessidade de capacidade de recursos poucos meses antes de sua mobilização;
- Gerar um plano de produção de produtos finais;
- Subsidiar as decisões de quanto produzir de cada produto, principalmente nas situações de limitação de capacidade de alguns recursos.

O horizonte deste planejamento varia em geral de dois a cinco meses tendo como principal relação subsidiar as decisões do planejamento mestre. Vários fatores devem ser levados em consideração como recurso crítico, entre eles pode-se citar (CORRÊA et al., 2000):

- Um gargalo ou restrição a ser enfatizada;
- Um processo que seja de difícil contratação;
- Pode ser um mix produzido;
- Uma ferramenta especial;
- Um funcionamento contínuo;
- *Setup* muito alto.

Já quando se requer decisões mais rápidas e que os problemas possam ser resolvidos por meio de análise deve-se requerer um planejamento em curto prazo.

O planejamento de capacidade de curto prazo (CRP) para Corrêa et al. (2000) visa a subsidiar as decisões do planejamento detalhado de produção de materiais, ou seja, do MRP:

- Antecipar as necessidades de recursos em poucas semanas;
- Gerar um plano detalhado de compras e produção por meio de ajustes sugeridos pelo MRP.

No cálculo do CRP deve-se considerar as necessidades brutas, as vendas, os estoque, as ordens planejadas e as ordens liberadas. As ordens planejadas pelo MRP levam em conta possíveis estoques dos componentes finais, sendo essenciais no cálculo do CRP, bem como na determinação do tamanho do lote de fabricação. Um dos aspectos essenciais a serem estudados na gestão da capacidade em curto prazo é a restrição da capacidade produtiva que será enfatizada na seção posterior na teoria das restrições.

2.4. Sistemas para o Planejamento da Produção

Apresentados os principais processos (ou funções) relacionados a uma hierarquia de planejamento de produção, os quais podem ser suportados computacionalmente por um sistema MRPII (capítulo 3), a seguir são apresentadas as principais características de sistemas de planejamento baseados na Teoria das Restrições e no Just in Time.

2.4.1. Teoria das Restrições

A Restrição é qualquer coisa que impeça um sistema de atingir um desempenho maior em relação à sua meta. Com essa definição podemos dizer que todo sistema tem uma restrição. Caso contrário seu desempenho seria infinito (a lucratividade da empresa seria infinita).

A Teoria das Restrições ou *Theory of Constraints* (TOC) teve início na década de 70 quando o físico israelense Eliyahu Goldratt se envolveu com os problemas da logística de produção. Anteriormente à filosofia TOC o autor já se preocupava com as perdas na manufatura relacionadas substancialmente com as restrições. Isso o levou a desenvolver o software OPT (*Optimized Production Technology*) que constitui regras que começam a serem formuladas com a compreensão crescente da sua superioridade existente em seu algoritmo, mas também a de seus conceitos subjacentes. Este software se vale de uma metodologia que proporciona uma programação finita que se baseia na maximização da produção através de um recurso gargalo (COX III e SPENCER, 2002).

A TOC é uma evolução do OPT onde se passa a enfatizar a importância do gargalo e dos conflitos existentes entre os indicadores de desempenho tradicionais e a real meta de uma empresa de manufatura. A TOC consiste nos seguintes componentes:

1. O ramo logístico que inclui as metodologias.
 - O conceito Tambor-Pulmão-Corda;
 - As estruturas lógicas de análise V-A-T (utilizadas para projetar e analisar linhas de produção assim como sistemas de distribuição);
 - O processo de focalização das cinco etapas.
2. Um segundo ramo que consiste no processo de focalização em cinco etapas.
 - Nos indicadores de desempenho do sistema (ganho, inventário e despesas operacionais);
 - A aplicação do ganho dólar/dia;
 - As aplicações de decisões do composto de produção.
3. Um terceiro ramo envolvendo a solução de problemas/processos de pensamento que consistem em:

- Diagramas de efeito-causa-efeito (ECE) e seus componentes (ressalvas de ramo negativo, árvore da realidade atual, árvore da realidade futura, árvore de pré-requisitos e árvore de transição);
- O processo de auditoria ECE;
- A metodologia de “dispersão de nuvens”.

A figura 2.4 apresenta os conceitos principais da TOC:

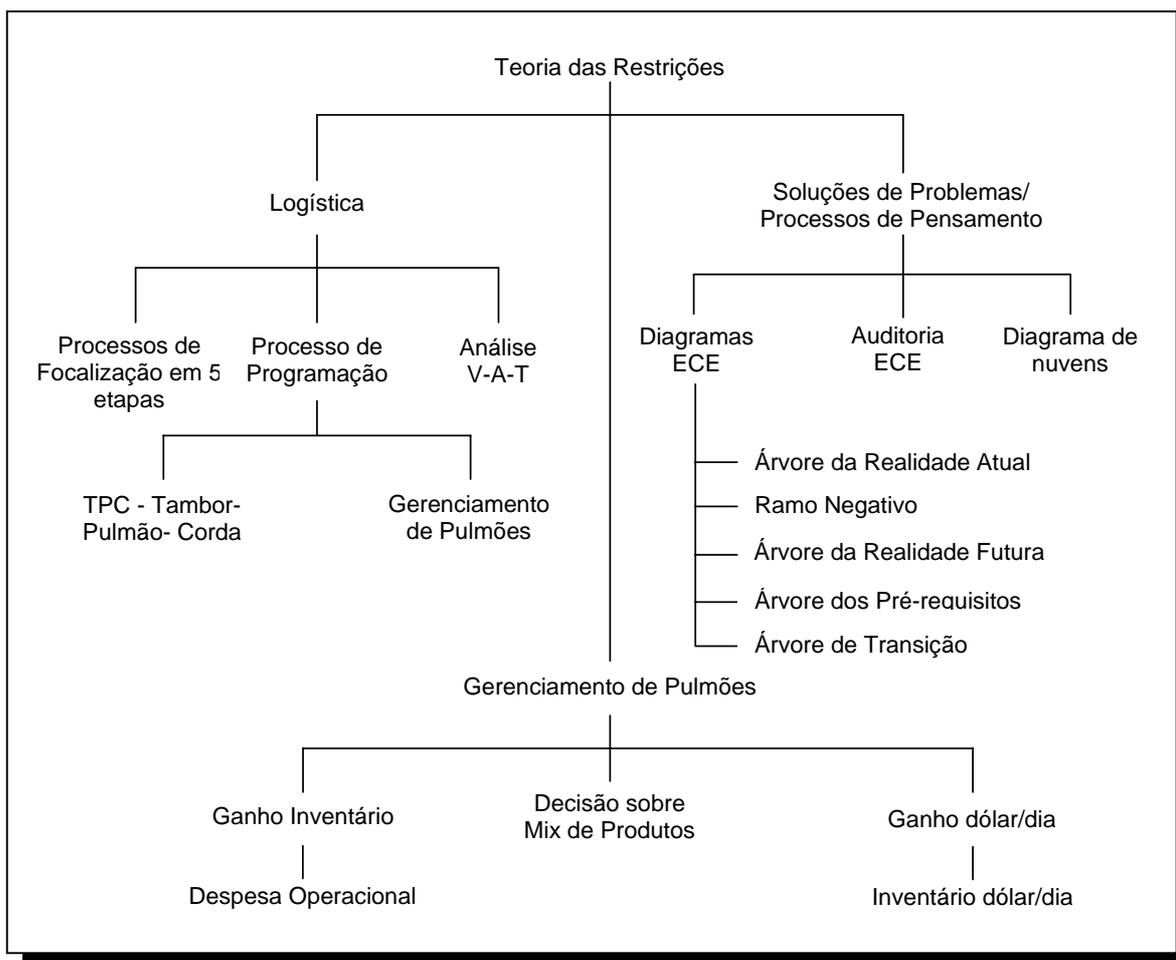


Figura 2.4: Representação esquemática do gerenciamento de restrições. Adaptado de Cox III e Spencer (2002).

Um dos pontos principais abordados nessa filosofia é a caracterização da restrição que pode ser qualquer elemento ou fator que impede que um sistema conquiste um nível melhor de desempenho no que diz respeito a seus objetivos gerenciais, funcionais e operacionais.

Goldratt (1997) comenta o assunto relacionando as restrições em dois tipos. A primeira a física, engloba mercado, fornecedor, máquinas, materiais, pedido, projeto, pessoas; sendo denominada restrição de recurso, onde o gargalo reflete um caso particular de restrição onde existe capacidade insuficiente. O segundo tipo de restrição é aquela formada por normas, procedimentos e práticas usuais do passado denominada “restrição política”.

Os processos de raciocínio da TOC ultrapassaram os limites da Administração e são usados em muitas outras áreas do conhecimento humano, eles formam a base de toda a TOC. O primeiro ramo da logística a ser estudado na TOC consiste naqueles elementos que são conhecidos pela maioria dos gerentes de operação. O conceito Tambor-Pulmão-Corda fornece instruções detalhadas para alguns pontos de controle que gerenciam o sistema como um todo baseado nas capacidades de restrições, maximizando o ganho.

Goldratt (1997) compara o sistema organizacional como uma corrente formada por elos que representam os diferentes setores da produção. Cada elo é um setor e sua capacidade de produção é avaliada. Comparando-se as capacidades de produção de cada elo da corrente produtiva podemos identificar o de menor produtividade. Nesta análise o tambor marca o ritmo de produção determinado pela restrição do sistema. Os pulmões estabelecem as proteções contra incertezas para que o sistema possa maximizar o ganho. A corda é o processo de comunicação entre o processo de restrição e o processo final que controla ou limita o material liberado no sistema para sustentar a restrição.

Por conseguinte faz-se necessário o entendimento de que o gerenciamento dos pulmões é um dos pontos principais desta teoria e é um processo onde toda a expedição da fábrica ocorre de acordo com o que é programado para estar nos pulmões (restrição, expedição e pulmões de montagem) (COX III e SPENCER, 2002).

Por fim, a análise V-A-T é um método do gerenciamento de restrições para determinar o fluxo geral dos componentes e produtos desde a matéria-prima até os produtos acabados.

Uma das grandes contribuições da TOC é o seu processo de otimização contínua (que é a base de todos os aplicativos da TOC). Esse processo de otimização contínua contém 5 etapas:

1. Identificar a restrição do sistema;
2. Explorar a restrição do sistema;
3. Subordinar tudo o mais à decisão acima;
4. Elevar a restrição do sistema;
5. Se num passo anterior a restrição for quebrada, volte ao passo 1.

Um ponto extremamente importante é o passo 5 onde Goldratt diz para tomar cuidado com a nossa inércia. O que ele sempre diz é que a grande maioria das empresas não têm restrições físicas (como um gargalo na fábrica), mas sim têm restrições políticas.

Os indicadores de desempenho são úteis à tomada de decisões em relação ao composto de produtos. Essa decisão se baseia no lucro por tempo despendido na restrição, e não na colocação de custos indiretos como é feito na contabilidade tradicional. O ganho para a teoria das restrições é a taxa na qual o sistema gera dinheiro através das vendas; o inventário é definido por todos os itens comprados que podem ser revendidos e inclui bens acabados, estoques intermediários e matérias-primas. O inventário é avaliado pelo valor da compra e não inclui agregação de valor. As despesas operacionais são a quantidade de dinheiro gasta pela empresa para converter o inventário em vendas em um período específico de tempo (GOLDRATT, 1994).

O terceiro ramo da TOC é a metodologia de solução de problemas denominada de processos de pensamento. O objetivo dos processos de pensamento é solucionar três questões que desafiam os gerentes: o que mudar, mudar para qual alternativa e como promover as mudanças. O elemento principal deste ramo consiste nos diagramas ECE. As definições dos processos de pensamento da Gerência das Restrições são (COX III E SPENCER, 2002):

- *Árvore da realidade atual*: ferramenta baseada na lógica que utiliza relacionamentos de causa e efeito para determinar problemas raiz que causam efeitos indesejáveis;
- *Árvore de dispersão de conflito ou dispersão de nuvens*: é uma ferramenta baseada na lógica para revelar pressupostos relacionados a um conflito ou a um problema. Uma vez que o mesmo é revelado, é possível determinar ações para resolvê-lo;
- *Árvore da realidade futura*: é uma ferramenta baseada na lógica de construir e testar soluções potenciais antes de sua implementação;
- *Árvore de pré-requisito*: é uma ferramenta baseada na lógica para determinar os obstáculos que bloqueiam a implementação de uma solução ou idéia;
- *Árvore de transição*: é uma ferramenta baseada na lógica para identificar e seqüenciar as ações para alcançar um objetivo. As transições representam os estados ou estágios na mudança da situação presente para o objeto desejado;

Essas ferramentas de gerenciamento tiveram um maior impacto na medida em que permitiram a seus gerentes desenvolver uma nova visão da organização como um sistema, contrariando a visão dos gerentes tradicionais. Como complemento serão descritos a seguir os principais conceitos relacionados a outra filosofia também muito difundida: a filosofia *Just in Time*.

2.4.2. *Just in Time*

O sistema *Just in Time* (JIT) é uma filosofia de administração da manufatura surgida no Japão nos meados da década de 60 tendo a sua idéia básica e seu desenvolvimento creditados à Toyota Motor Company. Por isso também conhecido como o “Sistema Toyota de Produção”. O idealista desse sistema foi o vice-presidente da empresa Taiichi Ohno (DAVIS et al., 2001).

Esse novo enfoque na administração da manufatura surgiu de uma visão estratégica, buscando vantagem competitiva através da otimização do processo produtivo. Os conceitos da filosofia JIT foram extraídos da experiência mundial

em manufatura e combinados dentro de uma visão holística do empreendimento. Os principais conceitos são independentes da tecnologia, embora possam ser aplicados diferentemente com os avanços técnicos.

O sistema visa a administrar a manufatura de forma simples e eficiente, otimizando o uso dos recursos de capital, equipamentos e mão-de-obra. O resultado é um sistema de manufatura capaz de atender às exigências de qualidade e entrega de um cliente ao menor custo.

Existem dois alicerces essenciais à sustentação do JIT. O primeiro é a necessidade da interação contínua entre o planejamento e a execução. O segundo é o desenvolvimento de uma mentalidade de trabalho em equipe. Pela filosofia JIT, as soluções dos problemas normalmente devem surgir do trabalho de equipe, de pessoas motivadas, cada uma consciente da importância da sua contribuição no aprimoramento dos processos.

Existem três idéias básicas sobre as quais se desenvolve o JIT (DAVIS et al., 2001). A primeira é a integração e otimização de todo o processo de manufatura. Aqui entra o conceito amplo, total, dado ao valor do produto, ou seja, tudo o que não agrega valor ao produto é desnecessário e precisa ser eliminado.

O JIT visa a reduzir ou eliminar funções e sistemas desnecessários ao processo global da manufatura. No processo produtivo, o JIT visa a eliminar atividades como inspeção, retrabalho, estoque etc. Muitas das funções improdutivas que existem em uma empresa foram criadas devido à ineficiência ou incapacidade das funções iniciais. Assim, o conceito de integração e otimização começa na concepção e projeto de um novo produto.

A segunda idéia é a melhoria contínua ou *Kaizen*. O JIT fomenta o desenvolvimento de sistemas internos que encorajam a melhoria constante, não apenas dos processos e procedimentos, mas também do homem, dentro da empresa. A atitude gerencial postulada pelo JIT é a melhoria contínua. Isso significa uma mentalidade de trabalho em grupo, de visão compartilhada, de revalorização do homem, em todos os níveis, dentro da empresa. Esta mentalidade permite o desenvolvimento das potencialidades humanas, conseguindo o comprometimento de todos pela descentralização do poder. O JIT precisa e fomenta o desenvolvimento de uma base de confiança, obtida pela

transparência e honestidade das ações. Isso é fundamental para ganhar e manter vantagem competitiva.

A terceira idéia básica do JIT é entender e responder às necessidades dos clientes. Isto significa a responsabilidade de atender o cliente nos requisitos de qualidade do produto, prazo de entrega e custo. O JIT enxerga o custo do cliente numa visão maior, isto é, a empresa JIT deve assumir a responsabilidade de reduzir o custo total do cliente na aquisição e uso do produto. Desta forma, os fornecedores devem também estar comprometidos com os mesmos requisitos, já que a empresa fabricante é cliente dos seus fornecedores. Clientes e fornecedores formam, então, uma extensão do processo de manufatura da empresa. Sendo assim podemos caracterizar como principais práticas do JIT, conforme a figura 2.5.

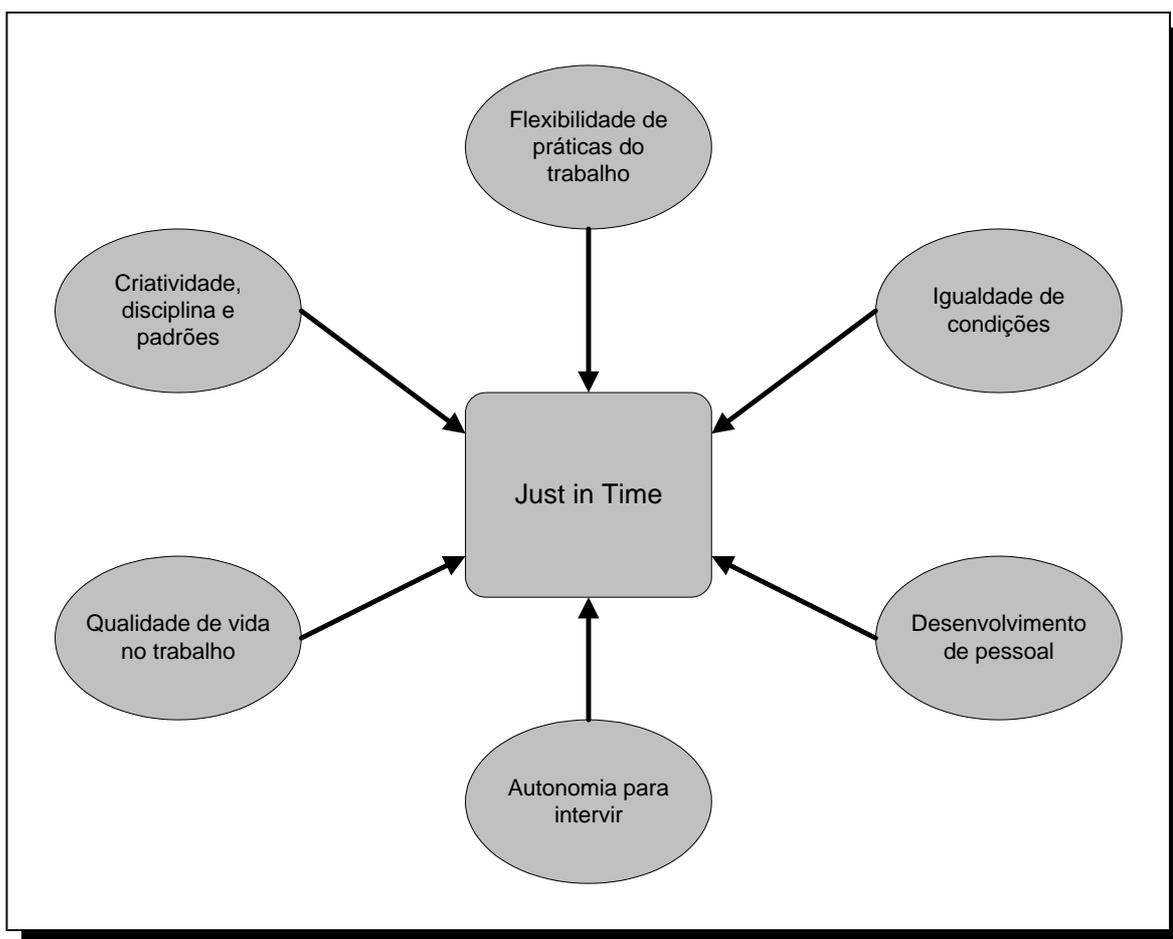


Figura 2.5: As Principais características do JIT.

A visão de redução efetiva dos custos da produção e dos desperdícios devem ser todos analisados e ponderados porque estão inter-relacionados e são facilmente encobertos pela complexidade de uma grande organização. As sete categorias de desperdícios na produção são (SLACK, 1999):

1. *Desperdício de superprodução*: é o desperdício de se produzir antecipadamente à demanda, para o caso de os produtos serem requisitados no futuro;
2. *Desperdício de espera*: trata-se do material que está esperando para ser processado, formando filas que visam a garantir altas taxas de utilização dos equipamentos;
3. *Desperdício de transporte*: o transporte e a movimentação de materiais são atividades que não agregam valor ao produto produzido e são necessárias devido às restrições do processo e das instalações, que impõem grandes distâncias a serem percorridas pelo material ao longo do processamento;
4. *Desperdício de Processamento*: trata-se do desperdício inerente a um processo não otimizado, ou seja, a realização de funções ou etapas do processo que não agregam valor ao produto;
5. *Desperdício de movimento*: são os desperdícios presentes nas mais variadas operações do processo produtivo, decorrentes da interação entre o operador, máquina, ferramenta e o material em processo;
6. *Desperdício de produzir produtos defeituosos*: são os desperdícios gerados pelos problemas da qualidade. Produtos defeituosos significam desperdiçar materiais, mão-de-obra, uso de equipamentos etc., além da movimentação e armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos etc.;
7. *Desperdício de estoques*: o desperdício de estoque interage fortemente com todos os outros desperdícios;

O JIT como estratégia para adquirir vantagem competitiva em custo procura, se possível, uma automatização de baixo custo. Isso significa adaptar acessórios aos equipamentos manuais existentes visando a eliminar tempos ociosos do operador e aumentar a eficácia do conjunto homem-máquina. Algumas

vantagens da automatização racional, focalizada pela filosofia JIT são (DAVIS et al, 2001) :

- *Complemento da técnica de produção celular e operador polivalente:* a automatização ampliou a capacidade do homem de operar várias máquinas simultaneamente;
- *Redução do inventário em processo:* foi conseguido pela eliminação do estoque intermediário entre operações sucessivas;
- *Redução do lead time:* obtido com a eliminação dos tempos ociosos entre operações e pela aceleração da movimentação dos materiais;
- *Aumento da produtividade:* conseqüência da maior eficácia na utilização dos equipamentos e pela redução do numero de homens/hora;
- *Menor investimento:* a conversão de máquinas já existentes pela adaptação de acessórios que as tornem mais eficientes representa pequeno investimento de capital, se comparado com o preço do equipamento novo equivalente. Assim, os gastos em ativo fixo se tornam pequenos, reduzindo os custos financeiros.

No próximo capítulo é apresentada uma evolução dos sistemas computacionais de apoio à gestão da produção, como também é apresentado o sistema ERP5, parte do objeto de estudo deste trabalho.

“O ser humano conserva viva em sua essência certos tesouros do passado e do futuro.”

BOSI

3. SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO

3.1. Sistemas de Informação

A tecnologia de informação nas organizações tem sofrido mudanças ao longo das últimas décadas para se adequar às metas e diretrizes empresariais contemporâneas. Atualmente encontram-se na origem das mudanças, as complexidades existentes entre as perspectivas das organizações e a necessidade de alinhamento destas com seus objetivos estratégicos (HAY, 1999).

Segundo Furlan (1994): “sistemas de informação são sistemas que permitem o armazenamento, a coleta, o processamento, a recuperação e a disseminação de informações”. Hoje em dia tais sistemas são em sua maioria baseados em computadores, o que possibilita cada vez mais o aprimoramento dos processos empresariais.

O principal enfoque adotado no Brasil pelos estudiosos, consultores, projetistas de *softwares* e pesquisadores tem sido quanto à aplicação dos sistemas de informação no auxílio à tomada de decisão e suas metodologias, enfatizando suas ferramentas de processamento e armazenamento da informação (PIDD, 1998).

Nas organizações as tomadas de decisões dependem de informações confiáveis no momento adequado. O processo decisório é de vital importância para as empresas, por constituir os rumos que a empresa possa tomar em um determinado momento (OLIVARES, 2003).

A tecnologia da informação não deve ser apenas utilizada para a automação dos processos de negócios existentes, mas também servir de base

para a reformulação desses processos, a fim de atingir objetivos do negócio e obter diferencial competitivo. Desta forma as organizações podem se estruturar de forma tal que lhe permita abordar com destreza as questões concorrenciais do mercado, como: negociação com fornecedores e compradores, agilidade de resposta a produtos/serviços substitutos e mobilidade para reagir a novos entrantes do mercado.

A tecnologia, especialmente a tecnologia da informação, é um capacitador essencial para estas organizações buscarem a melhoria de suas operações, porque viabiliza projetos de trabalho mais ágeis, menos onerosos e mais eficientes. Desta forma, uma grande quantidade de novos procedimentos, técnicas ou metodologias administrativas podem ser adotadas por qualquer companhia que se utilize destas concepções.

A tecnologia de informação tem suportado os processos relacionados com o planejamento da produção através de sistemas que automatizam o processamento de informações de forma cada vez mais evoluída. Após o surgimento da automação do procedimento de Planejamento dos Requisitos de Materiais através do sistema MRP (que realiza a explosão da lista de materiais, conforme visto na seção 2.2.3) surgiu o sistema MRP II que integra o processamento do MRP com o planejamento de recursos e planejamento financeiro, entre outras atividades. Com a junção de conceitos e técnicas de gestão da produção e de tecnologia da informação surgiram mais recentemente os sistemas integrados de gestão, conhecidos pela sigla *ERP* (SMETS-SOLANES e CARVALHO, 2002). Esses dois sistemas MRP II e ERP serão detalhados nas seções abaixo.

3.2. O Sistema MRP II

O sistema MRP, também conhecido como MRP I segundo Goulart (2000), foi proposto por Joe Orlicky no começo dos anos sessenta e surgiu com o objetivo de executar computacionalmente as atividades de planejamento dos materiais. Este sistema é delimitado pelo manejo do fluxo de materiais, ou seja, a realização através de computador da explosão da lista de materiais, definindo quais, quando

e quanto de matérias-primas ou componentes devem ser requisitados para a montagem dos produtos.

Na década de setenta, esse sistema evolui paralelamente com o avanço da informática, surgindo um sistema computacional com objetivos mais abrangentes realizando as principais atividades relacionadas com o planejamento e controle da produção e passando a se chamar *Manufacturing Resources Planning* ou MRP II.

Segundo Corrêa et al. (2000), o MRP II é um sistema bastante centralizado e de natureza dinâmica. Porém, para assegurar o seu melhor desempenho é necessária a aplicação de políticas e procedimentos bem estruturados. Esse método possibilita controlar tanto a necessidade de recursos de manufatura quanto a necessidade de materiais.

Na década de setenta o MRP II incorporou o controle do fluxo financeiro ao MRP, embora ainda atribuísse maior importância ao fluxo de materiais. Ele se diferencia por englobar além de decisões de quando, quanto e o que produzir e comprar, decisões de como produzir, ou seja, com quais recursos (máquinas, operários, ...) irá se produzir, como apresenta a figura 3.1 (CORRÊA et al., 2000).

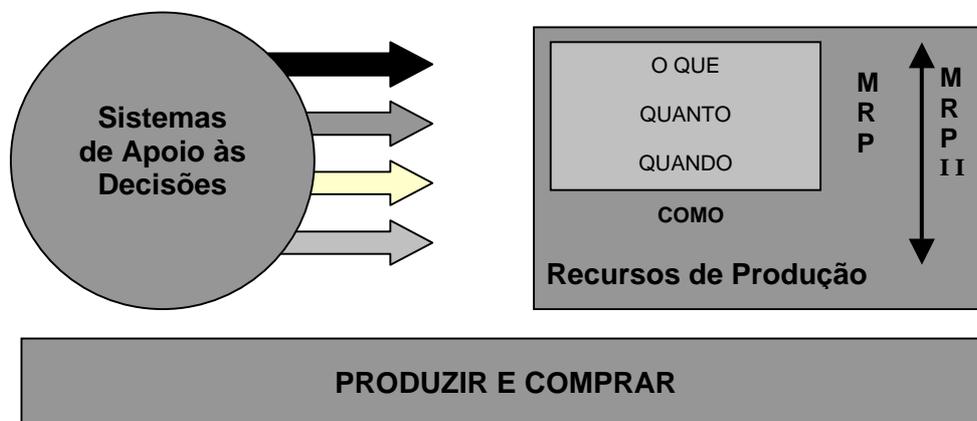


Figura 3.1: Abrangência do MRP e do MRP II. Adaptado de Corrêa (2000).

Para Goulart (2000) o MRP II pode ser visto como um sistema hierárquico de gestão (ver figura 3.2), pois os planos de longo prazo que são de um nível macro podem sofrer detalhamentos sucessivos, até que se chegue aos níveis operacionais (componentes e máquinas específicas).

Neste tipo de concepção a tomada de decisão é bastante centralizada, tendo como princípio básico de que todos os programas estabelecidos pelo

sistema serão cumpridos da forma mais fiel possível, formando assim um sistema pouco flexível à variação do trabalho por parte da mão-de-obra.

Os sistemas de MRP II comerciais trabalham com a lógica de disponibilizar informações para os tomadores de decisões de forma a trazer um referencial seletivo ao planejador de tarefas. O fluxo de informações e decisões pode ser mostrado na figura 3.2 (semelhante à figura 2.1) e definido conforme abaixo (CORRÊA et al., 2000):

- *Comando*: é organizado pela alta administração;
- *Motor*: composto pelo nível de decisões desagregadas do nível de comando e por um planejamento (MRP, CRP) de nível tático gerando questões para base de execução de o que, quando e quanto produzir e comprar;
- *Rodas*: que se compõem por modos de execução e controle (*Compras* e *Shop Floor Control (SFC)*), responsáveis pelo cumprimento de questões do planejamento, sendo que o SFC é um módulo de controle de chão de fábrica responsável pela seqüência das ordens por setor de produção.

Outros módulos começaram a ser incluídos nos sistemas MRP II, tais como controladoria e RH. Esses sistemas integrados passaram, então, a ser capazes de atender às necessidades de informações de diversas áreas simultaneamente, como será visto no item a seguir.

3.3. Sistemas Integrados de Gestão

A evolução dos sistemas de suporte a gestão se dá por volta da década de 60, quando se inicia a utilização dos computadores como suporte. Nos anos setenta começa a aplicação efetiva do MRP em empresas para suportar atividades de planejamento da produção. Já o MRP II surgiu em 1970 e, além de suportar funções de produção e estoques, adquire aspectos financeiros como custeio e orçamentação, como descrito na seção anterior.

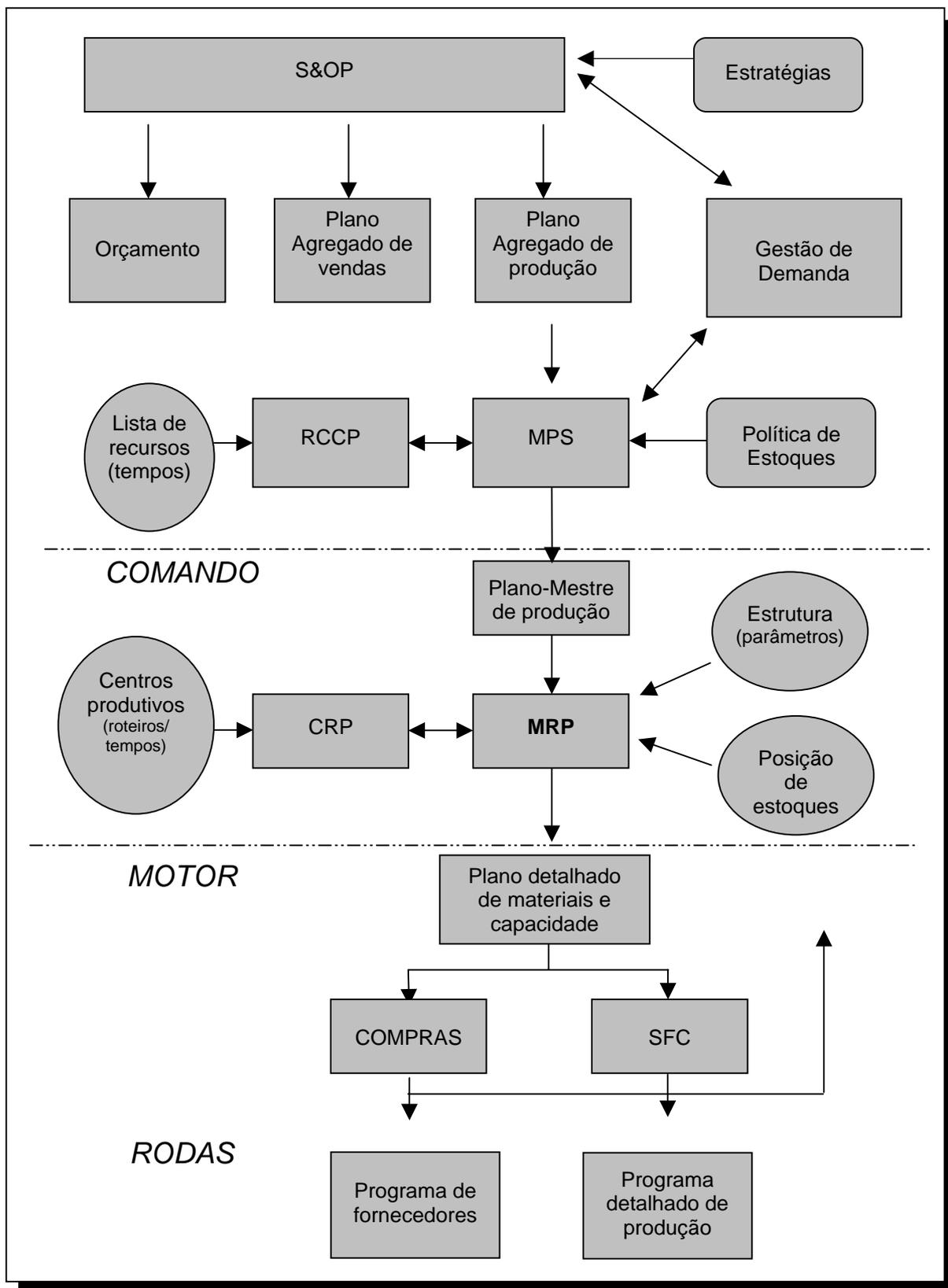


Figura 3.2: Sistema MRP II. Adaptado de Corrêa (2000).

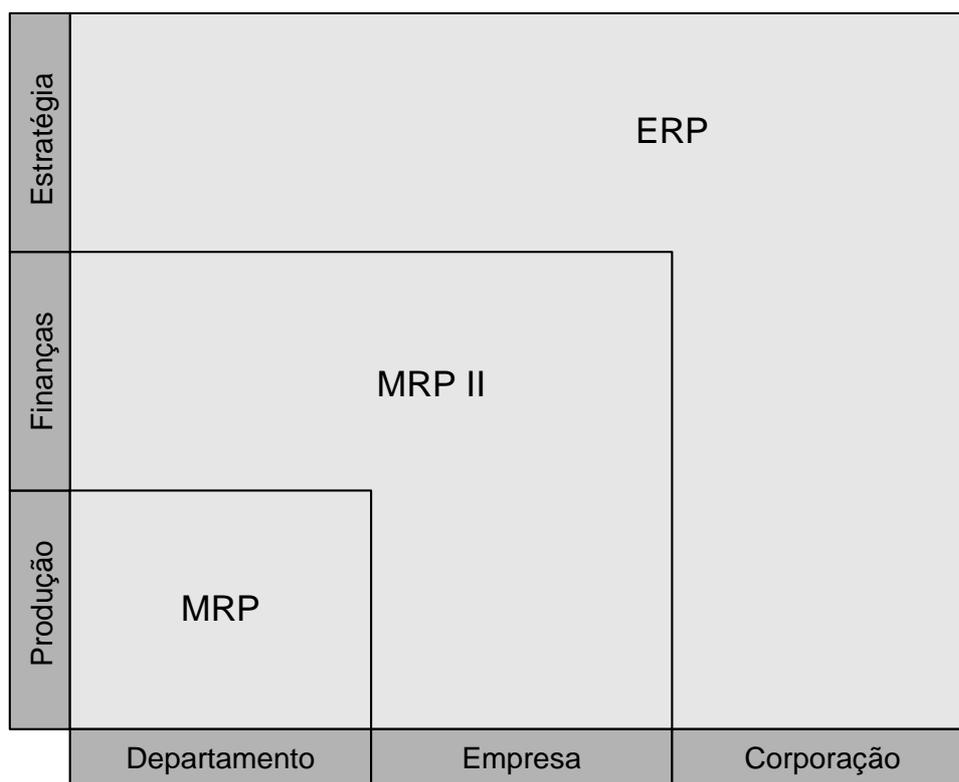
No início da última década, movimentos políticos relacionados ao fim da Guerra Fria e à derrubada do muro de Berlim abriram oportunidades para a globalização, tornando o ambiente mais competitivo. Estas transformações sofridas pelo macro-ambiente ao qual as organizações estão expostas, refletem mudanças graduais, incrementais e radicais promovidas pelas mesmas em suas estruturas, suas práticas de gestão, suas políticas e suas ferramentas (CORRÊA et al., 2000).

Com isso os MRP's sofreram ampliações, expandindo e aprimorando seus sistemas, que começam a abranger questões como: estratégia, logística, finanças e recursos humanos, dando origem ao que hoje é denominado de Sistemas Integrados de Gestão ou *Enterprise Resources Planning* (também conhecido pela sigla *ERP*) (NORRIS, 2001).

Os *ERP's* tiveram um grande sucesso nos Estados Unidos a partir de 1990 e no Brasil após 1996 com o principal desígnio de integrar várias áreas da empresa (COLANGELO, 2001). Segundo Davenport (apud ALBUQUERQUE e SILVEIRA, 2002) o *ERP* “[...] é um pacote comercial de software que garante a integração de toda a informação”. Assim o *ERP* pode ser utilizado para fazer um *link* entre as necessidades de atendimento da demanda e as necessidades de recursos materiais e humanos, podendo trazer reduções de custos, bem como a flexibilidade dos processos produtivos e assim aumentar a eficácia e eficiência na programação da produção.

Ainda segundo Norris (2001) essa “nova” abordagem é estruturada para a otimização da cadeia de valor interna da empresa, interligando a organização através de um sistema lógico comum de difusão e compartilhamento de dados. Este sistema organiza, padroniza e codifica os dados processados na organização conforme o quadro 3.1.

Como é possível perceber os *ERP's* não são intrinsecamente estratégicos. Eles formam uma estrutura tecnológica de suporte de software que forma um núcleo de processamento de transações, tendo sua aplicação em várias áreas. Quando se implanta um *ERP*, mais do que colocar um novo programa nos computadores da empresa, está se definindo ou adotando uma metodologia de trabalho, um *workflow* (fluxo de trabalho).



Quadro 3.1: Evolução das aplicações Empresariais. Adaptado de Norris (2001).

A figura 3.3, a seguir, mostra como surgiu o conceito de *ERP*. Do conhecido MRP que contemplava apenas as necessidades de materiais ao MRPII que por sua vez agregou os módulos de programação mestre da produção (MPS), cálculo grosseiro de necessidade de capacidade (RCCP), cálculo detalhado de necessidade de capacidade (CRP), controle de fabricação (SFC), controle de compras (PUR) e, mais por fim, o planejamento de vendas e operações (S&OP). O ERP por fim agregou aspectos contábeis, financeiros, administrativos, recursos humanos e logísticos que inclui ainda o módulo de distribuição física (DRP) (CORRÊA et al., 2000).

Para COLANGELO (2001) o *ERP* possibilitou a integração de processos e funções de toda a organização e teve reflexo direto sobre as áreas de tecnologia de informação que tradicionalmente estão voltadas ao desenvolvimento de sistemas e suporte.

Segundo CORRÊA (2000), no início dos anos noventa as soluções *ERP's* eram bastante diferenciadas e caras (talvez pela superestimação causada pelo

marketing). Atualmente existem *ERP's* comerciais variando seus custos de relativamente baixo a níveis mais altos, sendo que os *ERP's* livres e de códigos abertos podem ser uma solução viável para pequenas e médias empresas. É o caso do *ERP5*, que será mostrado no próximo item, e pode ser uma oportunidade para empresas terem um sistema integrado de gestão sem desembolsar um alto valor financeiro para a sua compra, tal como ocorre com a grande maioria dos *ERP's* comercializados no mercado.

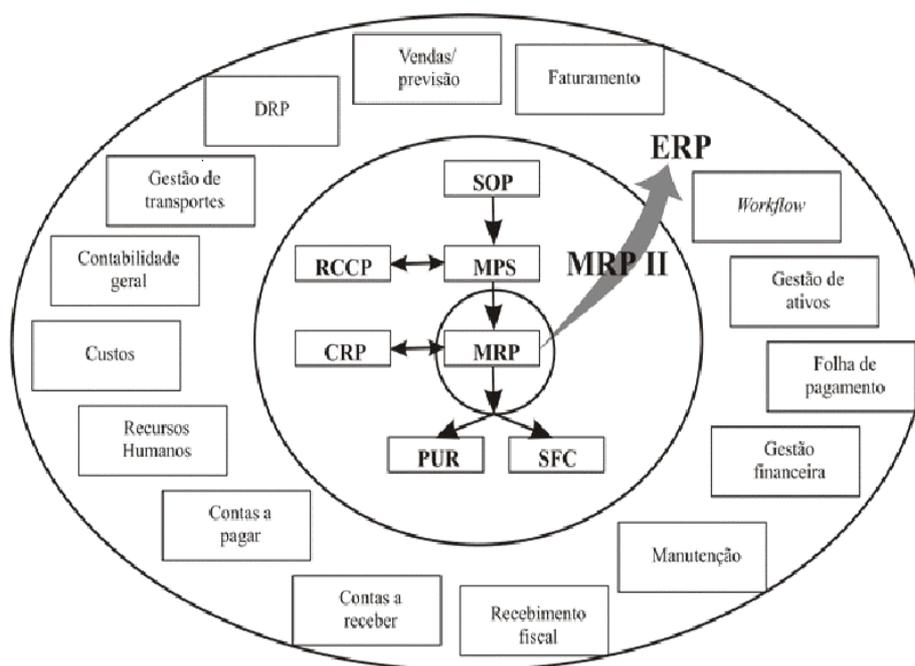


Figura 3.3: Estrutura Conceitual dos Sistemas ERP. Adaptado de Corrêa et al.,(2000).

3.4. O Sistema *ERP5*

Como dito anteriormente, os *ERP's* são softwares destinados a ajudar a administrar e controlar as empresas. Existem *ERP's* de vários níveis e de diferentes valores, alguns chegando a ter um custo muito elevado para pequenas e médias empresas que precisam pagar pelo software e pela consultoria para a sua parametrização e implantação. Existem muitos fornecedores mundiais como a SAP, a Oracle, a People Soft etc. que vendem esse tipo de sistema. Também existem excelentes soluções provenientes de empresas nacionais como a Microsiga e a Datasul, dentre outras (LIMA, 2003).

Seguindo a linha de sistemas livres de código aberto, o *ERP5*¹ apresenta uma vertente inovadora através de um projeto de *ERP open source* que visa a oferecer uma solução de alta tecnologia e baixo custo para pequenas e médias empresas que utilizam uma metodologia voltada para o mercado global de tecnologia de informação.

O projeto do sistema *ERP5* está sendo desenvolvido por um grupo de empresas e instituições de ensino e pesquisa da França e do Brasil. O sistema é avançado (utiliza a plataforma Zope²) e é totalmente baseado em Modelagem orientada à objetos (ver anexo B), *workflow* e tecnologias de rede. Segundo Smets-Solanes e Carvalho (2003), este sistema é constituído por características inovadoras, conforme descrito esquematicamente na figura 3.4 .

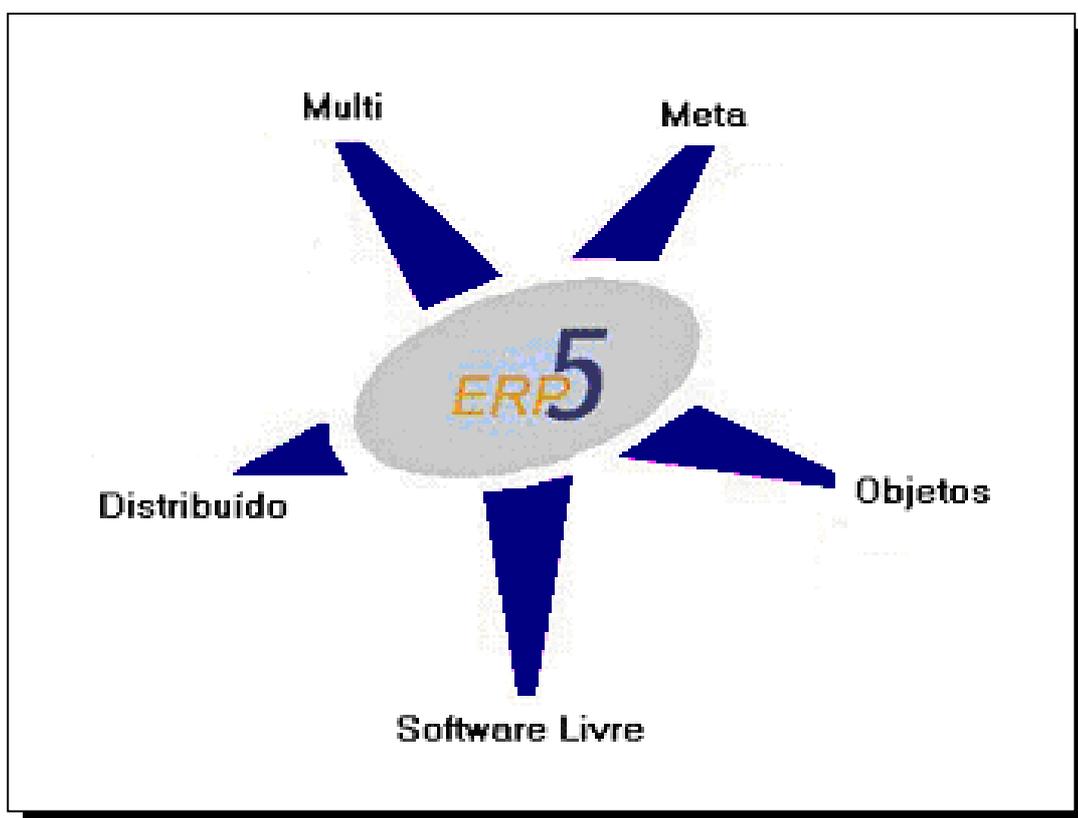


Figura 3.4: As cinco tecnologias inovadoras do ERP5. (SMETS-SOLANES e CARVALHO, 2003)

¹ O ERP5 é um projeto que visa a desenvolver uma configuração completa de componentes de ERP sobre um banco de dados orientado a objetos. Maiores informações sobre o ERP5 podem ser obtidas através do endereço eletrônico: <http://www.erp5.org> Acesso em: 27 jan 2005.

² ZOPE é um servidor de aplicações e sistema de gerenciamento de conteúdos. Maiores informações sobre a plataforma citada podem ser obtidas através do endereço eletrônico: <http://www.zope.org>. Acesso em: 13 jan 2005.

Essas características são descritas abaixo de maneira mais detalhada:

- *Multi*: o sistema é multi-usuário, multi-organização, multi-linguagem, multi-moeda, multi-custo e multi-cenário;
- *Meta*: oferece vários níveis de detalhes para um mesmo processo de gestão;
- *Distribuído*: utiliza mecanismos de sincronização avançados que permitem a distribuição e compartilhamento de dados sem a necessidade de conexão permanente com a rede;
- *Baseado em objetos*: o emprego de um conjunto de objetos permite modelar e implementar sistemas complexos de suporte a decisão;
- *Livre*: toda a informação gerada, tecnologias e metodologias desenvolvidas, são livremente disponibilizadas pelo *site* do projeto.

A arquitetura do *ERP5* incorpora desde sua concepção conceitos avançados como banco de dados orientados a objetos e sistema de gestão de conteúdo, sincronização de dados entre diferentes instalações, tendo ainda um método claro de modelagem de processos e conseqüentemente de geração de código fonte (SMETS-SOLANES e CARVALHO, 2003).

Para estes autores o *ERP5* define um modelo abstrato de gerenciamento de negócios. Este modelo se baseia em cinco classes descritas abaixo, representadas conforme a figura 3.5.

- *Resource*: descreve um recurso abstrato em um processo de negócio (como habilidades individuais, produtos, máquinas etc). Relações entre nós (nodes) definem as listas de materiais bem como protótipos;
- *Node*: podem receber e enviar recursos. Podem ser relativos a entidades físicas (como uma instalação fabril) ou abstratas (como uma conta bancária). Metanodes são nós que contêm outros nós, como empresas;
- *Path*: descreve uma forma que um nó acessa recursos dos quais precisa. São abstratos, sendo utilizados para planejamento;

- *Movement*: descreve um movimento de recursos entre nós, em um dado instante e por uma dada duração. Por exemplo, um movimento pode ser o envio de matéria-prima do estoque para a fábrica;
- *Item*: instância física de um recurso.

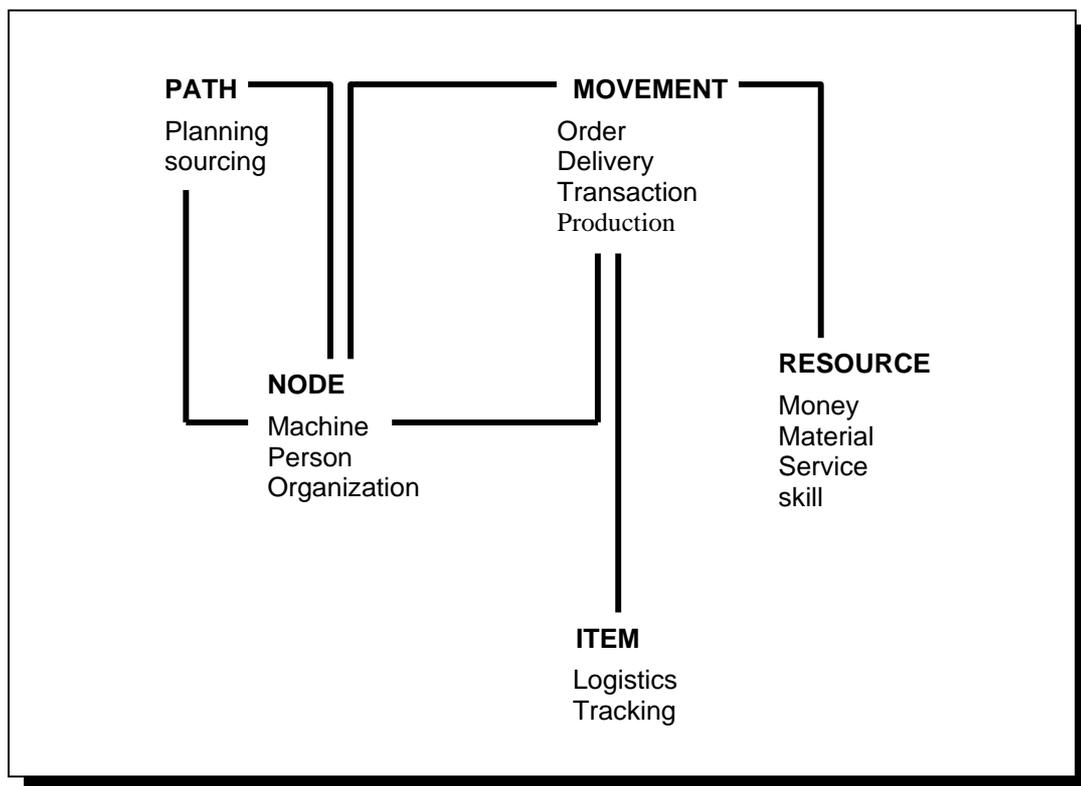


Figura 3.5: As principais classes do *ERP5*. Adaptado de Smets-Solanes e Carvalho (2003).

O *ERP5* é baseado em um modelo que pode associar qualquer coisa a uma categoria. Alguns exemplos incluem uma categoria de recursos (tais como serviços, matéria-prima, habilidade ou dinheiro) ou uma categoria de organizações (tais como um grupo de empresas, um grupo de pessoas ou uma cadeia de varejo) (SMETS-SOLANES e CARVALHO, 2003).

A sincronização permite definir um subconjunto de dados que as companhias querem partilhar, pois este sistema foi projetado para ser implementado em diversos locais, com baixa conectividade da internet, admitindo

a implementação da tecnologia de intercâmbio eletrônico de dados (LEMOS, 2004).

O ERP5 é um sistema capaz de proporcionar a customização administrando benefícios computacionais. A noção de variação permite que um único descritor recurso deliberem milhões de variações de um determinado produto sem criar milhões de registros em um banco de dados e sem ter que criar um número de produto para cada alteração de um mesmo produto.

3.4.1. O Framework do ERP5

O ERP5 se constitui de um conjunto de pastas onde cada uma detém documentações auto-suficientes e eventuais subpastas.

O armazenamento dos documentos é realizado sob forma de objetos e seus atributos. Um grupo de objetos pode ser exportado e importado de uma pasta como uma coleção de documentos dentro do *framework*. Por conseguinte cada documento representa um objeto raiz em uma pasta com todos os seus sub-objetos bem como todos os objetos os quais podem relacioná-lo.

A figura 3.6 mostra o *framework* do ERP5. No Anexo A são apresentadas as descrições dessas pastas de forma a explicitar o modelo de administração de conteúdo do ERP5 (LEMOS, 2004).

3.4.2 A Infra-estrutura Zope

O ERP5 utiliza a plataforma Zope que é um sistema aberto de gerenciamento de conteúdo aberto. O Zope possui como principais características as seguintes:

- *Banco de dados orientado a objetos*: Permite alterar alguns dados do sistema sem interferir com outros usuários, tendo as principais características da orientação a objetos como a herança, poliformismo e encapsulamento;
- *Listas de controle de acesso*: Zope permite associar cada método para cada classe componente a um grupo de segurança;

- *Publicações de objetos*: Mediante objetos/métodos acessíveis por URL.

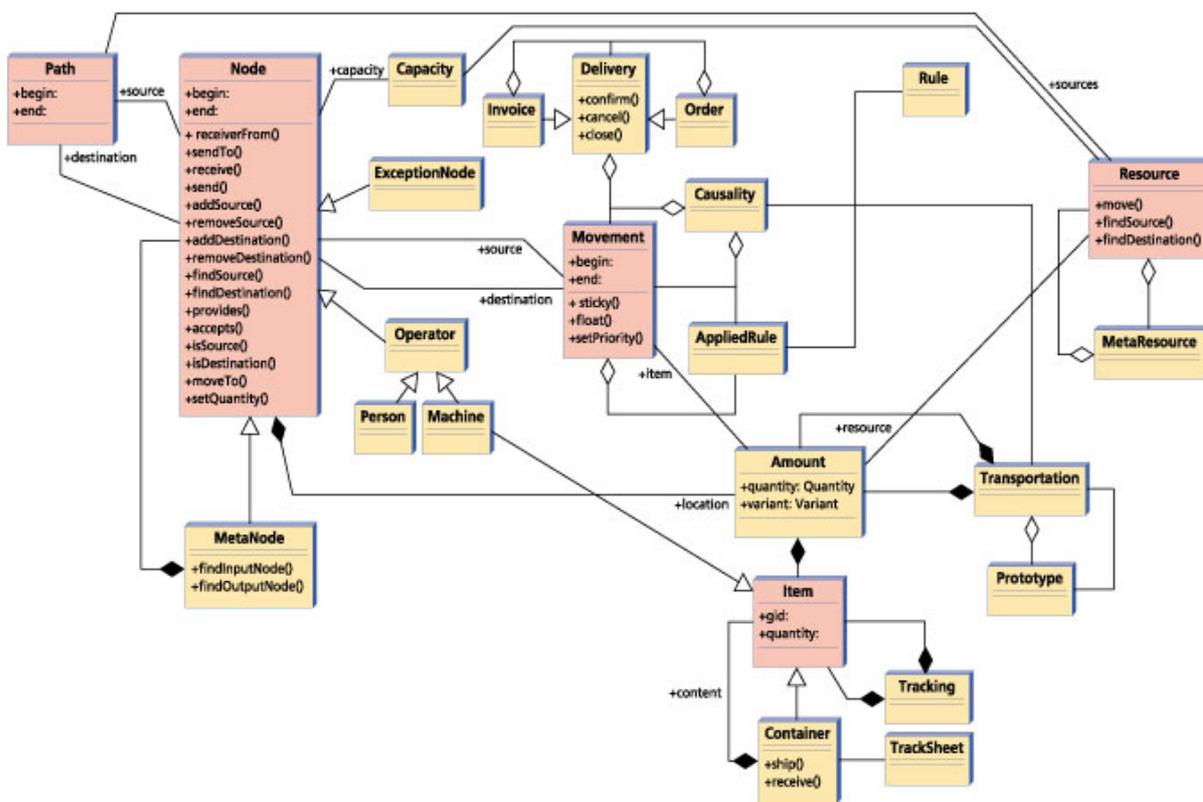


Figura 3.6: *Framework* do ERP5. Smets-Solanes e Carvalho (2003).

Cada objeto no banco de dados do Zope tem uma lista de controle de acesso que permite definir quais perfis podem ter acesso à qual grupo de segurança de métodos.

A plataforma Zope é escrita em linguagem Python³, uma linguagem de programação poderosa que possui estrutura de dados de alto nível, eficiente, e que adota uma abordagem simples e efetiva para a programação orientada a objetos. Além disso, permite que se organize os programas desenvolvidos em módulos que podem ser reutilizados em outros programas escritos nesta mesma linguagem.

³ Maiores informações podem ser obtidas no endereço eletrônico: <http://www.python.org>. Acesso em: 10 fev 2005.

Uma outra característica interessante presente nesta linguagem é que a mesma possui uma vasta coleção de módulos que podem ser utilizados como base para sua aplicação ou como exemplos para estudos e aprofundamentos.

Há também módulos que implementam a manipulação de arquivos e até mesmo acesso a bibliotecas de construção de interfaces gráficas.

3.4.3. Desenvolvimento de Módulos de Sistemas com o *ERP5*

Como visto anteriormente o projeto *ERP5* fornece atualmente um modelo abstrato e uma plataforma computacional para o desenvolvimento e implantação de módulos ou sistemas de *ERP*. Porém, métodos e ferramentas de engenharia de *software* e engenharia de processos devem ser pesquisados para facilitar o desenvolvimento desses módulos ou sistemas, tendo como base o modelo abstrato.

Para facilitar o desenvolvimento de processos e sistemas de informação em determinadas áreas funcionais de uma empresa, tais como finanças, marketing e vendas (ver figura 3.3), modelos de referência podem ser desenvolvidos.

No próximo capítulo serão apresentadas metodologias, linguagens e ferramentas a serem utilizadas para a modelagem dos processos e das informações visando o desenvolvimento do módulo de planejamento da produção do sistema *ERP5*.

“Para que o mundo melhor exista é necessário abstrair.”

AUTOR DESCONHECIDO

4. MODELAGEM EMPRESARIAL

4.1. Conceitos de Engenharia de Software

Para o desenvolvimento de um bom Sistema de Informação, assim como para o desenvolvimento do próprio *ERP5*, é necessário, a utilização de adequadas técnicas de Engenharia de *Software*. Segundo Naur (apud AZEVEDO, 2003) uma primeira definição de engenharia de *software* foi proposta por Fritz Bauer como princípios de engenharia para que se possa viabilizar economicamente um *software* que seja confiável e que funcione eficazmente em máquinas reais.

Lehman (1985) enfatiza que a engenharia de *software* é uma metodologia muito importante utilizada no cenário atual para a construção de sistemas e aplicativos, pois ela vislumbra que uma aplicação usada em ambientes reais de produção deve mudar progressivamente, isto é, sofrer evoluções constantes, ou então se tornaria obsoleta em pouco tempo.

Por conseguinte, quando postulada em 1985, serviu de alerta para todos aqueles engenheiros que buscavam excelência na concepção e realização de projetos de sistemas. Atualmente isso continua sendo o elemento-chave para a competitividade na indústria de *software*.

Pode-se considerar que a engenharia de *software* pode facilitar o reuso, a melhor funcionalidade, a melhor performance, compreensibilidade, e economia do sistema. Para Pressman (2003) a engenharia de *software* abrange um conjunto de elementos fundamentais:

- *As ferramentas:* proporcionam o apoio automatizado ou semi-

automatizado aos métodos;

- *Os métodos:* proporcionam os detalhes de “como fazer” para construir o *software*, envolvendo um conjunto de tarefas como o planejamento e estimativa do projeto, a análise de requisitos de software e de sistemas, projeto de estrutura de dados, arquitetura do programa e algoritmo de processamento, codificação, teste e manutenção;
- *Os procedimentos:* constituem o elo de ligação que mantém juntos os métodos e as ferramentas e possibilita o desenvolvimento racional e admissível do *software* de computador, definindo a seqüência em que os métodos serão aplicados.

Pressman (2003) entende que independente do modelo de desenvolvimento de *software*, o processo deve conter três fases genéricas:

1. *A fase de definição:* onde o desenvolvedor de *software* tenta identificar que informações necessitam ser processadas, quais funções e desempenho são almejados, quais interfaces devem ser estabelecidas, quais restrições de projeto e quais critérios de validação são exigidos para se definir um sistema bem sucedido.

Na fase de definição, os métodos aplicados variam de acordo com a função do modelo, porém existem três etapas específicas:

- *A análise do sistema:* que define o papel de cada elemento num sistema baseado em computador;
 - *Planejamento do projeto de software:* que aborda a análise de riscos, estimativas de custos e a definição de tarefas e programação de trabalho;
 - *A análise de requisitos:* que detalha o escopo através de uma análise do domínio da informação e das funções de *software*.
2. *A fase de desenvolvimento:* define como a estrutura de dados e a arquitetura de *software* têm de ser projetadas, ou seja, como o projeto será traduzido numa linguagem de programação e como os testes têm de ser realizados.

3. *A fase de manutenção*: que se concentra nas mudanças que estão associadas à correção de erros, adaptações e melhoramento funcional do *software*.

Entende-se que a análise de requisitos é uma etapa imprescindível na fase de definição do *software*, sendo formada por um conjunto de técnicas empregadas para levantar, detalhar, documentar, e validar os requisitos de um produto de *software* (AZEVEDO, 2003).

Ainda em Azevedo (2003) a engenharia de requisitos visa à aplicação de técnicas de engenharia em métodos de análise de requisitos, sendo que esta efetua uma ligação entre a necessidade de informatização de processos de negócios ao projeto de *software*, como é mostrado na figura 4.1.

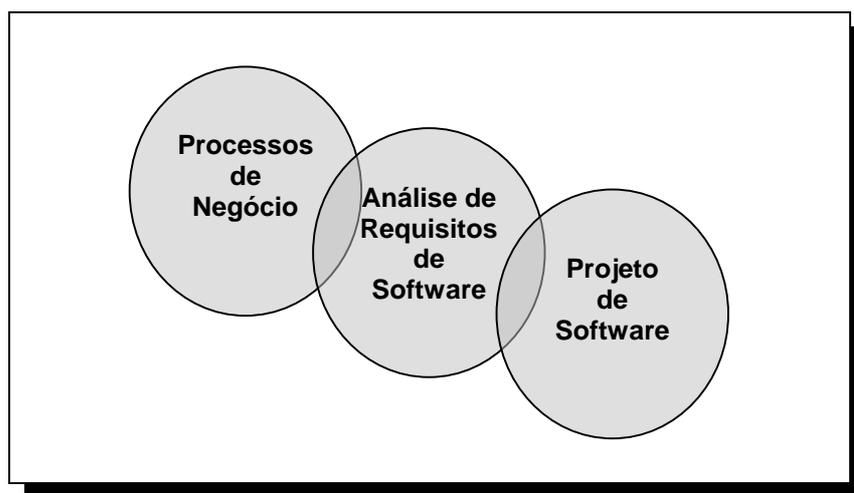


Figura 4.1: Limites da análise de requisitos em sistemas de informações. Adaptado de Azevedo (2003).

As definições acima constituem um elemento importante para o entendimento dos conceitos e ferramentas relacionados à modelagem de empresas. Item que será abordado nas próximas seções.

4.2. Modelagem de Empresas

Segundo Pidd (1998) um modelo é uma representação de parte da realidade vista pela pessoa que deseja usar aquele modelo para entender, mudar, gerenciar e controlar parte daquela realidade.

Já Vernadat (1996) define modelo como uma abstração da realidade expressa por algum formalismo definido por um método de modelagem em função do objetivo do usuário. Sendo assim, a modelagem de empresas está relacionada às seguintes questões: o que (refere-se às operações e objetos processados pela empresa), como (refere-se à maneira como as coisas são feitas), quando (fornece uma noção de tempo e está associado aos eventos representando mudanças no estado da empresa), quanto (por exemplo, aos aspectos econômicos), quem (refere-se aos recursos ou agentes) e onde (aspectos logísticos, por exemplo).

O entendimento da empresa pode trazer melhorias tanto no campo gerencial, como no campo operacional a partir do momento que pode vir a otimizar o planejamento empresarial.

A modelagem trata a complexidade existente nos processos de negócios, e em vários projetos requer um melhor gerenciamento de forma colaborativa, participativa e integrada, gerando a necessidade de integração por meio de diferentes perspectivas (VERNADAT, 1996):

- Integração de mercados;
- Integração de diferentes locais de manufatura e desenvolvimento;
- Integração de fornecedores e consumidores;
- Integração entre a manufatura e projeto;
- Integração de componentes de hardwares e softwares de diferentes fornecedores.

Assim, entende-se que a modelagem da organização permite não só melhor entender requisitos organizacionais que irão interferir nos sistemas, mas também identificar alternativas para os vários processos da organização, facilitando os esforços durante o desenvolvimento do sistema de informação e

permitindo que a análise organizacional seja mais bem integrada aos processos de desenvolvimento do sistema (PADUA, 2002).

Com a ajuda da modelagem é possível simplificar drasticamente a descrição dos processos abstraindo fatos complexos. O objetivo de se modelar é aumentar a transparência dos relacionamentos empresariais, orientando os processos de negócios, para concentrar-se nos componentes relevantes (KELLER e TEUFEL, 1998). Para o suporte ao desenvolvimento de sistemas de empresas (ou negócios) passa-se então a enfatizar além da modelagem, os modelos de referência pela sua importância no projeto desses sistemas.

4.2.1. Modelos de Referência

Um modelo de referência deve conter um determinado grau de generalidade e ser customizável. Um modelo de referência deve servir de base para discussão, uma sugestão formal ou semiformal para a elaboração de modelos específicos, trazendo informações referentes ao projeto de um processo de negócio (VERNADAT, 1996).

Scheer (1998) vislumbra que os modelos de referência podem ser desenvolvidos em situações reais ou teóricas e documentam o *know-how* de um processo que pode ser utilizado por outros. Já Keller e Teuffel (1998) entendem que os modelos de referência podem ser aplicados nos casos de experiência acumulada em um tipo de negócio, e nas soluções de processos de negócios implementadas e executadas em software de gestão empresariais.

4.2.2. Vistas de Modelagem de Empresas

Em um contexto integrado na análise das operações das empresas o processo de modelagem é composto basicamente de modelar as suas partes constituintes (visões ou vistas) e na análise de seus relatórios.

Para o desenvolvimento de um modelo completo de uma empresa a arquitetura ou metodologia usada deve contemplar todas as vistas da empresa, capturando e documentando as respectivas informações, podendo ser a base para uma melhor tomada de decisão e uma melhor documentação para especificar, por exemplo, requisitos de um Sistema de Informação.

Para Curtis et al. (1992) as técnicas de modelagem devem ser capazes de representar quatro vistas básicas que estão relacionadas ao entendimento de como funcionam os processos de negócios:

- *Aspectos funcionais*: descrevem o que deve ser feito;
- *Aspectos seqüenciais e lógicos*: descrevem o comportamento, isto é, o como e quando;
- *Aspectos de informação*: descrevem os dados que serão utilizados e produzidos;
- *Aspectos organizacionais*: descrevem os responsáveis pelas funções.

4.2.3. Metodologias e Arquiteturas para a Modelagem de Empresas

As visões descritas anteriormente constam, de maneira mais ou menos explícitas, nas principais metodologias de modelagem empresarial (VERNADAT, 2002). Essas diversas metodologias têm sido desenvolvidas objetivando diferentes aplicações. A ênfase de cada uma em particular é dada em diferentes aspectos da modelagem, apesar de todas elas contribuírem para a modelagem e integração de uma maneira geral. Abaixo são citadas algumas das principais metodologias atualmente disponíveis (VERNADAT, 1996; ORNELLAS e CAMPOS, 2003) :

CIMOSA

A metodologia *CIMOSA* (*CIM Open Systems Architecture*) é uma proposta para suporte operacional e para conduzir projetos de desenvolvimento ou reengenharia de processos de negócio. Fornece um sistema de arquitetura aberta que torna possível administrar mudanças no ambiente de negócios. Suporta modelos de empresa desde a definição de requisitos até a descrição da implementação, seus usos operacionais e manutenção de modelos;

PERA

A metodologia *PERA* (*Purdue Enterprise Reference Architecture*) é uma proposta para guiar o desenvolvimento do plano-mestre para uma entidade de

negócios de uma empresa. Ela cobre a análise de requisitos, o projeto, implementação e operação de uma entidade de negócios;

GERAM

A metodologia *GERAM (Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology)* é uma proposta para servir como referência metodológica, fornecendo definições e terminologias e um ambiente de modelagem consistente para a construção de modelos reutilizáveis e testados. É pioneira no fornecimento de uma perspectiva de padronização em modelagem de processos de negócio;

ARIS

A metodologia *ARIS (Architecture for Information Systems)* é uma proposta para projetar sistemas de informação de empresas. Fornece suporte específico de modelagem para a área de tecnologia da informação desde o nível operacional ao gerencial. Suporta a modelagem desde o conceito até a efetiva implementação de todo o sistema.

Ainda segundo Ornellas e Campos (2003), estas metodologias vêm obtendo resultados satisfatórios sendo, inclusive, esta última a de maior êxito em se tratando de resultados de atividades comerciais através de sua ferramenta de modelagem correspondente, o *ARIS ToolSet*.

Além das quatro metodologias já citadas, existem atualmente muitas outras, cada qual disponibilizada através de um crescente número de ferramentas graças à evolução de sistemas de informação cada vez mais sofisticados.

A seguir apresenta-se, de forma mais detalhada, a metodologia *CIMOSA*, por ser considerada por pesquisadores da área, uma das mais completas metodologias.

4.3. A Arquitetura CIMOSA

Enfatiza-se nesta seção uma das principais metodologias de modelagem de empresas conhecidas atualmente. A metodologia *CIMOSA (CIM Open System Architecture)*, é desenvolvida como um dos projetos da *ESPRIT (European Strategic Programmed for Research and Development in Information Technology)*,

e propõe um modelo que procura formular e expressar as operações de uma empresa (KOSANKE, 1995).

Kosanke (1995) afirma que *CIMOSA* fornece uma estrutura guia para os usuários na modelagem de requerimentos derivando o projeto e implementação de sistemas, e para suportar o desenvolvimento de componentes do sistema.

O objetivo é estabelecer princípios formais de uma metodologia. *CIMOSA* é capaz de permitir a modelagem de uma empresa, suas operações e também ajudar as empresas a gerenciar mudanças e integrar seus recursos e operações para lidar com a competição mundial em preço, qualidade e tempo de entrega. A base para alcançar essas vantagens competitivas está na implementação de um modelo de empresa integrada (KOSANKE, 1995).

CIMOSA fornece uma estrutura arquitetural consistente para modelagem e integração de empresas como requerido por ambientes CIM, o qual compreende:

- Definições gerais do escopo e natureza da Manufatura Integrada;
- Guias para implementação;
- Uma descrição de sistemas e subsistemas constituintes;
- Um esquema modular de acordo com padrões internacionais.

A arquitetura *CIMOSA* tem difundido o termo processo de negócio e introduziu a abordagem baseada em processos para modelagem integrada de empresas, ignorando fronteiras organizacionais, como oposto de abordagens funcionais ou baseado em atividades (VERNADAT, 1996).

A engenharia e integração de empresas requerem meios específicos para a sua análise e reestruturação. Portanto, a utilização de uma arquitetura de modelagem é imprescindível para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos e de reestruturação de empresas e análise de sistemas de *softwares*, entre outros.

4.3.1. A Estrutura de Modelagem

A estrutura de modelagem *CIMOSA* considera duas partes (VERNADAT, 1996): (i) uma arquitetura particular e (ii) uma arquitetura de referência (ver figura 4.2).

- i. A arquitetura particular é um conjunto de modelos documentando o ambiente empresarial.
- ii. A arquitetura de referência é usada para ajudar os usuários de negócios no processo de construção de sua própria arquitetura particular como um conjunto de modelos descrevendo os vários aspectos da empresa em diferentes níveis de modelagem (ver figura 4.3).

A arquitetura de referência é separada em duas camadas: uma camada genérica proporcionando blocos de construção genéricos (relativa à linguagem de modelagem) e uma camada de modelos parciais consistindo de uma biblioteca de modelos parciais classificados e reusáveis para algum setor da indústria, ou seja, modelos que podem ser adaptados às necessidades específicas da empresa (conceito semelhante ao descrito na seção 4.2.1).

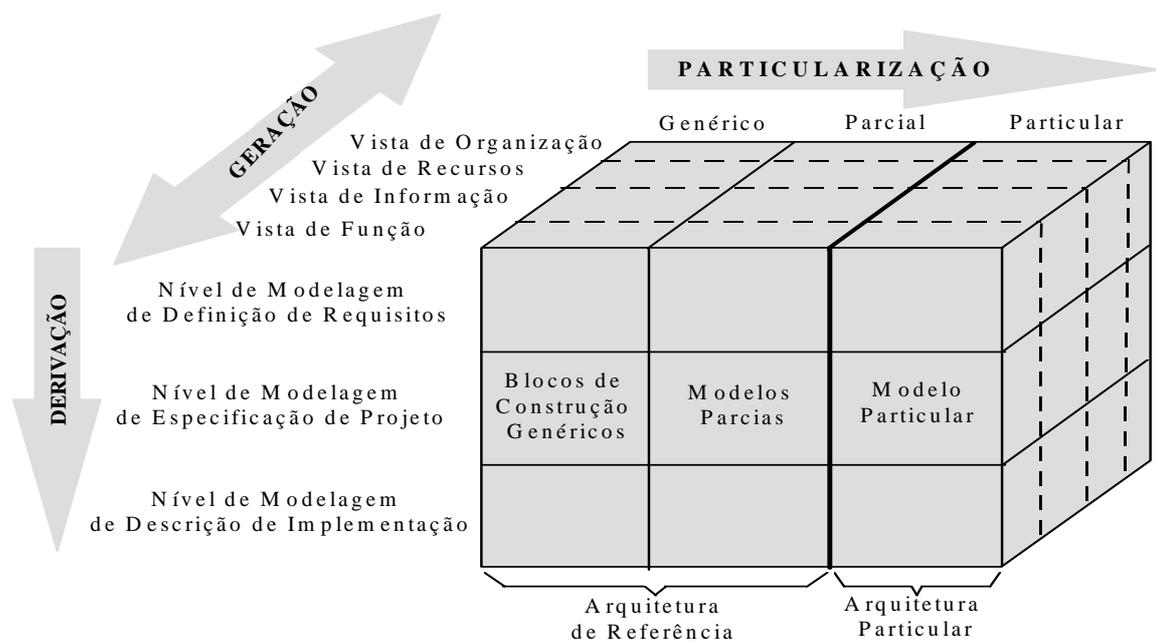


Figura 4.2: Estrutura de modelagem de CIMOSA. Adaptado de Vernadat, (1996).

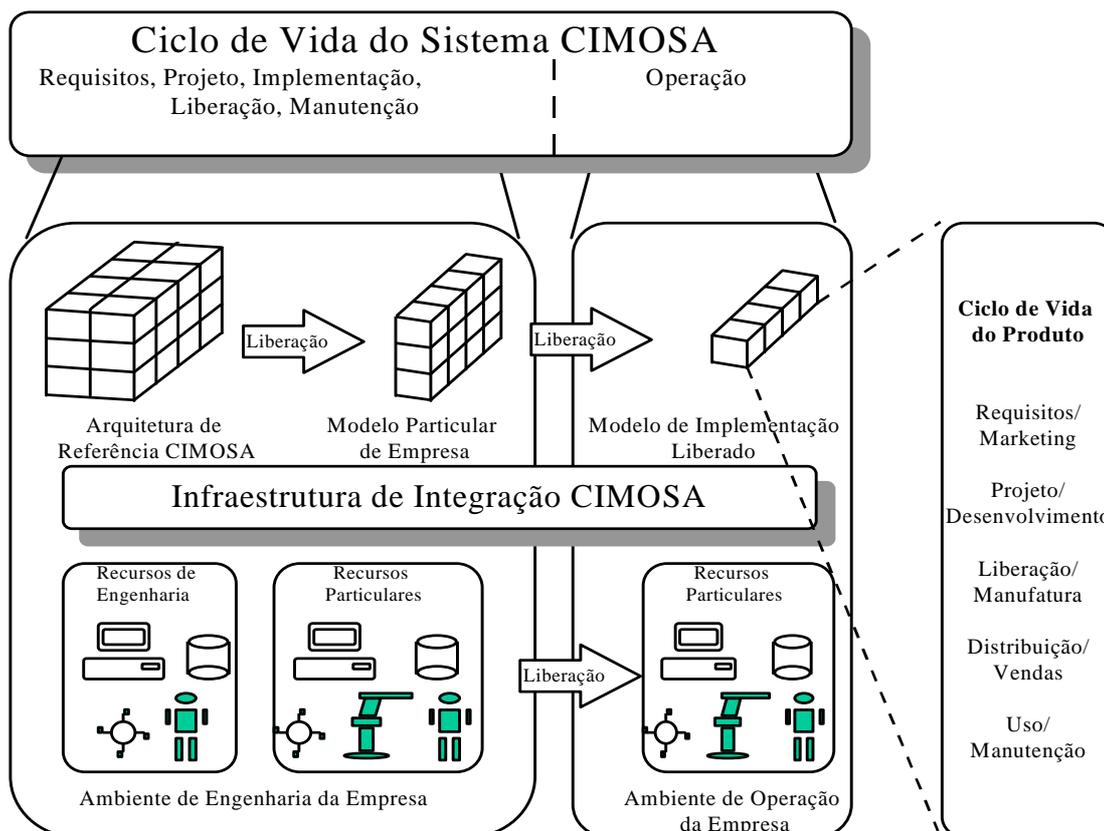


Figura 4.3: Estrutura da arquitetura de CIMOSA. Adaptado de Vernadat (1996).

Além deste princípio de particularização de modelos a partir de modelos parciais (ou de referência), a estrutura de modelagem CIMOSA possui os princípios de Derivação e Geração de modelos (conforme figura 4.2). O princípio de Derivação modela as empresas de acordo com três sucessivos níveis de modelagem (iterações entre esses níveis são permitidos):

- Definição de requisitos para expressar as necessidades do negócio como percebido pelos usuários;
- Especificação de projeto para construir um modelo formal, conceitual e executável do sistema da empresa (o tempo é considerado);
- Descrição da implementação para documentar detalhes da implementação, recursos instalados, mecanismos de gerenciamento de exceções, e para considerar sistemas não deterministas.

O princípio da geração propõe a modelagem de empresas de manufatura de acordo com quatro básicos e complementares pontos de vista (outras vistas podem ser definidas):

- Vista de função: representa a funcionalidade e comportamento da empresa (isto é, eventos, atividades e processos) incluindo aspectos temporais e de gerência de exceções;
- Vista de informação: representa objetos da empresa e seus elementos de informação;
- Vista de recursos: representa meios da empresa, suas capacidades e gerenciamento;
- Vista de organização: representa níveis organizacionais, autoridades, e responsabilidades.

4.3.2. Linguagem de Modelagem

Para suporte à modelagem baseada na visão descrita anteriormente, a camada genérica da arquitetura de referência da estrutura de modelagem *CIMOSA* oferece uma linguagem de modelagem composta de blocos e elementos de construção (construtores de linguagem), consistentes e não redundantes que cobrem os vários aspectos da empresa (vistas de função, de informação, de recursos e de organização).

Os principais construtores das vistas de função, informação, recursos e organização são listados na figura 4.4 (KOSANKE, 1995).

CIMOSA define todos os seus construtores em termos de uma linguagem formal, que são representados através de gabaritos. Porém alguns desses construtores podem ser representados, tanto através de gabaritos, como graficamente.

Ao longo das fases do processo de modelagem de empresa (definição de requisitos, projeto do sistema e descrição da implementação), a linguagem torna-se mais complexa, proporcionando novos construtores para diferentes objetivos de modelagem. Por exemplo, no nível de modelagem referente à definição de requisitos, os construtores são usados essencialmente para definir o problema. Eles não tratam de tempo, exceções e ocorrências ou estados do sistema. Nos

gabaritos, os objetivos do negócio e as restrições são expressos em puro texto, buscando definir orientações e limites do negócio para a parte da empresa que se está analisando.

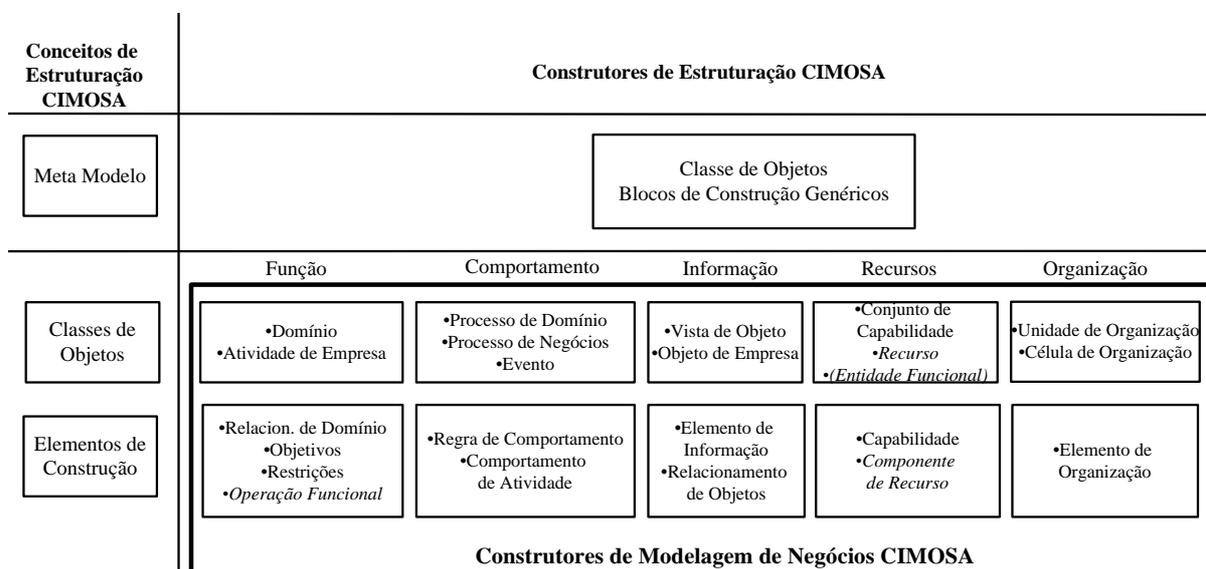


Figura 4.4. Principais blocos e elementos de construção CIMOSA. Adaptado de Kosanke (1995).

Como exemplo, podemos ter na definição dos requisitos, vista de função, construtores com os seguintes significados:

- *Domínios*: definem a área funcional da empresa. São construtores usados para definir a parte da empresa relevante para a obtenção de um conjunto de objetos de negócio, isto é, utilizado para especificar a abrangência do escopo e conteúdos de um modelo.
- *Relacionamento de Domínio*: define interações entre dois domínios distintos;
- *Eventos*: definem solicitação de ocorrências do mundo real (incluindo requisição e pedido, bem como tempo). Eles são usados para iniciar Processos de Domínio (e, portanto indiretamente ativando um Processo de Negócio/Atividade de Empresa). Eles também podem ser usados para impor condição ao fluxo de controle de um processo de negócio dentro de um domínio de processo (isto é, eles também podem estar envolvidos em condições de disparo de processos de negócio ou

atividades de Empresa);

- *Declaração de Regras:* define as regras de restrições do negócio impostas no projeto, implementação ou execução de Processos de Domínio, Processos de Negócio e Atividades de Empresa.
- *Processos de Domínio:* são processos de alto nível, definindo um processo isolado disparado por Eventos e produzindo um resultado final definido (saída de função). Processos de domínio são o primeiro nível da decomposição funcional dos domínios. Eles devem ser disparados por Eventos;
- *Processos de Negócio:* são subprocessos de Processos de Domínio. Eles não podem ser diretamente disparados por eventos e são sempre chamados por um “processo pai” (um processo de domínio ou outro processo de negócio);
- *Comportamento:* ambos os Processos de Domínio e Processos de Negócio têm um comportamento, ou seja, um fluxo de controle definido por significados de regras de negócio, e podem ter uma parte funcional definida que são as entradas e as saídas;
- *Atividade de Empresa:* descreve as funcionalidades básicas da empresa (isto é, como as coisas são). Atividades de Empresa são definidas por suas Entradas de Função, Saídas de Função, Entradas de Controle, Saídas de Controle, Entradas de Recursos, Saídas de Recursos e Estado final, e não têm um comportamento definido neste nível de modelagem. Elas são sempre chamadas por um processo pai;

Então, um modelo de empresa *CIMOSA* é um conjunto consistente de construtores que, quando completo, deve ser auto-explicativo e fornecer uma documentação precisa das operações da empresa.

4.3.3. Processo de Modelagem Cimosa

CIMOSA fornece uma seqüência de atividades para o desenvolvimento de modelos de empresas, definindo um processo de modelagem, que pode ser

decomposto em três subprocessos, posteriormente detalhado em uma série de atividades. Ao final de cada um dos três subprocessos obtêm-se modelos, chamados: Modelo de Definição de Requisitos (MDR), Modelo de Especificação de Projeto (MEP) e Modelo de Descrição da Implementação (MDI). Segue uma breve descrição de cada subprocesso (VERNADAT, 1996):

MODELAGEM DA DEFINIÇÃO DE REQUISITOS

Nesta fase inicial da modelagem realiza-se a definição de requisitos para a área ou parte da empresa a ser modelada. Os requisitos do sistema são expressos em termos das classes de construtores da linguagem *CIMOSA*, definindo “o que” tem que ser feito, sem considerar restrições de implementação, resultando no MDR. As atividades (ou fases) constituindo esse subprocesso são: estabelecimento de domínio, análise comportamental, análise operacional, análise de informação, análise de recursos, análise de organização e verificação de consistência.

MODELAGEM DA ESPECIFICAÇÃO DE PROJETO

Nesta fase subsequente ao processo da definição de requisitos, especifica-se “como” os requisitos do sistema devem ser implementados, levando em consideração as políticas relevantes da empresa, objetivos, restrições da empresa, resultando no MEP. Este subprocesso é constituído das seguintes fases: Consolidação do MDR, projeto do comportamento, projeto operacional, projeto do sistema de informação, projeto do sistema de recursos, projeto da organização e verificação de Projeto.

DESCRIÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO

A fase de construção e liberação do sistema é relativa a implementação do sistema da empresa. Isto envolve essencialmente a provisão de recursos (reutilização, compra ou construção), instalação, integração e testes no ambiente de engenharia de empresas. As fases que constituem este processo são Provisão de Recursos, Atualização do MEP, Instalação de Recursos, Atualizações do MDI, Verificação da Operação, Atualização do MDI, Liberação do MDI.

4.4. IDEF e SADT

4.4.1 SADT (*Structured Analysis and Design Technique*)

A técnica SADT foi desenvolvida originalmente para a engenharia de software e não como um método para projeto de sistemas CIM. Mais tarde, SADT tornou-se uma metodologia para análise de problemas, definição de requisitos e especificação funcional para muitos domínios de aplicação. O objetivo de SADT não é resolver problemas, mas ajudar pessoas a se expressar, entender e checar elementos do problema (VERNADAT, 1996).

SADT é baseada numa metodologia estruturada para a decomposição de sistemas complexos em funções, subfunções e assim por diante. Este princípio é conhecido como decomposição funcional e pode ser aplicado a qualquer tipo de sistema. Esse princípio foi adotado por quase todos os métodos utilizando a análise funcional de sistemas. O método SADT consiste de duas principais partes:

- Uma linguagem de diagrama para análise estrutural;
- Uma técnica de análise e projeto.

A linguagem de diagramas é baseada em uma notação gráfica simples chamada de caixa de análise estruturada. Este construtor possui uma natureza dupla: uma é chamada *ativograma* que é utilizada para representar atividades (no caso de uma transformação), e a outra é chamada *dadograma* que é utilizada para representar dados (no caso de análise de informações ou dados). Sua estrutura e significados são:

- A caixa representa a atividade a ser realizada (respectivamente, o formulário ou dados a serem analisados);
- A seta do lado esquerdo da caixa representa os objetos de controle, isto é, o que deve ser transformado;
- A seta de cima da caixa representa objetos de controle, isto é, objetos usados pela atividade, mas não modificados (atividades de controle sobre os dados);

- A seta do lado direito da caixa representa os objetos de saída, isto é, o que deve ser produzido ou transformado (atividades de destino dos formulários/dados);
- A seta de baixo representa mecanismos, isto é, recursos necessários (mecanismos que processam os formulários/dados)

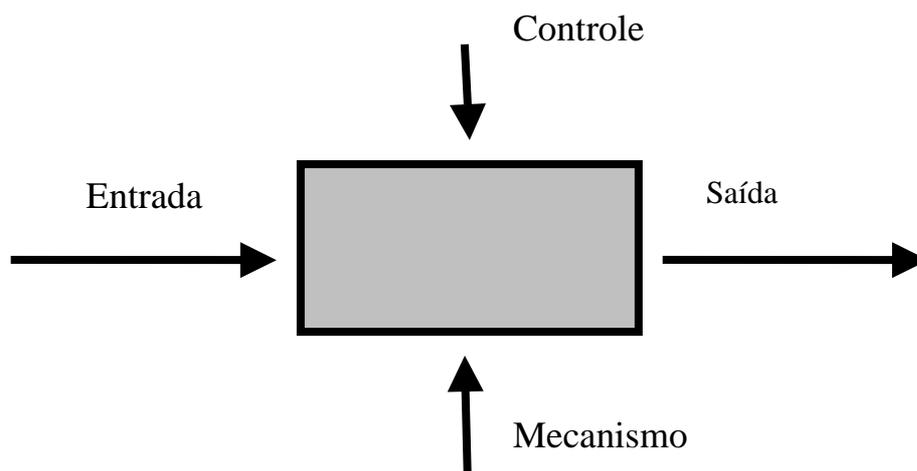


Figura 4.5: Caixa ICOM. Adaptado de Vernadat (1996).

As setas de entrada, saída e controle definem as interfaces da caixa enquanto que a seta de mecanismo define o suporte para execução. No caso de modelos de dados, o mecanismo define o canal de comunicação para o transporte ou distribuição de formulários/dados (VERNADAT, 1996).

A técnica SADT consiste de duas principais fases:

1. A fase de análise a qual envolve:

- A elaboração de *ativigramas* e *dadogramas* do sistema analisado. O nível de cima é chamado A0;
- A definição das relações para cada tipo de diagrama;
- A modificação de diagramas de acordo com as observações e sugestões feitas por usuários de negócios (especialistas de aplicação, porém não envolvidos diretamente na fase de modelagem);
- A análise do sequenciamento das atividades.

2. A fase do projeto começa depois da fase de análise quando todos os requisitos e restrições do sistema foram expressos. Ela consiste da detecção de

anomalias no sistema modelado e propostas de correções para essas anomalias através da criação de modelos do sistema desejado.

4.4.2. IDEF (ICAM Definition Method)

O *IDEF* foi desenvolvido como parte do programa ICAM da Força Aérea dos Estados Unidos no início da década de 80 (ICAM, 1981). Baseia-se na técnica SADT para modelar empresas. O método IDEF compreende três técnicas de modelagem: IDEF0, IDEF1x e IDEF2 (VERNADAT, 1996).

- *IDEF0*: é baseado SADT, e foi desenvolvido para representar atividades ou processos que são utilizados em uma organização. Sendo que esta metodologia faz uso apenas de atividogramas ou caixas de atividades SADT (Caixa ICOM). Normalmente o IDEF0 utiliza a caixa ICOM para simbolizar a entrada e saída de dados, bem como os mecanismos de implementação e controle, que podem ser usados para modelar diferentes atividades.
- O *IDEF1x*: baseia-se em descrever os modelos de informação representados através de entidades e relacionamentos. Cada objeto de informação é modelo com uma entidade. Entidades podem ser conectadas por linhas nomeadas representando relacionamentos.
- O *IDEF2*: modela o comportamento dinâmico da empresa usando uma notação gráfica derivada da teoria de rede de filas. IDEF2 foi recentemente estendido com IDEF3 para a modelagem do comportamento da empresa e IDEF4 para a definição de ontologias.

As principais vantagens do método IDEF são: é simples e fácil de entender e ele é suportado por várias ferramentas computacionais comercialmente disponíveis. As principais desvantagens: modelagem de informação é limitada para o projeto completo de um sistema de informações; ele produz um modelo estático que não pode ser computacionalmente processável (VERNADAT, 1996).

O conjunto de métodos *IDEF* (principalmente IDEF0 e IDEF1X) pode ser utilizado para engenharia de sistema no nível de análise de requisitos.

4.5. Modelagem por Processos de Negócio

A modelagem dos processos de negócios geralmente é considerada dentro das vistas funcional (como em *CIMOSA*), ou dentro da vista de comportamento das arquiteturas ou metodologias da modelagem, descrevendo o comportamento da empresa. Nas recentes metodologias e arquiteturas, a modelagem dos processos também é considerada importante, sendo que nesta sessão são realizadas algumas definições.

A modelagem de processos se difere da modelagem de negócios em alguns pontos. Pode-se definir modelagem de negócio como a modelagem de todo o negócio da empresa (estratégia, processos, informações, recursos, organização, etc.), ou pode ser considerada como a modelagem dos principais conceitos envolvidos no negócio, seus objetivos, pontos fortes, pontos fracos e demais questões estratégicas. Algumas linguagens, metodologias e arquiteturas definem uma vista de negócios (ERIKSSON e PENKER, 2000).

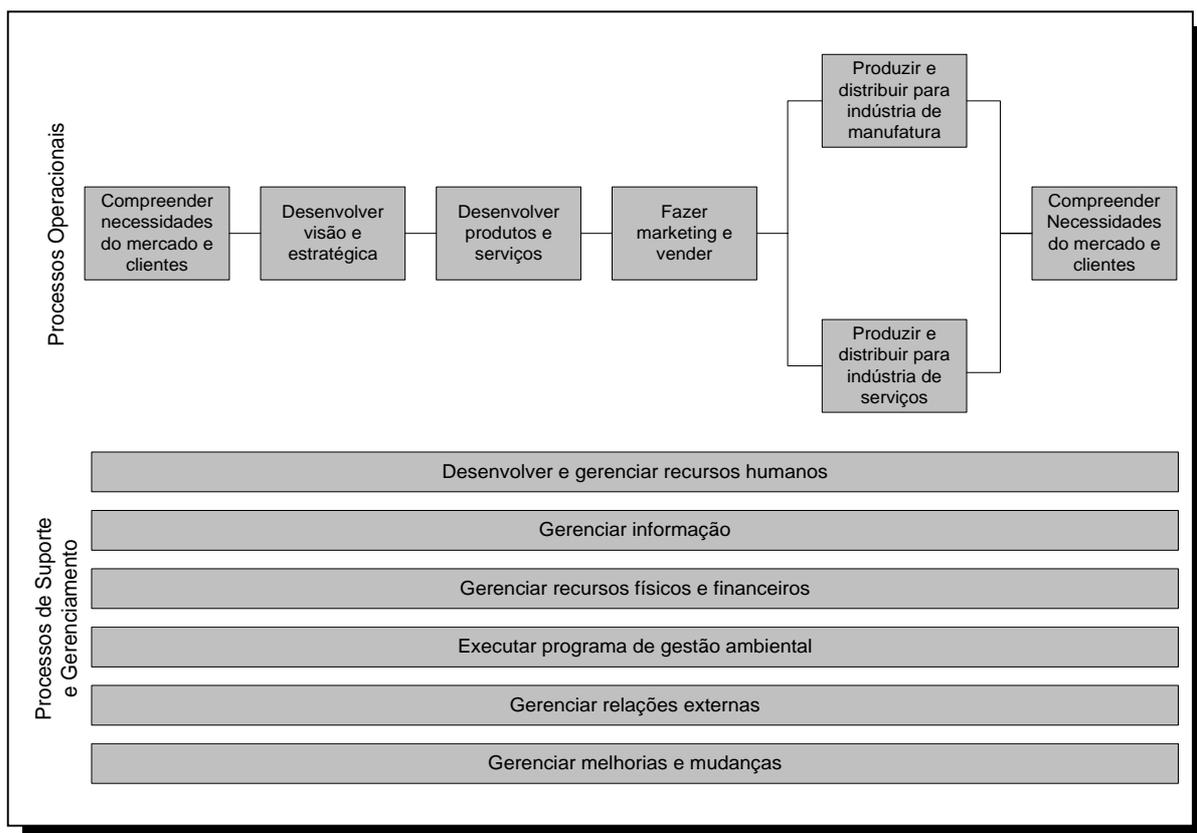
A modelagem de processos se difere da modelagem de negócios, por se empenhar em explicar e melhorar a estrutura e funcionamento de um negócio. O modelo de processos preza a ordenação das atividades desenvolvidas, bem como definindo “o que” deve ser feito e “como” deve ser feito. O conceito principal usado pela modelagem de processos é a descrição das atividades dos negócios e como elas se relacionam e interagem com os recursos no negócio para alcançar um objetivo para a operacionalização do mesmo.

Rotondaro (1997) define processo como uma seqüência organizada de atividades, que transforma as entradas dos fornecedores em saídas para os clientes, com um valor agregado. A visão de processo delineado a um tipo de negócio originou uma categoria de processos, chamados de Processos de Negócios (PN).

Para Johansson et al. (1995) um conjunto de atividades ligadas que tomam um *input* (entrada) e o transforma para criar um *output* (saída) pode ser definido como um PN. Vernadat (1996) complementa esta definição de PN como uma seqüência de atividades de uma empresa, cuja execução é desencadeada por algum evento e resultará em seu final em algo observável e quantificável.

As definições de PN são usadas para entender as partes do negócio, podendo ser utilizadas para análise estratégica do mesmo (ameaças, oportunidades, melhorias e inovações). Decompor a empresa em funções de negócio, sem se preocupar com uma visão organizacional (desconsideração dos limites entre departamentos), facilitaria a definição do contexto onde o sistema de informação irá atuar (Feliciano,1996).

Rozenfeld (1996) define que PN é um fenômeno que ocorre dentro das empresas. Ele contém um conjunto de atividades, associadas às informações que manipulam, utilizando os recursos e a organização da empresa. Segundo Goulart (2000) podemos utilizar como exemplo de PN que ocorrem dentro de uma empresa as classificações propostas pela American Productivity & Quality Center (APQC)¹, sendo que esta classificação pode ser dividida em treze PNs composta por dois grupos: Processos Operacionais, e Processos de Gerenciamento e Suporte. Essas classificações são apresentadas no quadro 4.1.



Quadro 4.1: Classificação de processos de negócios. Adaptado de APQC (2004).

¹ Maiores informações podem ser obtidas através do endereço eletrônico: <http://www.apqc.com>. Acesso em: 10 jul 2004.

A análise de processos de negócios requer a discussão entre diferentes grupos de projetos; com outros grupos, entre *experts* e gerentes de empresas e membros de projetos. Conseqüentemente a modelagem de negócios tem etapas essenciais no processo de reorganização de empresas (GOULART, 2000).

Na modelagem de negócios a decomposição de atividades serve como uma maneira de descobrir novas atividades de valores adicionais, bem como uma forma de clarear o estudo de recursos, objetos e atividades. O modelo de processos de negócios inter-organizacionais é necessário para explicar como o modelo de negócios funciona e resulta em muitos pedidos para o sistema de informação.

O modelo de processo de negócios mostra a seqüência das atividades a serem realizadas por um ator, quais são os atores envolvidos nas operações, quais atividades são executadas por quais atores, quais são as entradas e saídas das atividades, e por fim quais atividades podem ser realizadas em paralelo para um caso específico.

A modelagem de processos auxilia o processo de racionalização da modelagem de negócios, e atualmente é considerada para o levantamento de requisitos dentro das atuais metodologias de desenvolvimento de sistemas de informações, como a *Rational Unified Process* (RUP) (ERIKSON e PENKER, 2000) e a Metodologia Rápida de Desenvolvimento de *Software* (MRDS), apresentada a seguir.

4.6. Metodologia Rápida de Desenvolvimento de Software

A Metodologia Rápida de Desenvolvimento de *Software* Orientado a Objetos (MRDS) foi desenvolvida para o uso em pequenas e médias empresas, se diferenciando de outras metodologias existentes no mercado por ser menos complexa e envolver uma menor quantidade de fases de desenvolvimento, que as outras metodologias orientadas a objetos atualmente utilizadas como o RUP²(SILVEIRA e SCHMITZ, 2002).

² No anexo B são apresetados os principais conceitos da metodologia orientada a objetos.

A MRDS abrange desde as fases do desenvolvimento que vão desde a modelagem de processos de negócio até o projeto detalhado das classes. O esforço da modelagem é concentrado na produção de modelos que são utilizados para a geração do código fonte do sistema, obtendo assim um baixo custo tanto na implantação como para sua utilização.

Uma metodologia, como já conceituado, anteriormente, são os passos a serem seguidos para a obtenção de um objetivo. A metodologia para desenvolvimento de sistemas especifica a seqüência de passos a serem seguidos para o desenvolvimento de um sistema de informação, sendo que a mesma deve ser feita analogamente e associativamente com um conjunto de atividades, seus produtos e principalmente suas regras, garantindo a passagem para a próxima fase (PRESSMAN, 2003).

Os produtos de diferentes fases de uma metodologia são especificações que descrevem com certo grau de abstração o sistema de informação a ser desenvolvido, sendo que esta especificação abstrata é chamada de modelo. Conseqüentemente quando os modelos de um sistema de informação ressaltam a abstração de modo diferente nas diferentes fases. A MRDS tem como objetivo principal a diminuição dos documentos produzidos na construção de um sistema de qualidade se constituindo em três fases principais (figura 4.6): a modelagem de processos, o modelo de requisitos, e o modelo de análise e projeto (SILVEIRA e SCHMITZ, 2002).

A fase de modelagem de processos descreve os processos propriamente ditos, como eles são entendidos e otimizados dentro da organização. Conseqüentemente vislumbra a representação de um processo de negócio, por uma seqüência de atividades, que processam vários *inputs* e *outputs* e que possuem objetos (SILVEIRA e SCHMITZ, 2002).

Invariavelmente um processo descreve uma seqüência de passos ou atividades que podem ser expressas em ações por indivíduos, grupos ou um sistema de informação. Posteriormente a especificação detalhada das atividades, são determinados os requisitos necessários para a sua execução.

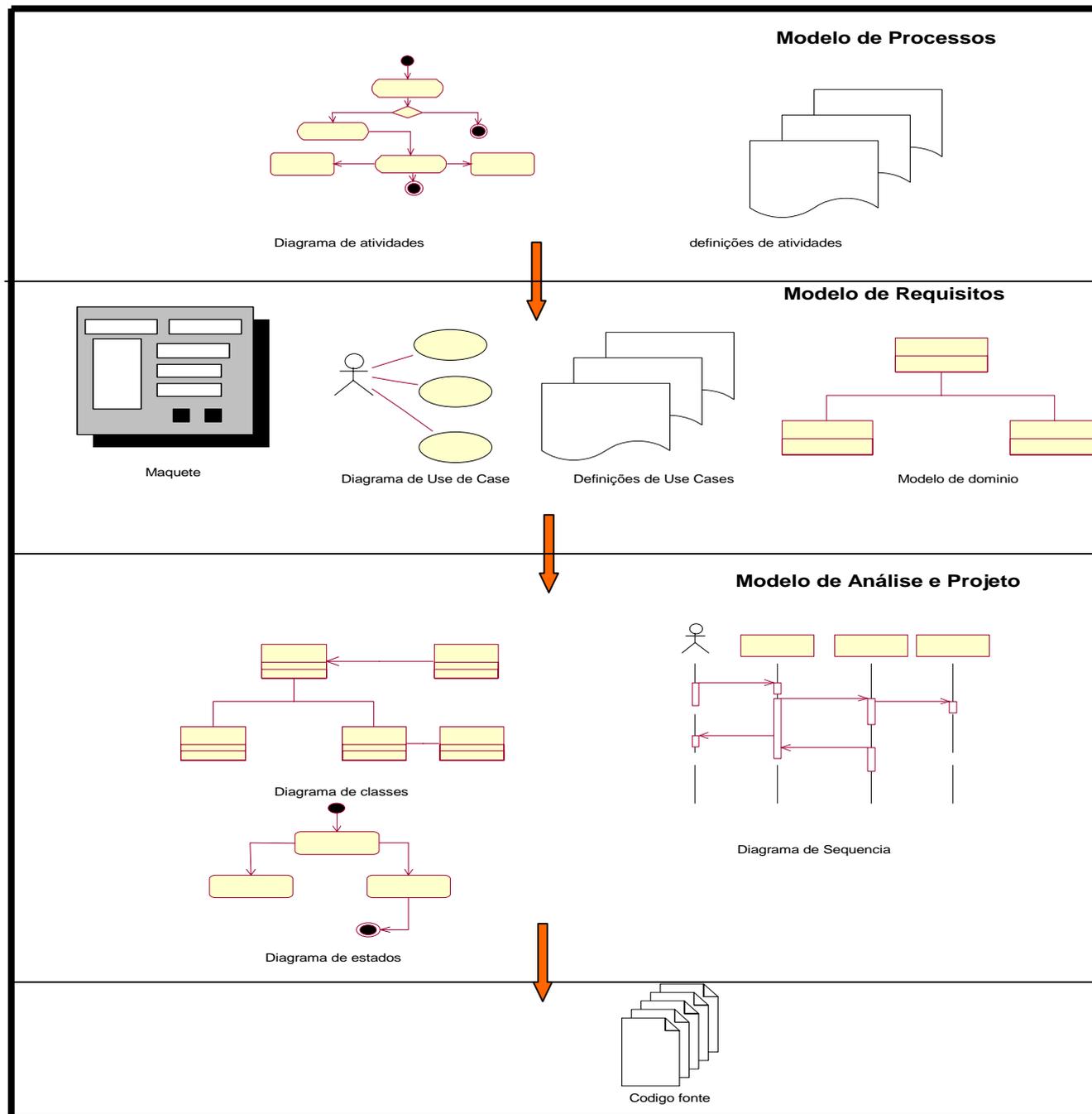


Figura 4.6: Visão Geral da MRDS. Adaptado de Silveira e Schimitz (2002).

Os produtos dessa fase são os processos (coleções de atividades), as atividades (são as tarefas, ou trabalhos a serem realizados), os artefatos (são

produtos produzidos ou consumidos por atividades durante a realização), recursos (representam tudo que é necessário para a execução de uma atividade), transições (encadeamentos entre duas atividades) e os desvios (condições para as transições entre duas ou mais atividades) (SILVEIRA e SCHMITZ, 2002).

Já o modelo de requisitos tem por objetivo especificar as funcionalidades de um sistema a ser desenvolvido. Um requisito é uma especificação de uma determinada ação ou condição que o sistema deverá satisfazer. Os passos a serem seguidos na construção do modelo de requisitos seguem os seguintes itens (SILVEIRA e SCHMITZ, 2002):

1. *Definir o escopo do sistema:* essa definição deverá ser retirada do diagrama de atividades;
2. *Criar uma versão preliminar de domínio:* definem-se as atividades, devendo ser melhorado e corrigido à medida do detalhamento dos casos de uso;
3. *Executar iterativamente as seguintes etapas:* listar os casos de uso e os atores, acrescentando a cada um dos casos de uso, uma maquete da interface e uma definição para eles.
4. *Estruturar os Casos de Uso:* definir as extensões para os casos e definir os casos que podem ser colocados em evidência e serem reaproveitados.

Os produtos dessa fase são o modelo de Casos de Uso (pacotes com casos de uso que mostram os atores e suas relações), Maquete (interfaces gráficas contendo telas, botões, campos etc.)

Por fim, o modelo de análise e projeto é composto pelos modelos estático (diagrama de classes) e dinâmico (diagrama de seqüência e de estados), tendo como objetivo a construção do sistema. O roteiro para construção do modelo é (SILVEIRA e SCHMITZ, 2002):

1. Cada pacote de caso de uso definido no modelo de requisitos deverá definir um diagrama de classe, com o seu respectivo relacionamento, interface e controle;
2. Cada pacote de caso de uso deverá definir um diagrama de seqüência, sendo essencial para a definição da implementação deste no sistema.

3. Criar um diagrama de transição de estados para as classes de domínio, interface e controle;
4. Examinar novamente os diagramas de classes para verificar se algumas relações poderão ser descobertas;
5. Verificar os modelos para tirar erros de consistência entre modelos definidos.

A seguir é descrita a linguagem *UML*, a qual pode ser utilizada junto a qualquer outra metodologia ou técnica orientada a objetos, como a MRDS.

4.7. A UML

Um dos grandes problemas no desenvolvimento de novos sistemas utilizando a orientação a objetos nas fases de análise de requisitos, análise de sistemas e design é a complexidade dessas notações e a necessidade de uma notação padrão e realmente eficaz que abranja qualquer tipo de aplicação que se deseje. A existência de várias metodologias específicas fazia com que cada simbologia existente possuísse seus próprios conceitos, gráficos e terminologias, resultando numa grande confusão, especialmente para aqueles que querem utilizar a orientação a objetos.

Em função dessa complexidade foi desenvolvida a *UML (Unified Modeling Language)*, que surgiu da união de três metodologias de modelagem: o método *OOSE (Object-Oriented Software Engineering)* de Rumbaugh, o método *OMT (Object Modeling Technique)* de Jacobson e o Método Booch (FOWLER, 2000).

Grady Booch e James Rumbaugh na *Rational Software Corporation* iniciaram os trabalhos na *UML* em 1994. Suas metas eram a criação de um novo método, um "método unificado" que iria unir os métodos Booch e OMT, onde Rumbaugh era o principal desenvolvedor. Em 1995 Jacobson priorizou o método *OOSE*. A *Rational Software* ainda adquiriu a *Objective Systems*, a companhia suíça que desenvolvia e distribuía o método *Objectory* (BOOCH et al, 2000).

Os futuros desenvolvedores da *UML* perceberam que seus trabalhos estavam mais direcionados à criação de uma linguagem padrão de modelagem. Daí a renomeação do trabalho para "linguagem unificada de modelagem" (SCHACHERI, 2003).

A *UML* tem como principais objetivos a modelagem de sistemas (não apenas de software) usando os conceitos da orientação a objetos, bem como estabelecer uma união fazendo com que métodos conceituais sejam também executáveis e por fim criar uma linguagem de modelagem que pode ser usada tanto pelo homem quanto pela máquina.

Considerando as cinco fases do desenvolvimento de *softwares* (fases de análise de requisitos, análise, design, prototipação e manutenção), as três primeiras utilizam em seu desenvolvimento cinco tipos de visões, nove tipos de diagramas e vários modelos de elementos que são utilizados na criação dos diagramas e mecanismos gerais, que todos em conjunto especificam e exemplificam a definição do sistema, tanto a definição no que diz respeito à funcionalidade estática como dinâmica do desenvolvimento de um sistema. Antes de se abordar cada um destes componentes separadamente, seguem as partes que compõem a *UML* (ERIKSSON e PENKER , 2000):

- *Diagramas*: os diagramas são os gráficos que descrevem o conteúdo em uma visão. *UML* possui nove tipos de diagramas que são usados em combinação para prover todas as visões do sistema.
- *Visões*: mostram *diferentes aspectos do sistema que está sendo modelado*. A *visão* não é um gráfico, mas uma abstração consistindo em uma série de diagramas e também podem servir de ligação entre a linguagem de modelagem e o método/processo de desenvolvimento escolhido;
- *Modelos de Elementos*: os conceitos usados nos diagramas são modelos de elementos que representam definições comuns da orientação a objetos como as classes, objetos, mensagem, relacionamentos entre classes incluindo associações, dependências e heranças;
- *Mecanismos Gerais*: os mecanismos gerais fornecem comentários suplementares, informações, ou semântica sobre os elementos que compõem os modelos; eles fornecem também mecanismos de extensão para adaptar ou estender a *UML* para um método/processo, organização ou usuário específico;

A *UML* consiste como já citado, em nove tipos de diagramas. Os diagramas de visão estática: casos de uso, classes, objetos, componentes, distribuição. E os diagramas de visão dinâmica: seqüência, colaboração, estados e atividades. As bases da *UML* são fáceis de aprender, e seus construtores muito poderosos, sendo capazes de modelagens mais avançadas (ERIKSSON e PENKER, 2000).

O desenvolvimento de um sistema complexo não é uma tarefa fácil. O ideal seria que o sistema inteiro pudesse ser descrito em um único gráfico e que este representasse por completo as reais intenções do sistema sem ambigüidades, sendo facilmente interpretável. Infelizmente, isso é impossível. Um único gráfico é incapaz de capturar todas as informações necessárias para descrever um sistema.

A *UML* se baseia em notações que consistem na parte gráfica que é vista em seus modelos. Um exemplo é a notação gráfica dos diagramas que define itens e conceitos que são apresentados como a classe, a associação e a multiplicidade. A seguir são descritos os diagramas da *UML*, sendo que exemplos desses diagramas podem ser encontrados no capítulo 5.

4.7.1. Diagrama de Casos de Uso

Diagrama de casos de uso é o tipo de estrutura que representa a seqüência completa de eventos de um ator que executa o sistema, ou seja, a seqüência de passos que descrevem as interações entre o usuário e o sistema (LARMAN, 2000).

Os atores iniciam a comunicação com o sistema através dos casos de uso, onde o caso de uso representa uma seqüência de ações executadas pelo sistema e recebe do ator que lhe utiliza dados tangíveis de um tipo ou formato já conhecido. O valor de resposta da execução de um caso de uso (conteúdo) também já é de um tipo conhecido. Tudo isso é definido juntamente com o *use case* através de texto de documentação.

4.7.2. Diagrama de Classes

O diagrama de classes é considerado como a visão lógica estática da estrutura do sistema e descreve os tipos de objetos do sistema e os relacionamentos entre eles. Neste diagrama são definidas as classes, através de seus métodos e atributos (GUEDES, 2004).

4.7.3. Diagramas de Interação

São estáticos por natureza e úteis para capturar a representação dos objetos e suas interações no tempo de execução, em geral partindo de um caso de uso (evento de entrada). São divididos em dois tipos (GUEDES, 2004):

- *Diagrama de Seqüência*: mostra as interações entre os objetos a partir de um evento disparado pelo usuário em forma de linha de tempo;
- *Diagrama de Colaboração*: mostra as ligações estáticas entre os objetos e como elas são ativadas a partir de um evento e as mensagens entre os objetos, ordenadas em tempo de execução.

4.7.4. Diagrama de Estados

O diagrama de estados é a descrição comportamental dos componentes do sistema, demonstrando todos os estados de um objeto, como esses estados mudam (transições) e como os objetos podem responder aos eventos (GUEDES, 2004).

4.7.5. Diagrama de Atividades

Considerado uma variação do diagrama de estados, ou seja o estado de ação, o diagrama de atividades mostra os fluxos de execução internos do sistema. Em geral a partir dos diagramas de casos de uso, permitem a representação de concorrência na execução de fluxos, através da técnica de desenho em *swim lanes* que são as responsabilidades relacionadas às atividades, ou seja, são desenhadas as atividades do sistema (GUEDES, 2004).

4.7.6. Diagrama de Implementação

O diagrama de implementação é utilizado juntamente com o diagrama de componentes para representar os relacionamentos físicos e lógicos entre os componentes de *hardware* e *software* do sistema, sendo bastante aplicado onde é necessária uma representação da distribuição de componentes de um sistema segundo as definições abaixo (GUEDES, 2004):

- *Diagrama de Componente*: é um gráfico de componentes com o propósito de modelar a visão de implementação e seus relacionamentos;
- *Diagrama de Implantação*: denota vários dispositivos de hardware e suas interfaces físicas como processador, impressora, memória e disco.

4.7.7. Ferramentas CASE para Modelagem com UML

As ferramentas Case baseadas na linguagem *UML* são *softwares* que de alguma forma colaboram para a execução das atividades de engenharia de *software*. Dentro delas podemos descrever as principais disponibilizadas pelo mercado, como (GUEDES, 2004):

- *Rational Rose*: é uma das ferramentas mais completas do mercado, sendo totalmente orientada à *UML*. Foi desenvolvida pela empresa *Rational* e a primeira a disponibilizar uma ferramenta *CASE para UML* (www.rational.com).
- *Visual Paradigm for UML* ou *VP UML*: é uma ferramenta gratuita encontrada no site www.visual-paradigm.com, estando disponível nas versões *Standard* ou *Professional*.
- *Poseidon for UML*: esta ferramenta também possui uma edição para comunidade apresentando menos restrições que a ferramenta *visual-paradigma*, no entanto o desempenho é um pouco inferior a *VP-UML*, sendo disponível no site www.gentleware.com. O *poseidon* é baseado no *Argo-Uml*.
- *Argo-UML*: é uma ferramenta totalmente grátis, porém com características mais limitadas que as outras ferramentas, tendo

similaridades com o *Poseidon*. Este projeto é de código aberto possibilitando que as empresas utilizem seus códigos como base para uma nova ferramenta. Atualmente ela pode ser encontrada no site www.argouml.tigris.org.

4.7.8. Exemplo de Utilização da UML para a Modelagem de Empresas

Tsai e Sato (2003) propõem um modelo em UML para Planejamento, Programação e Controle da Produção para desenvolver um sistema contemplando o planejamento de requisitos de materiais, programação orientada a tarefas/operações, compras e controle da produção, para processar/tratar as incertezas relativas a estoque, pedidos de compras liberados, operações e materiais em processo (*WIP*).

A figura 4.6 mostra o diagrama de classe do modelo proposto por Tsai e Sato (2003):

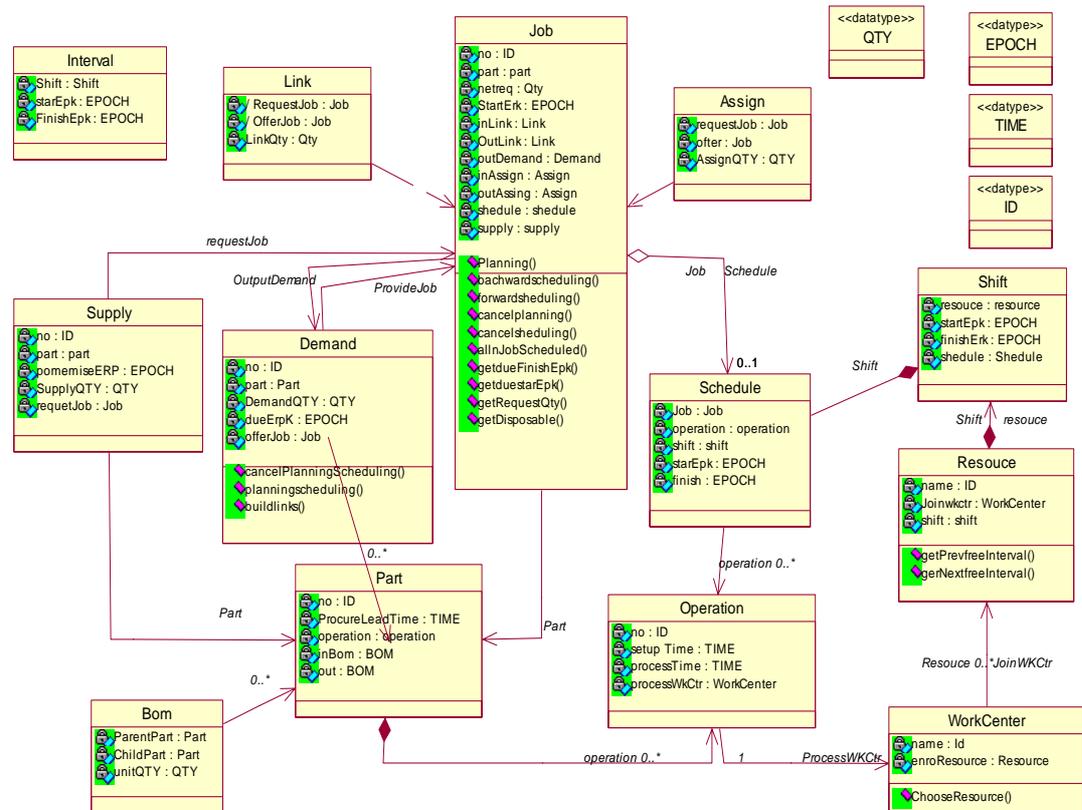


Figura 4.7: Diagrama de Classe do APPCS. Adaptado de Tsai e Sato (2003).

Neste capítulo foram apresentadas algumas metodologias, linguagens e ferramentas para a modelagem de empresas. Algumas delas são utilizadas para propor o modelo de referência para o Planejamento da Produção que será descrito no próximo capítulo.

“Ouço e recordo; leio e memorizo;
faço e aprendo.”

CONFÚCIO

5. O MODELO PROPOSTO

Este capítulo propõe um modelo de referência para o planejamento da produção para o *ERP5*.

Inicialmente é delimitado o escopo do planejamento da produção a ser modelado. Logo após é determinado a escolha da metodologia de modelagem, definição das etapas, bem como os respectivos diagramas de linguagem de modelagem a serem utilizados. Posteriormente são modelados o planejamento agregado, o planejamento mestre e o MRP.

O capítulo termina com uma demonstração exemplificando como se pode desenvolver módulos do planejamento da produção a partir dos modelos de referência, utilizando o *framework* do sistema em questão.

5.1. Delimitação do Escopo do Modelo

Os parâmetros que delimitam o escopo do modelo tomam por base o planejamento da produção em seus diferentes níveis e interfaces, conforme mostrado na figura 5.1 a seguir.

Os itens que serão objetos da modelagem propriamente dita se encontram dentro do círculo em destaque. Portanto, são modelados os principais processos relacionados com o planejamento agregado, o planejamento mestre da produção e o MRP.

5.2. Escolha da Metodologia de Modelagem

Existem várias metodologias de desenvolvimento de sistemas de empresas que podem ser empregadas para a modelagem de sistemas de empresas, conforme apresentado no capítulo 4. A metodologia CIMOSA, apesar de ser considerada uma das melhores para a modelagem de empresas, caso adotada

em todos os seus aspectos, se tornaria exaustiva, sem necessidade. Os mesmos argumentos podem ser atribuídos para a não utilização de metodologias de desenvolvimento específicas para o desenvolvimento de sistemas de software, como o *Rational Unified Process* – RUP (ERIKSSON e PENKER, 2000). A metodologia adotada foi baseada na MRDS, suficiente e adequada para o propósito deste trabalho, ou seja, a modelagem de processos e informações para a definição de modelos de referência para o desenvolvimento de um sistema de informação.

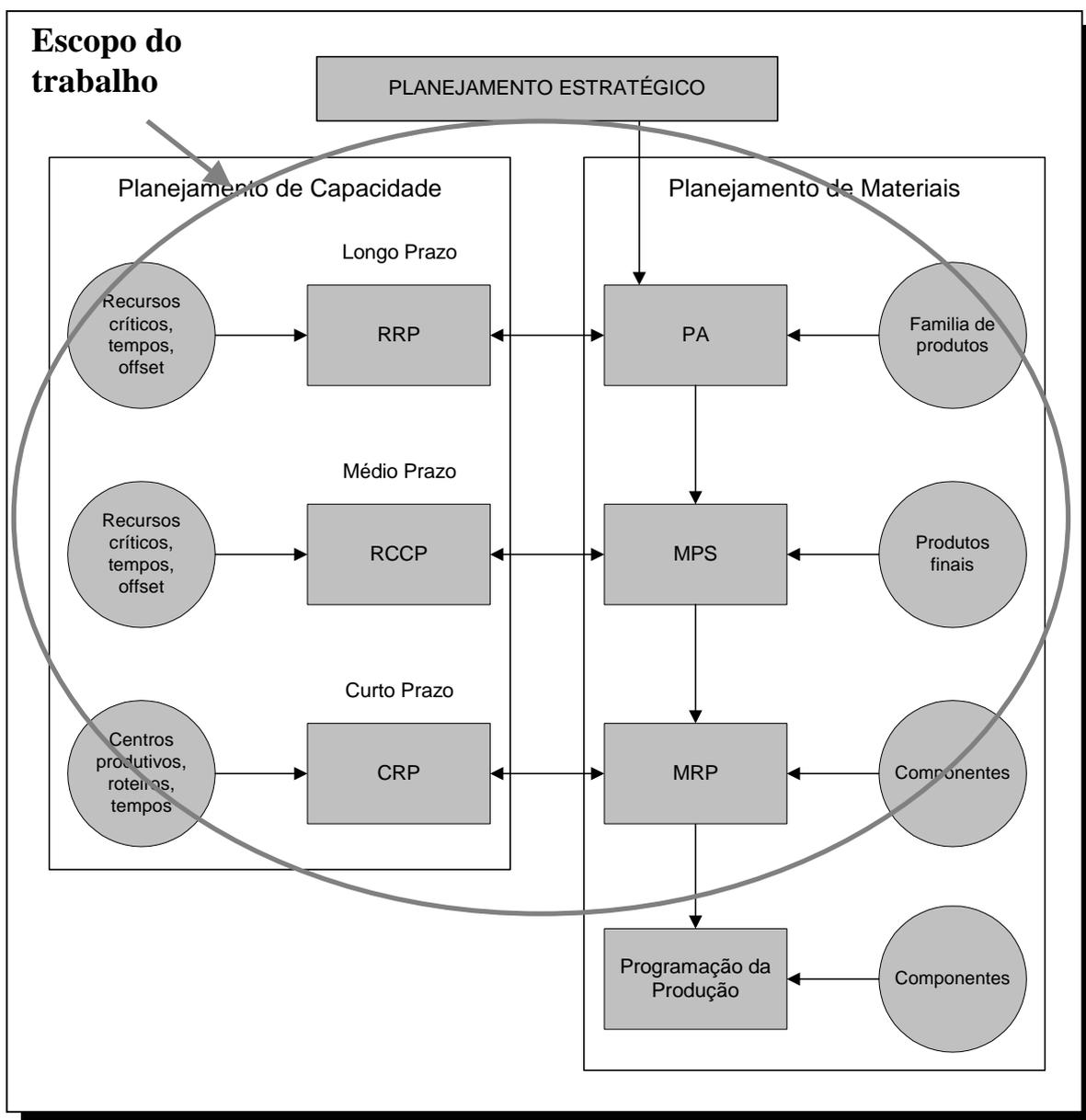


Figura 5.1: Escopo do modelo de referência.

5.3. Escolha dos Diagramas de Linguagem de Modelagem

A UML foi à linguagem escolhida para viabilizar o processo de modelagem. Ela possui várias vantagens, principalmente se o objetivo é o desenvolvimento de sistemas de código aberto, destacando-se que ela é uma linguagem padrão mundialmente aceita e orientada a objetos, facilitando a reutilização e adaptação de modelos e códigos. Utiliza-se uma ferramenta *CASE* (no caso, a versão *freeware* do software Rational Rose), para suporte ao desenvolvimento dos modelos em *UML*. Além dos diagramas da *UML* utilizados na metodologia MRDS (ver figura 4.5), para a identificação inicial dos principais fluxos de informações foram utilizados esquemas e a caixa *ICOM* utilizada de forma semelhante tanto na metodologia *SADT* como *IDEFO* (seção 4.4).

5.4. Etapas de Modelagem

Para a modelagem de cada processo delimitado no escopo do modelo foram definidas três grandes etapas (não se deve considerar a etapa de implementação - ver figura 4.5):

1. *A modelagem de processos*: é a fase onde são definidas as principais áreas funcionais e os principais fluxos de informação envolvidos, definição dos processos e o detalhamento das atividades dos mesmos;
2. *A modelagem de requisitos*: é a fase onde são desenvolvidos os diagramas dos casos de uso, definição dos casos de uso e os diagramas de atividades;
3. *Modelo de análise e projeto*: é a fase onde são desenvolvidos os diagramas de classes, os diagramas de seqüência, os diagramas de estado e a utilização de protótipo;

Deste ponto em diante será apresentada a modelagem dos elementos considerados neste trabalho, iniciando-se pelo planejamento agregado.

5.5. A Modelagem do Planejamento Agregado

Deste ponto em diante será apresentada a modelagem dos elementos propriamente ditos iniciando-se pelo planejamento agregado.

5.5.1. Etapa de Modelagem de Processos

A etapa de modelagem de processos é dividida em três itens dispostos de maneira lógica e seqüencial: *determinação dos fluxos de informações do PA*; *definição dos processos do PA* e *detalhamento das atividades dos processos do PA*.

A) DETERMINAÇÃO DOS FLUXOS DE INFORMAÇÕES

O primeiro nível de abstração visando ao desenvolvimento de modelos, apresenta a empresa como várias áreas funcionais responsáveis pelos objetivos desta.

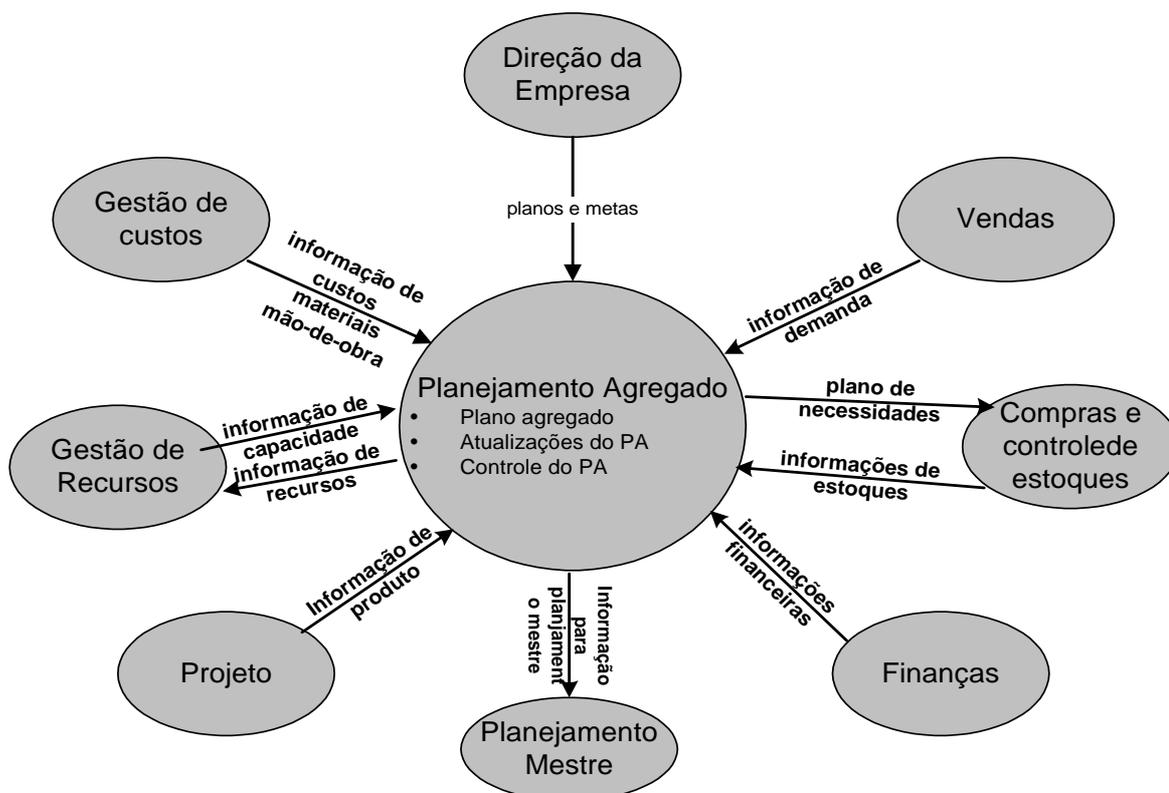


Figura 5.2: Esquema ilustrando as principais trocas de informação do PA.

A figura 5.2 mostra a relação entre as áreas funcionais, como: a direção da empresa, gestão de custos, gestão de recursos, projeto, planejamento mestre, compras e controle de estoques e vendas, e sua inter-relação com o planejamento agregado. A área funcional de planejamento agregado possui entradas de informações dessas áreas funcionais, que determinam as principais inserções de informações do processo a ser modelado de acordo com a teoria (capítulo 2).

B) DEFINIÇÃO DO PROCESSO DO PA

A metodologia apresentada estabelece uma seqüência de representação para a modelagem dos processos, começando pela definição do fluxo de atividades para o PA, passando pela identificação das entradas e saídas de cada uma das atividades do processo e finalizando com uma descrição textual mais detalhada das atividades.

O processo de PA proposto inicia-se com a atividade de análise dos dados. Posteriormente são realizadas as atividades de: elaboração das propostas do plano PA; o planejamento da capacidade relativa a essas propostas; o planejamento da capacidade financeira; e a definição do melhor plano possível. A figura 5.3 apresenta o processo de PA.

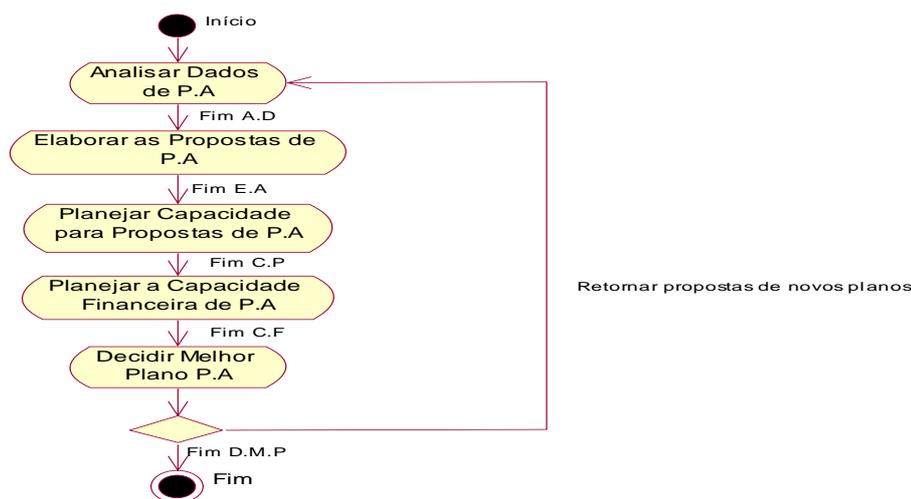


Figura 5.3: Processo do PA.

C) DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES DOS PROCESSOS DO PA

Nesta etapa deve-se detalhar as atividades presentes no processo listadas na figura 5.3 acima. Esse detalhamento é feito com a ajuda da “Caixa ICOM”. Esta é uma notação gráfica simples constituída de entrada de dados (à esquerda), mecanismos de implementação (abaixo); atividade de controle de dados (acima); e saída de dados (à direita).

Na atividade de análise dos dados do PA são consideradas as entradas de informações agregadas de: vendas, estoque, custos e recursos (mão-de-obra, máquinas e equipamentos). O controle será feito por objetivos e diretrizes do PA e o mecanismo de implementação será o gerente de produção e o sistema de informações, conforme mostra a figura 5.4 abaixo.

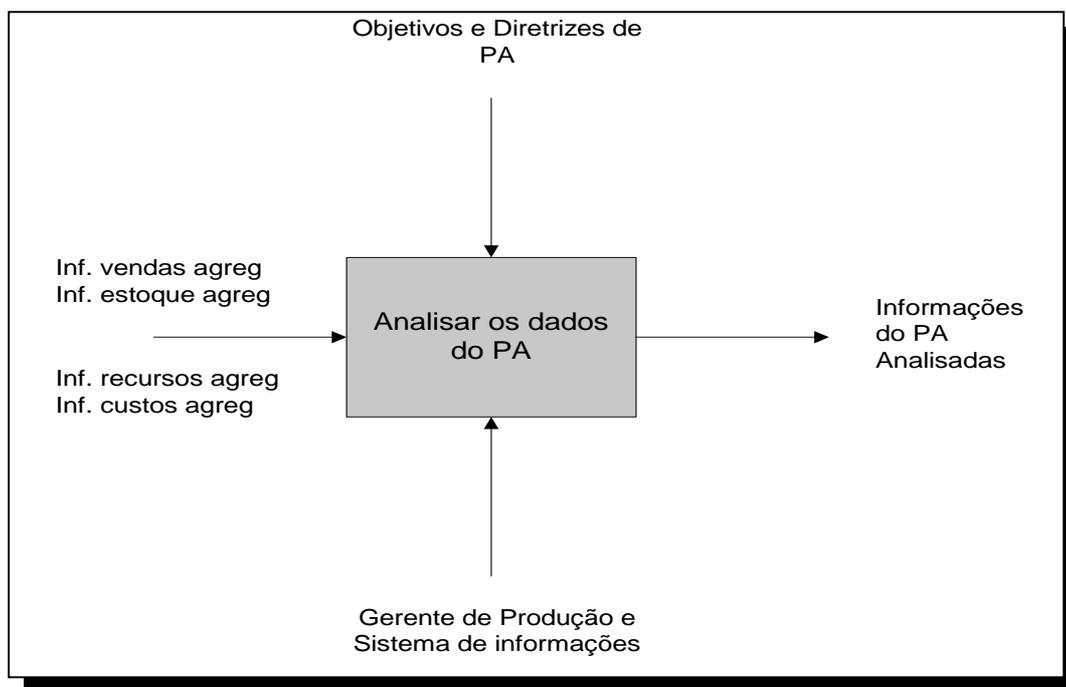


Figura 5.4: Atividade de analisar dados do PA.

Essa primeira atividade do processo em questão é o acesso e análise dos dados de entrada para o Planejamento Agregado por parte do gerente de produção. Assim, as principais ações relativas a esta atividade são:

1. O gerente de produção acessa o módulo do sistema de informação para o planejamento agregado da produção;

2. O gerente de produção analisa as diretrizes e objetivos para o planejamento agregado de uma família de produto;
3. Analisa as informações de demanda, previsão de venda e faturamento;
4. Analisa as informações de estoque;
5. Analisa as informações de custos (de produção, estoque, ...);
6. Analisa as informações de capacidade de recursos de produção (operários e máquinas);

A etapa de elaborar propostas de planos tem como entrada as informações analisadas. Tendo como atividade de controle os objetivos e diretrizes e o mecanismo de implementação o gerente de produção e o sistema de informações, conforme a figura 5.5.

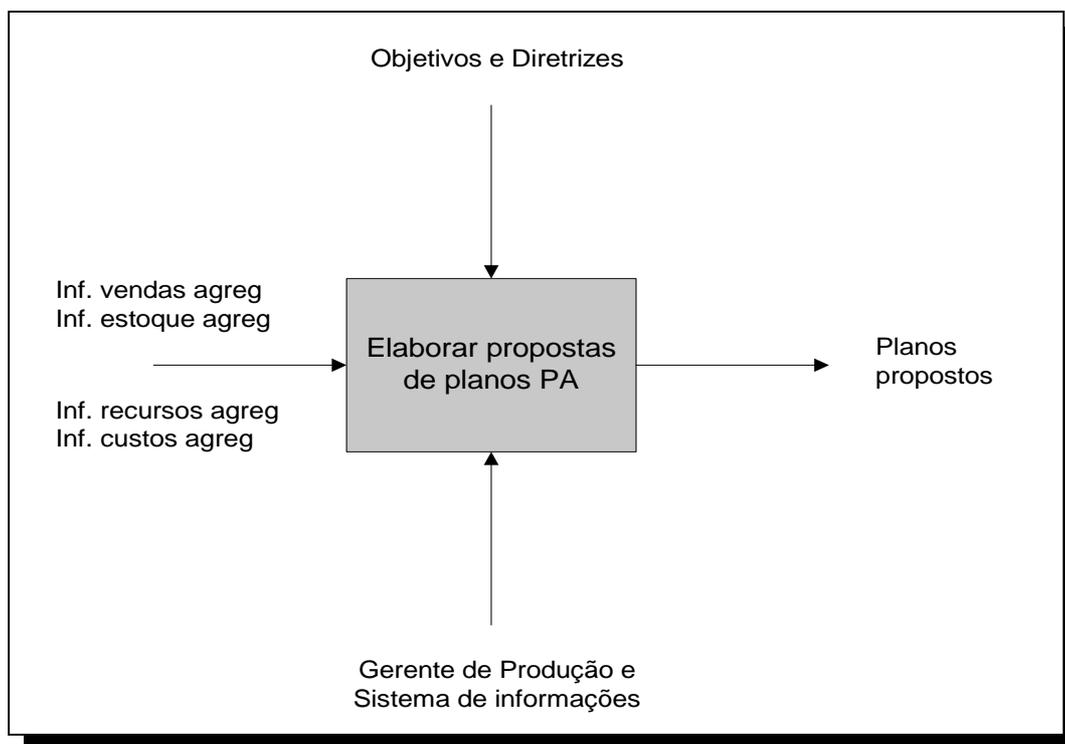


Figura 5.5: Atividade de elaborar propostas de planos do PA.

A atividade referente a elaborar as propostas de plano agregado é desenvolvida posteriormente à etapa de análise dos dados do PA. Assim, com base nas diretrizes e objetivos do PA, são definidas as quantidades da família de produto em questão, a serem produzidas através de horas normais, horas extras e através de subcontratação (se for o caso), para cada um dos períodos de planejamento considerados, para atender a previsão de vendas. A seguir serão

mostrados os fluxos básicos da atividade de elaborar as propostas de planos agregados:

1. Para a família de produtos em questão, o gerente de produção gera uma proposta de plano inserindo no sistema a quantidade de produtos a ser produzido através de horas normais, a quantidade de produtos a serem produzidas através de horas extras e a quantidade de produtos a serem produzidas através de subcontratação, para cada período de produção do plano;
2. O gerente de produção analisa os custos de produção do plano;
3. O gerente de produção verifica se a proposta de plano está compatível com as diretrizes e objetivos do PA;
4. O gerente de produção grava ou apaga a proposta de plano.
5. O gerente de produção inicia outra proposta de plano (volta ao passo 1) para a mesma família de produto ou para outra família, ou encerra esta atividade.

A etapa de planejar a capacidade das propostas tem como entrada os planos propostos, o objetos de controle são os objetivos e diretrizes da empresa, e os mecanismos de implementação são o gerente de produção e o sistema de informações, conforme a figura 5.6.

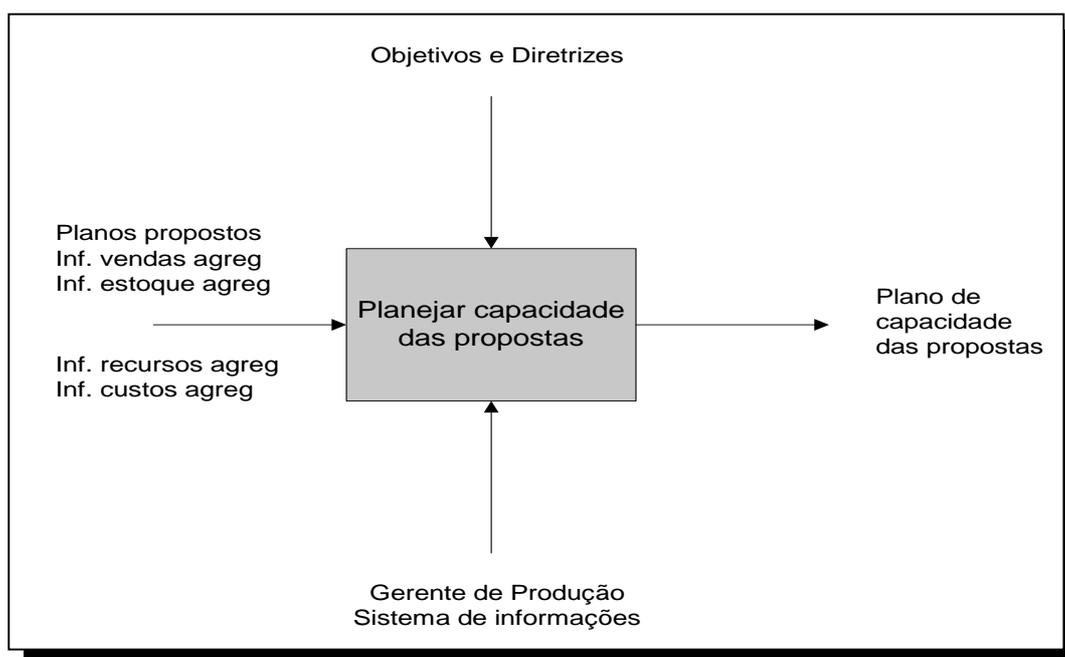


Figura 5.6: Atividade de planejar capacidade das propostas do PA.

A atividade referente a planejar a capacidade das propostas é realizada a partir do término da fase de elaborar propostas. Nesta fase deverá ser dada ênfase ao planejamento dos recursos empresariais, como a necessidade, ou não, de contratação de mão-de-obra, aquisição de máquinas, de equipamentos e a necessidade de novas instalações. Assim, em função dos planos propostos, deve ser realizada uma análise da capacidade necessária e da capacidade existente, para cada período. A seguir serão apresentados os fluxos básicos da atividade de planejar a capacidade das propostas:

1. O gerente de produção verifica a capacidade atual relativa à mão-de-obra, máquinas, equipamentos e instalações de cada setor de fabricação;
2. Para cada proposta de plano, é realizada uma comparação entre as cargas (capacidade necessária) e a capacidade atual;
3. O gerente de produção especifica a quantidade de operários a serem contratados, as máquinas e equipamentos a serem adquiridos e as instalações a serem construídas, definindo um plano de capacidade, conforme os objetivos e diretrizes para o PA;
4. O gerente de produção grava e envia para análise financeira as propostas de planos do PA e as necessidades de recursos para atender o plano de capacidade.

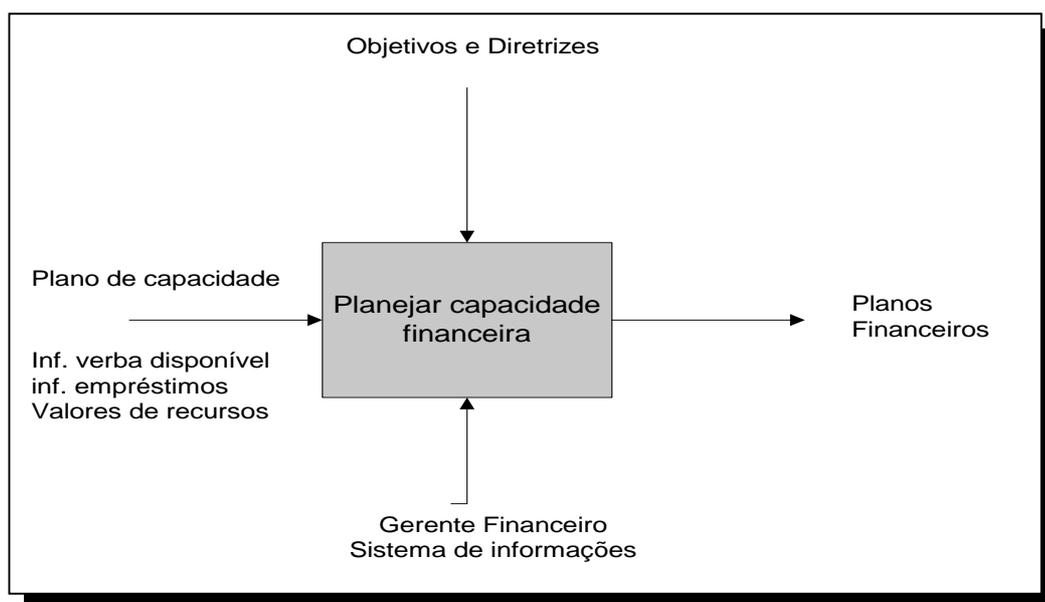


Figura 5.7: Atividade de planejar capacidade financeira do PA.

A atividade de planejar a capacidade financeira analisa a viabilidade financeira do PA e o respectivo plano de capacidade de produção, levando-se em consideração questões como a disponibilidade de verbas e taxa retorno dos planos (figura 5.7).

A fase de planejamento da capacidade financeira é iniciada somente com o término da etapa planejar capacidade das propostas, e é realizada pelo gerente financeiro com apoio do gerente de produção. Eles tomam conhecimento e analisam as necessidades de recursos de produção definidas na atividade anterior através do sistema de informações, e levantam os valores monetários referentes a custos e investimentos, tais como contratação ou demissão de operários, gastos com horas extras, subcontratação, investimentos em máquinas e equipamentos ou mesmo recursos financeiros necessários para novas instalações. De posse das informações do dinheiro em caixa e possíveis empréstimos, é realizado, para cada proposta de plano, um cálculo e análise de retorno dos investimentos. A seguir serão mostrados os fluxos básicos da atividade de planejar a capacidade financeira das propostas do P.A:

1. Acessando o sistema de informação, para cada plano de capacidade, o gerente financeiro e de produção analisam o potencial de faturamento a partir do plano de vendas;
2. O gerente financeiro e de produção analisam os valores relativos aos custos de produção (salários de operários, matérias-primas, insumos, custos de estoque, etc) e também levantam os valores relativos aos investimentos (máquinas e instalações) necessários para cada plano de capacidade;
3. O gerente financeiro realiza o levantamento de informações relativas aos recursos financeiros em caixa da empresa e, caso necessário, os possíveis financiamentos em instituições financeiras e taxas de empréstimos. Após esse levantamento, insere essas informações no sistema de planejamento;
4. O gerente financeiro realiza uma análise de viabilidade econômica para os planos, enviando para a direção da empresa um relatório para a tomada de decisão sobre o melhor plano, baseado nos objetivos e diretrizes de planejamento agregado da produção da empresa.

A atividade referente a decidir melhor plano é realizada em conjunto pelo gerente de produção, pelo gerente financeiro e pelo diretor da empresa, os quais devem fazer uma análise geral sobre os aspectos de vendas, de produção e aspectos financeiros de cada proposta, baseada nas informações disponibilizadas pelo sistema de informação. Indicadores como faturamento, lucro, retorno sobre o investimento, níveis de atendimento ao cliente, entre outros, são levados em consideração para decidir o melhor plano. Um ajuste nos planos inicialmente propostos pode ser realizado nesta reunião. Ou ainda, caso nenhum dos planos satisfaça a direção, pode-se retornar ao primeiro passo do processo de planejamento agregado, passando novamente pela seqüência de atividades (Ver figura 5.8). A seguir serão mostrados os fluxos básicos das atividades de decidir melhor plano do PA.

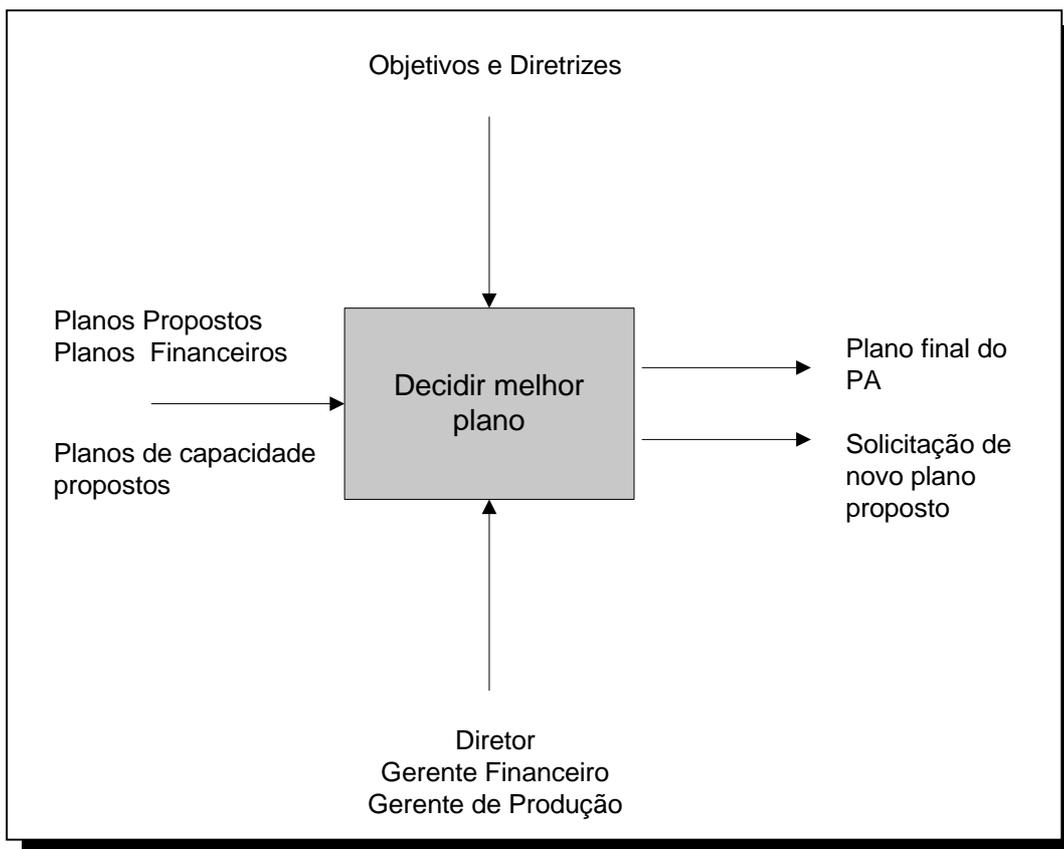


Figura 5.8: Atividade de decidir melhor plano para o PA.

1. Diretor e gerentes revisam as informações de vendas, produção e finanças, diretamente no sistema de informações e/ou através de impressão de relatório;
2. Diretores e gerentes realizam uma análise dos indicadores de cada plano, levando-se em consideração os objetivos e diretrizes de planejamento;
3. Opcionalmente, através do sistema pode se fazer ajustes nos planos propostos;
4. Após realizarem um levantamento dos pontos fortes e fracos de cada plano, eles decidem e registram no sistema o melhor plano, sendo aprovado formalmente pelo diretor.
5. Caso nenhum plano seja satisfatório, volta-se à primeira atividade do processo de planejamento para a proposta de novos planos agregados.

5.5.2. Modelagem de Requisitos

A etapa de modelagem de requisitos é dividida em três itens também dispostos de maneira lógica e seqüencial: *diagramas dos casos de uso do PA*; *definições dos Casos de Uso do PA* e *diagramas de atividades do PA*.

Foi considerado neste trabalho que um caso de uso corresponde a uma atividade dos processos. Também, destaca-se que, diferentemente dos diagramas de atividades definidos na etapa de modelagem de processos que tiveram como foco a análise das atividades/funções do negócio, nesta etapa os diagramas de atividades têm como foco as ações do sistema de informações.

A) DIAGRAMAS DOS CASOS DE USO DO PA

O processo de modelagem de requisitos utiliza amplamente diagramas de Casos de Uso. Estes, por sua vez, possibilitam a visão do comportamento externo do sistema, tendo como objetivo apresentar uma visão externa geral das funções e serviços de um sistema.

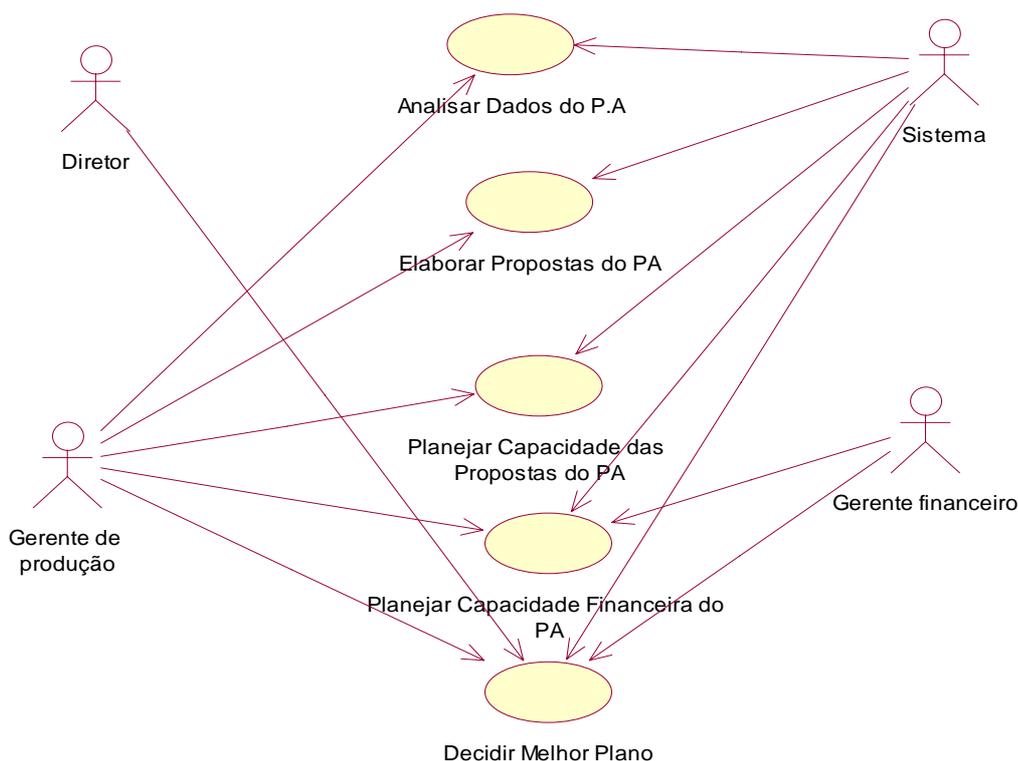


Figura 5.9: Casos de uso do PA

B) DEFINIÇÕES DOS CASOS DE USO DE PA

As definições do caso de uso são um formato específico de documentação de acordo com as características do caso de uso em questão. As etapas de análise das ações do ator, bem como suas interfaces com outros atores e o caso de uso são descritas na tabela.

Tabela 5.1: UC. Analisar os dados do PA

Nome do caso de uso	Analisar os dados do P.A
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Gerente de produção
Ator Secundário	
Resumo	Este caso de uso descreve as etapas de análise de dados do PA. Apresentando o acesso e análise da entrada de dados para o planejamento agregado, sob a tutela do gerente de produção.
Pré- condições	A entrada de dados para o PA.
Pós- condições	Todos os dados analisados.
Ações do Ator	Ações do sistema

1. Envia solicitação de dados de planejamento, diretrizes e objetivos	2. Apresenta informações de planejamento agregado.
3. Analisa Informações de venda (Prev. demanda, Previsão de vendas).	
4. Analisa informações de Previsão de Produção e custos dos períodos anteriores.	5. Informa a previsão de produção
6. Analisa informações de Previsão de estoque e Previsão de operários.	7. Informa a de Previsão de estoque e Previsão de operários.
7. Conclui a Análise.	
Restrições/Validações	

Tabela 5.2: UC. Elaborar as propostas do PA

Nome do caso de uso	Elaborar as Propostas de P.A
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Gerente de produção
Ator Secundário	
Resumo	Este caso de uso descreve as ações para elaboração de planos do PA. Sendo que com base nos objetivos e diretrizes do PA, são determinadas a quantidade de família de produtos a ser produzida em horas normais, horas extras e subcontratação (se necessário), de forma a atender a previsão agregada de vendas.
Pré- condições	Apresentação e análise dos dados.
Pós- condições	Conclusão de propostas de planos.
Ações do Ator	Ações do sistema
1. Insere a quantidade de produtos a ser produzida com horas normais.	2.Registra a quantidade de produtos com horas normais.
3. Insere a quantidade de produtos a ser produzida com horas extras.	4. Registra a quantidade de produtos com horas extras.
5.Insere a quantidade de produtos a ser produzida com subcontratação.	6. Registra a quantidade de produtos com subcontratação.
	7. Calcula custos (com hora normal, hora extra, subcontratação).
	8. Calcula os estoques.
	9. Calcula custo de estoque

	10. Calcula unidades atrasadas.
	11. Calcula variação (aumento ou diminuição) da produção.
	12. Calcula número de operários necessários para hora normal e hora extra.
	13. Calcula custo de produção total.
Restrições/Validações	

Tabela 5.3: UC 03. Planejar capacidade para as propostas PA.

Nome do caso de uso	Planejar Capacidade para as Propostas P.A
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Gerente de produção
Ator Secundário	
Resumo	Este caso de uso calcula a Carga dos Planos propostos, onde é dada a ênfase aos recursos produtivos, analisando a necessidade de contratação de mão-de-obra, aquisição de máquinas, equipamentos e a necessidade de novas instalações, em função do planejamento proposto, e comparando-se a capacidade existente e capacidade necessária para o Plano. Uma lista de recursos necessários é gerada, definindo um plano de capacidade.
Pré- condições	A entrada dos planos elaborados/propostos.
Pós- condições	Planejamento da Capacidade Finalizada.
Ações do Ator	Ações do sistema
1. Solicita a entrada de planos elaborados.	2. Apresenta Planos e calcula capacidade necessária.
3. Decide e insere quantidade de operários no sistema.	4. Registra quantidade de operários.
5. Decide e insere a quantidade de máquinas a serem compradas.	6. Registra a quantidade de máquinas.
7. Decide e insere os equipamentos a serem comprados.	8. Registra os equipamentos a serem comprados.
9. Decide e insere aumento de instalações.	10. Registra o aumento de instalações.
11. Apaga ou finaliza e grava planejamento da capacidade	12. Registra ou apaga planos.
Restrições/Validações	

Tabela 5.4: UC 04. Planejar capacidade financeira do P.A

Nome do caso de uso	Planejar Capacidade Financeira P.A
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Gerente financeiro
Ator Secundário	Gerente de produção
Resumo	Este caso de uso analisa a capacidade financeira. O mesmo parte da análise da necessidade de recursos, verificando os gastos e investimentos com contratação ou demissão de operários, gastos com horas extras, subcontratação, investimentos em máquinas, equipamentos e aumento ou diminuição de instalações.
Pré- condições	A entrada dos planos propostos e respectivos planos de capacidade.
Pós- condições	A análise financeira concluída.
Ações do Ator	Ações do sistema
1. Gerente financeiro acessa o sistema de planejamento.	2. Apresenta dados de entrada de planos.
3. Gerente financeiro insere os valores unitários e/ou totais de máquinas, equipamentos, instalações, etc, em cada período.	4. Registra valores.
6. Gerente registra recursos financeiros disponíveis (em caixa e obtidos através de empréstimos)	7. Registra valores.
	8. Calcula o retorno financeiro.
9. O gerente financeiro faz um relatório.	10. Sistema grava o relatório.
Restrições/Validações	

Tabela 5.5: UC 05. Decidir melhor plano do PA

Nome do caso de uso	Decidir Melhor Plano P.A
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Diretor
Ator Secundário	Gerente de produção e Gerente do financeiro
Resumo	Este caso de uso descreve as etapas de um processo decisório, realizada pelo diretor, gerente de produção e gerente financeiro. O processo baseia-se nas informações como faturamento, lucro, retorno sobre investimento e nível de atendimento ao cliente. A

	proposta pode ser avaliada necessitando apenas do ajuste, ou os planos podem retornar ao primeiro passo.
Pré- condições	A entrada dos planos para análise.
Pós- condições	Aprovação pelo diretor.
Ações do Ator	Ações do sistema
1. O diretor e gerente solicitam as informações de vendas, produção e finanças.	2. Informa de vendas produção e finanças relativas aos planos.
3. Os gerentes analisam os indicadores do plano, levando em consideração os objetivos.	4. Informa ajustes ou não dos planos.
5. O diretor verifica os pontos fortes e fracos e aprova ou não.	6. Registra a aprovação ou desaprovação do plano.
Restrições/Validações	Registro dos planos

C) DIAGRAMAS DE ATIVIDADE DO PA

O diagrama de atividade apresenta muita semelhança com um fluxograma utilizado para lógica da programação. Sendo que o diagrama de atividade preocupa-se com os passos a serem percorridos para conclusão de um método e não de um processo completo. Abaixo serão mostrados os diagramas das atividades do PA.

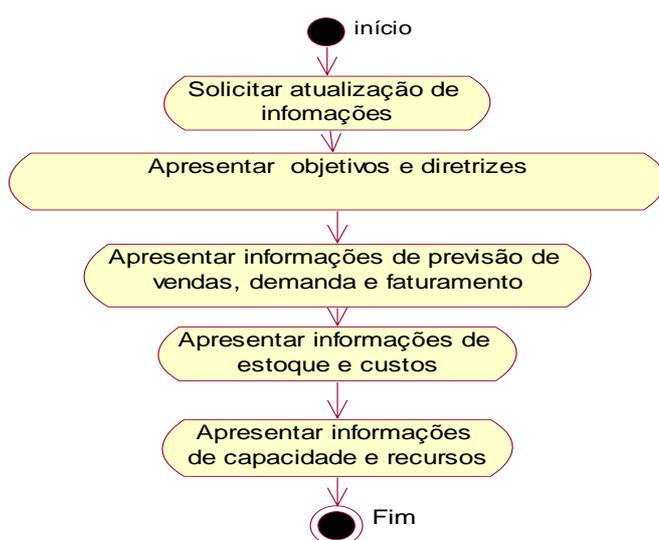


Figura 5.10: Diagrama de atividade de analisar dados do PA.

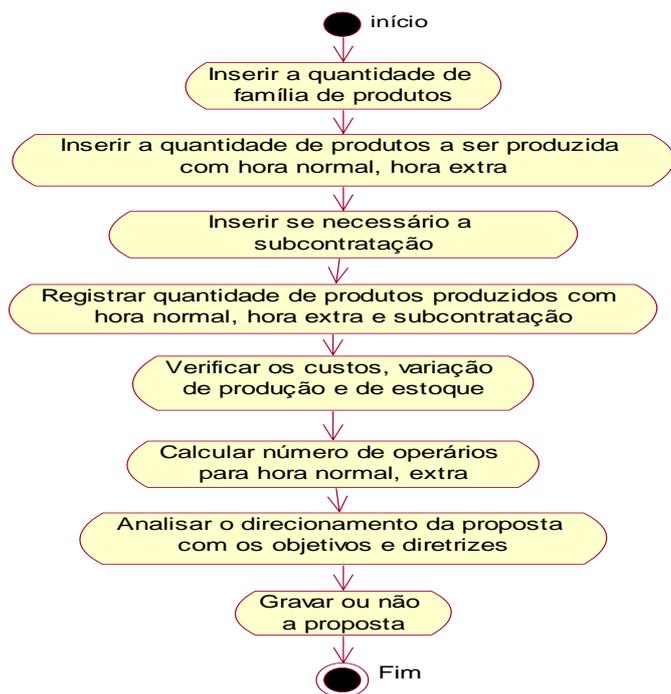


Figura 5.11: Diagrama de atividade elaborar propostas do PA

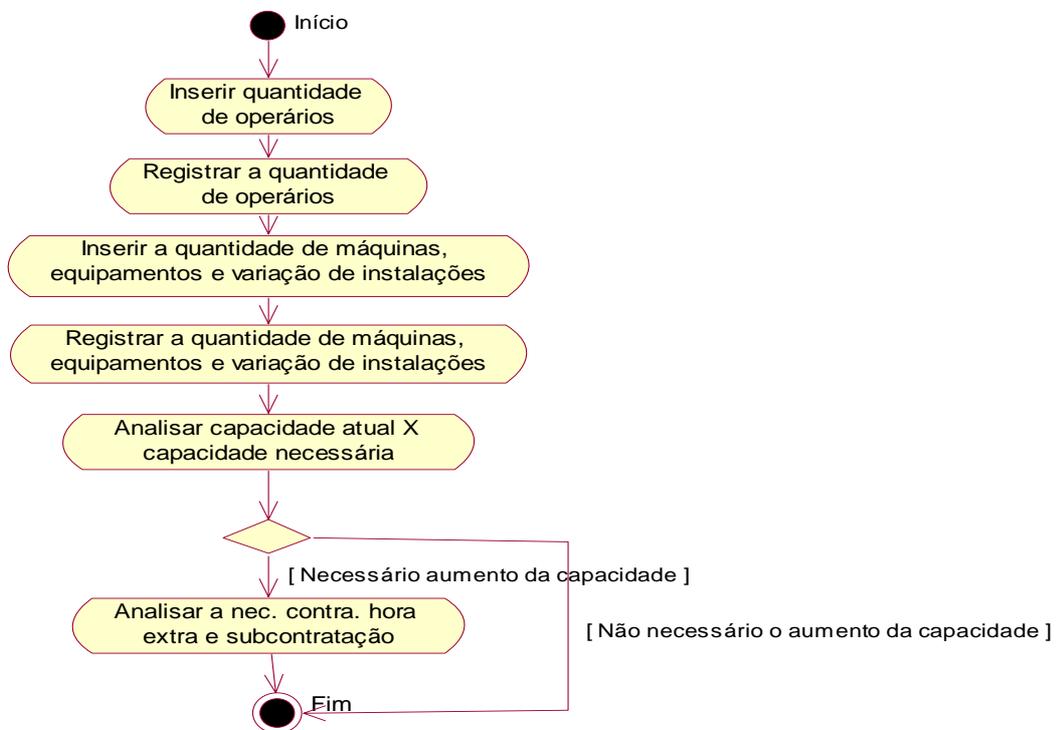


Figura 5.12: Diagrama de atividade de capacidade das propostas do PA

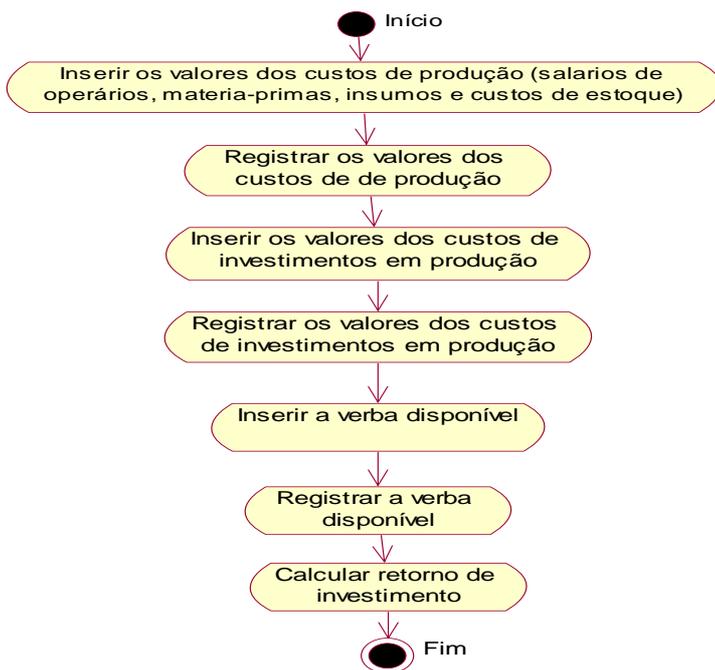


Figura 5.13: Diagrama de atividade de planejar capacidade financeira de PA

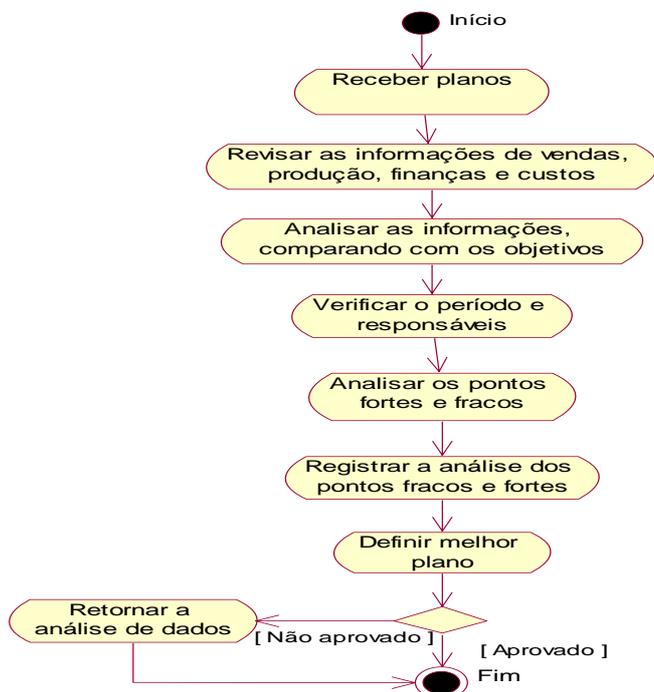


Figura 5.14: Diagrama de atividade de decidir melhor plano do PA.

5.5.3. Modelo de análise e projeto

O modelo de análise do projeto visa modelar a parte estática e dinâmica do mesmo. As principais fases envolvidas nesta modelagem são: o *diagrama de classe do PA*, os *diagramas de seqüência*, os *diagramas de estados*, finalizando com a *utilização de protótipo*.

A) DIAGRAMA DE CLASSE DO PA

O diagrama de classe apresenta uma visão estática do sistema, permitindo uma visão das classes principais que irão compor o sistema com seus respectivos métodos e atributos do mesmo. Demonstra assim uma visão da parte conceitual que fará parte do sistema do PA. Abaixo serão descritas as classes principais e suas principais designações e posteriormente é apresentado o diagrama de classe proposto para o PA:

1. Venda: A classe em questão apresenta os conceitos inerentes à venda de uma família de produtos, como o código da venda, códigos de família de produtos, o preço, a quantidade e o código do cliente;
2. Previsão Agregada de Demanda: A classe apresenta os conceitos pertinentes ao cálculo da previsão de demanda em um determinado período, levando em consideração a família de produto, o horizonte, a previsão inicial e final;
3. Previsão de Estoque: A classe apresenta os conceitos necessários para o cálculo de previsão de estoque. A previsão levará em conta o período inicial, período final com base em demandas anteriores e a família de produto;
4. Estoque Agregado Real: A classe apresenta os conceitos inerentes ao estoque real, onde o mesmo é calculado a partir de dados da produção real e a previsão de estoque. Os principais atributos são o período inicial, período final e a quantidade da família de produto;
5. Produto: A classe apresenta os conceitos que envolvem o produto, como o código, nome, a quantidade mínima e o estoque. Isto, porque cada família de produto é constituída de vários produtos;
6. Família de Produto: A classe apresenta os conceitos importantes à família de produto, como o código, o nome, o conjunto de produtos e o valor de venda;

7. Período de Planejamento Agregado: A classe apresenta o horizonte no qual o planejamento deverá ser realizado. Os atributos são o trimestre e o ano do planejamento em questão e as principais operações são cadastrar e atualizar;
8. Processo do Planejamento Agregado: A classe apresenta os conceitos inerentes ao planejamento do processo, como a capacidade de produção, família de produto, os custos e a previsão;
9. Produção Agregada: A classe contempla os cálculos de produção em hora normal, hora extra e a necessidade de subcontratação;
10. Custos Reais de Produção Agregada: A classe apresenta os custos de produção em hora normal, hora extra, subcontratação e o custo total para o período do planejamento agregado;
11. Custos Previstos do Planejamento Agregado: A classe apresenta os custos inerentes ao planejamento previsto de produção em hora normal, hora extra e subcontratação;
12. Plano de Custos Agregados de Produção: A classe apresenta o horizonte do plano dos custos de produção e os custos relativos à previsão da produção em hora normal, extra e se necessário para a subcontratação;
13. Plano de Capacidade Agregada: A classe apresenta o plano da capacidade necessária para o planejamento da produção agregada, onde se enfatiza a capacidade dos recursos produtivos. Os principais atributos são: a unidade produtiva, o período, número de operários, a capacidade produtiva total;
14. Unidade Produtiva: A classe apresenta as principais particularidades da unidade de produção, como o nome, capacidade, a família de produto a ser fabricada, o número de funcionários, a capacidade das máquinas e a capacidade total relativa ao plano de produção;
15. Finanças: A classe em questão envolve a relação financeira do planejamento, como o potencial de faturamento, os custos, a análise de investimento, o lucro, verba disponível e a possibilidade de empréstimos financeiros para o planejamento agregado.

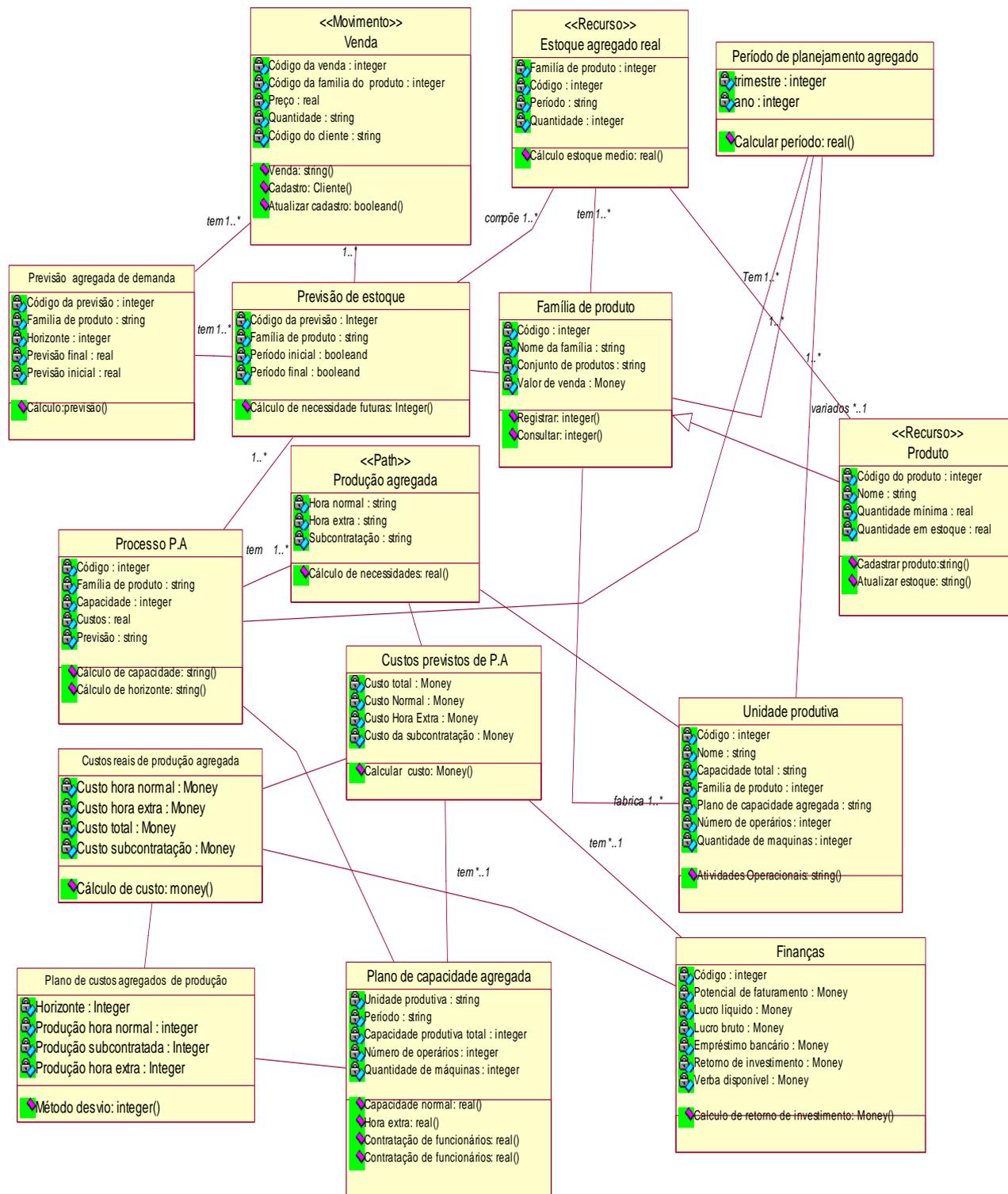


Figura 5.15: Diagrama de classe do PA.

B) DIAGRAMAS DE SEQÜÊNCIA DO PA

O diagrama de seqüência baseia-se no caso de uso para identificar um processo disparado, determinando a ordem em que os eventos são envolvidos e as mensagens de seqüência do PA. Abaixo serão mostrados alguns diagramas de seqüência do PA, de acordo com os casos de uso mostrados.

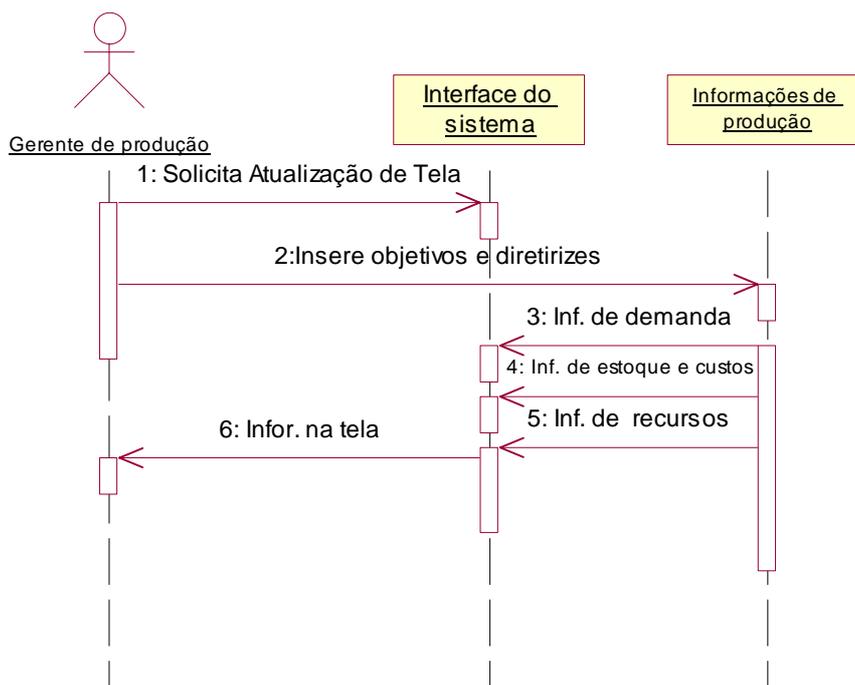


Figura 5.16: Diagrama de seqüência de analisar dados de PA.

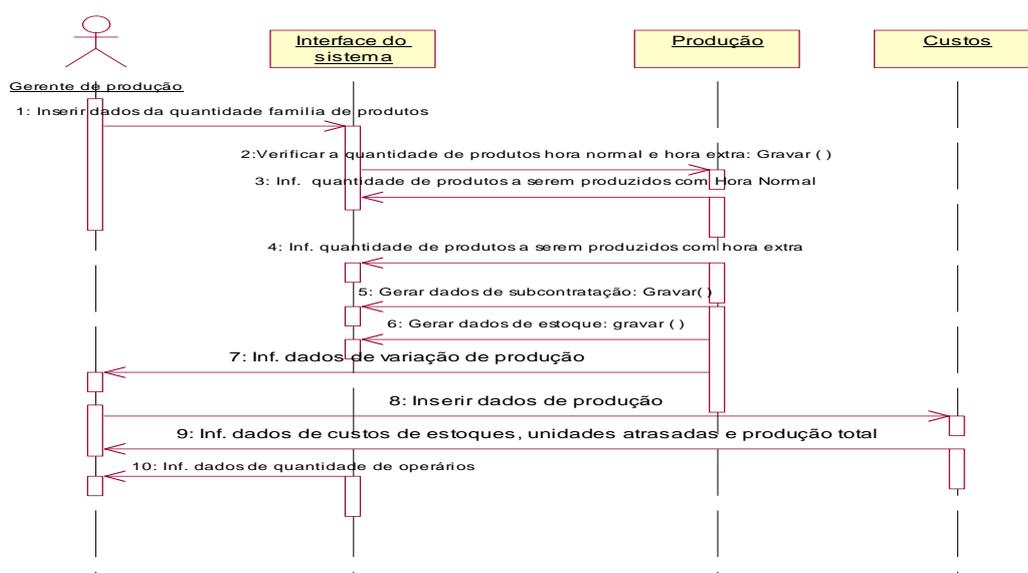


Figura 5.17: Diagrama de seqüência de elaborar propostas do PA.

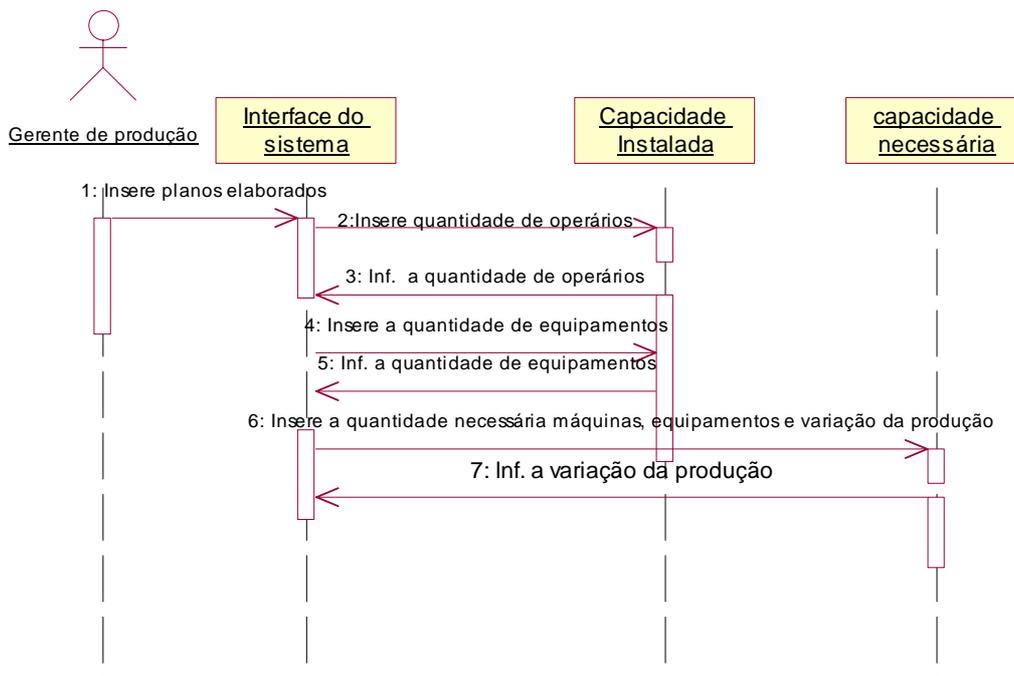


Figura 5.18: Diagrama de seqüência de capacidade das propostas do PA.

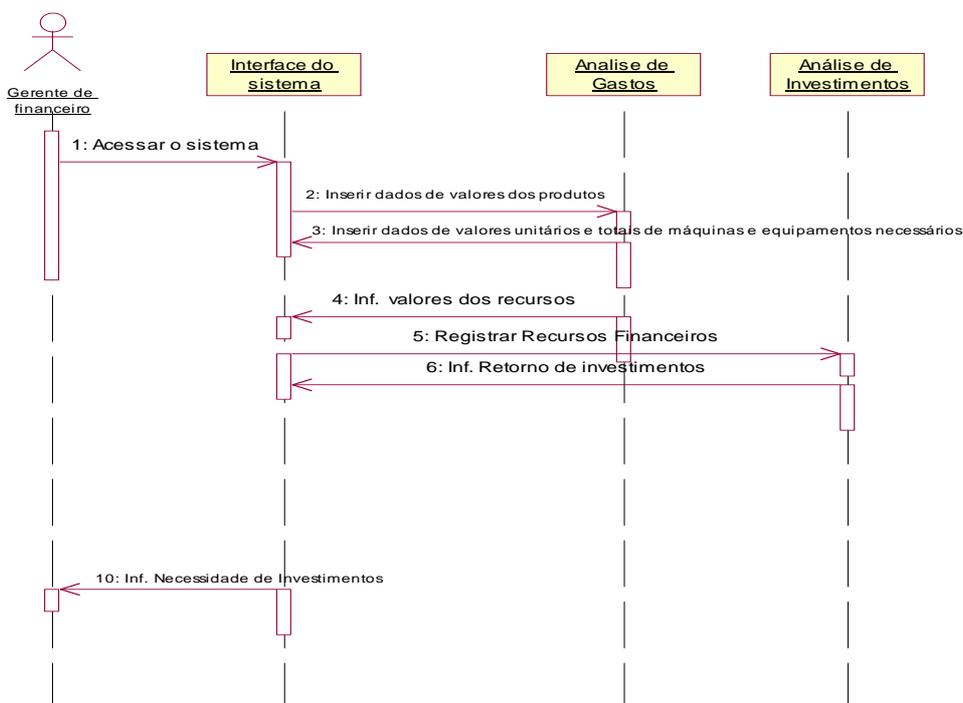


Figura 5.19: Diagrama de seqüência de planejar capacidade financeira do PA.

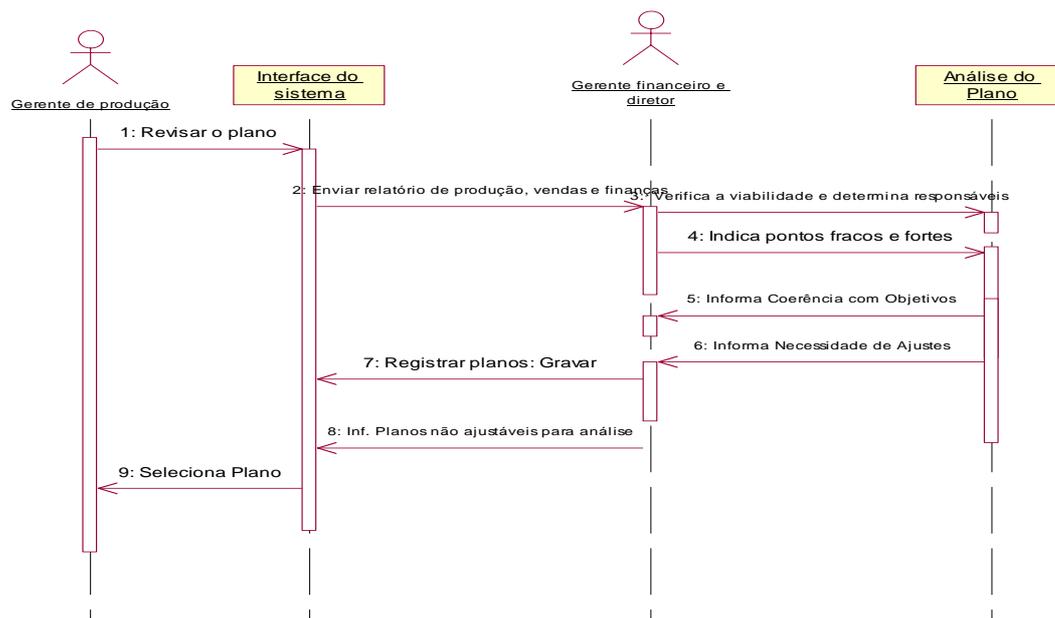


Figura 5.20: Diagrama de seqüência de decidir melhor plano do PA.

C) DIAGRAMA DE ESTADOS DO PA

O diagrama de estados procura acompanhar as mudanças de estado de um caso de uso, ou seja, os diversos estados de uma processo PA. Abaixo serão relacionados os estados relativos aos diagramas de caso de uso do PA.

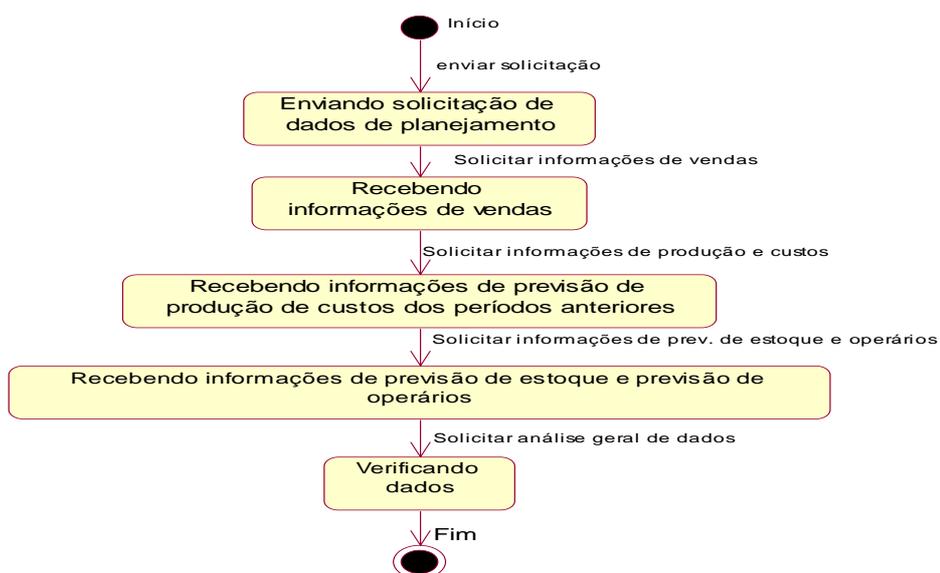


Figura 5.21: Diagrama de estado de analisar dados do PA.

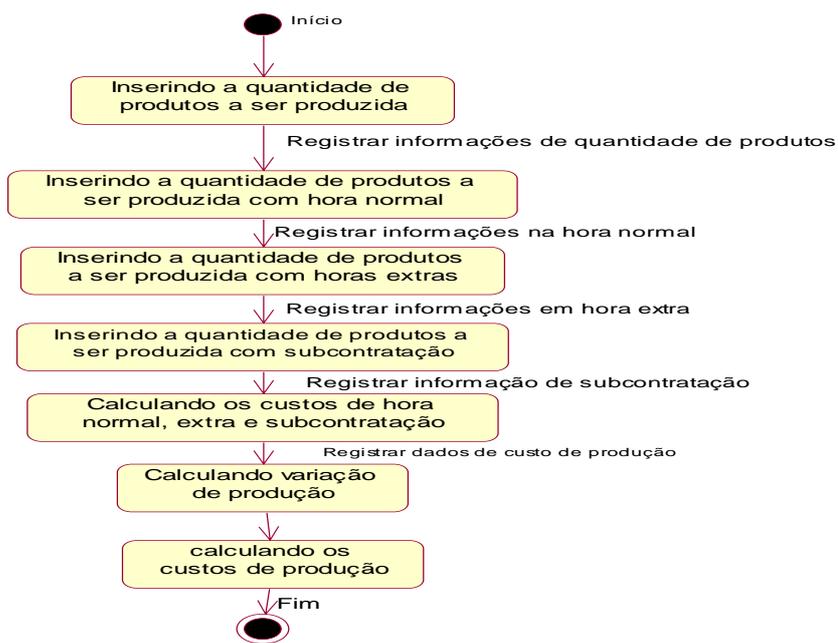


Figura 5.22: Diagrama de estado elaborar propostas de P A.

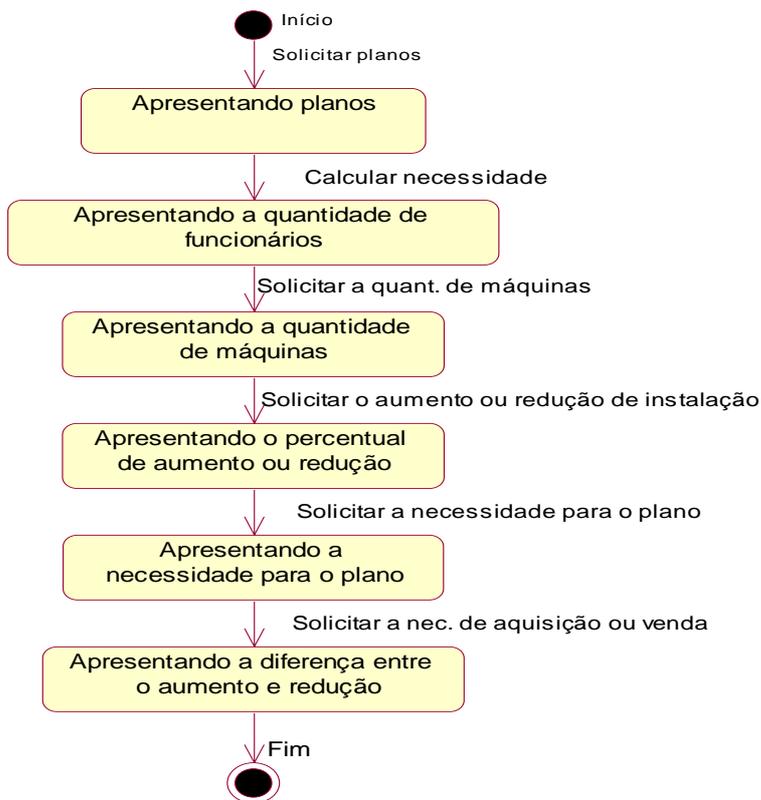


Figura 5.23: Diagrama de estado de capacidade das propostas do PA.

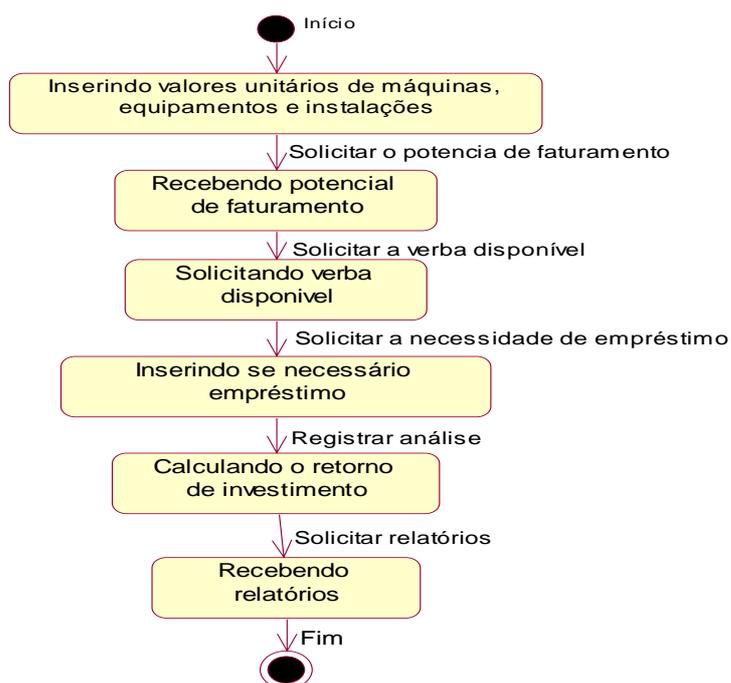


Figura 5.24: Diagrama de estado de planejar capacidade financeira do PA.

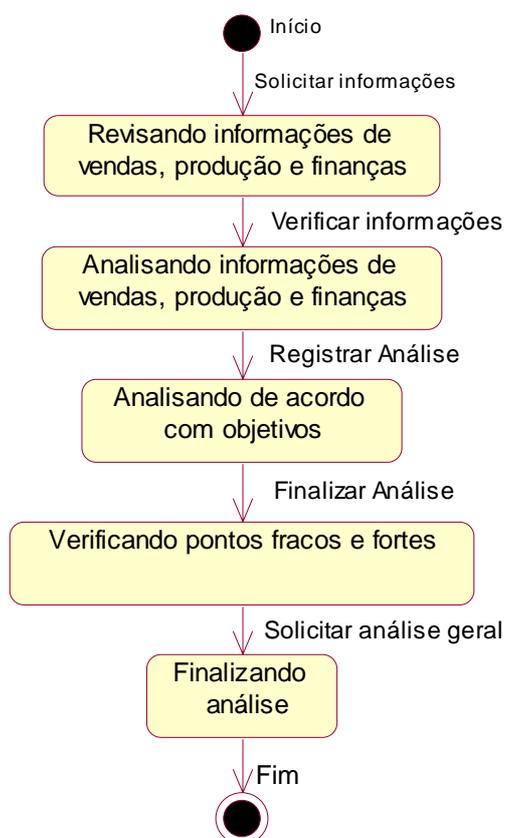


Figura 5.25: Diagrama de estado de decidir melhor plano do PA.

D) PROTÓTIPO DO PA

O protótipo vem elucidar o processo de prototipação em primeira instância, trazendo a interface computacional com botões e possíveis funcionalidades do PA.

1º Módulo Planejamento Agregado

Primeiro registro | Demanda | Planejamento 1 | Planejamento 2 | Planejamento 3 | Planejamento 4 | Análise de Investiment

Código = 6

	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre	Total
Previsão da Demanda	30000	30000	30000	40000	130000
Previsão de Vendas	24000	24000	26000	24000	98000
Vendas Reais	19000	19000	1900	20000	59900
Diferença / Desvio	42	412	2	1	457
Diferença / Desvio (%)	1,68	698113207547	190476190476	0,25	2.94931716082659
Previsão de Produção	23000	22000	25000	23000	93000
Normal	22000	21000	23500	21000	87500
Horas Ext	1000	1000	1500	2000	5500
Subcontr.	0	0	0	0	0
Produção Real	22000	22000	21500	20000	85500
Normal	20000	20000	18000	18000	76000
Horas Ext	2000	2000	3500	2000	9500
Subcontr.					0

1º Módulo Planejamento Agregado

Previsão de Demanda | Planejamento 1 | Planejamento 2 | Planejamento 3 | Planejamento 4 | Análise de Investiment

Desvio da Produção	1000	0	3500	3000	7500
Normal	2000	1000	5500	3000	11500
Horas Ext	-1000	-1000	-2000	0	-4000
Subcontr.	0	0	0	0	0
Previsão de Estoque	3950	18000	3000	2000	26950
Inicial	50	4000	22000	25000	51050
Final	4520	-2000	-1000	-1000	520
Médio	2285	1000	10500	12000	25785
Estoque Real	50	1000	3000	1000	5050
Inicial	50	10	1000	1000	2060
Final	3000	3000	19600	0	25600
Médio	1525	1505	10300	500	13830

Figura 5.26: Protótipo do PA.

5.6. Modelagem do planejamento mestre

A partir da modelagem do planejamento agregado, passa-se à etapa subsequente, a modelagem dos elementos do planejamento mestre (PM).

5.6.1. Etapa de modelagem de processos

A etapa de modelagem de processos é dividida em três itens como já determinados no PA: *determinação dos fluxos de informações; definição dos processos do PM e o detalhamento das atividades dos processos do PM*. O objetivo é modelar elementos para o *framework* do ERP5.

A) DETERMINAÇÃO DOS FLUXOS DE INFORMAÇÕES DO PM

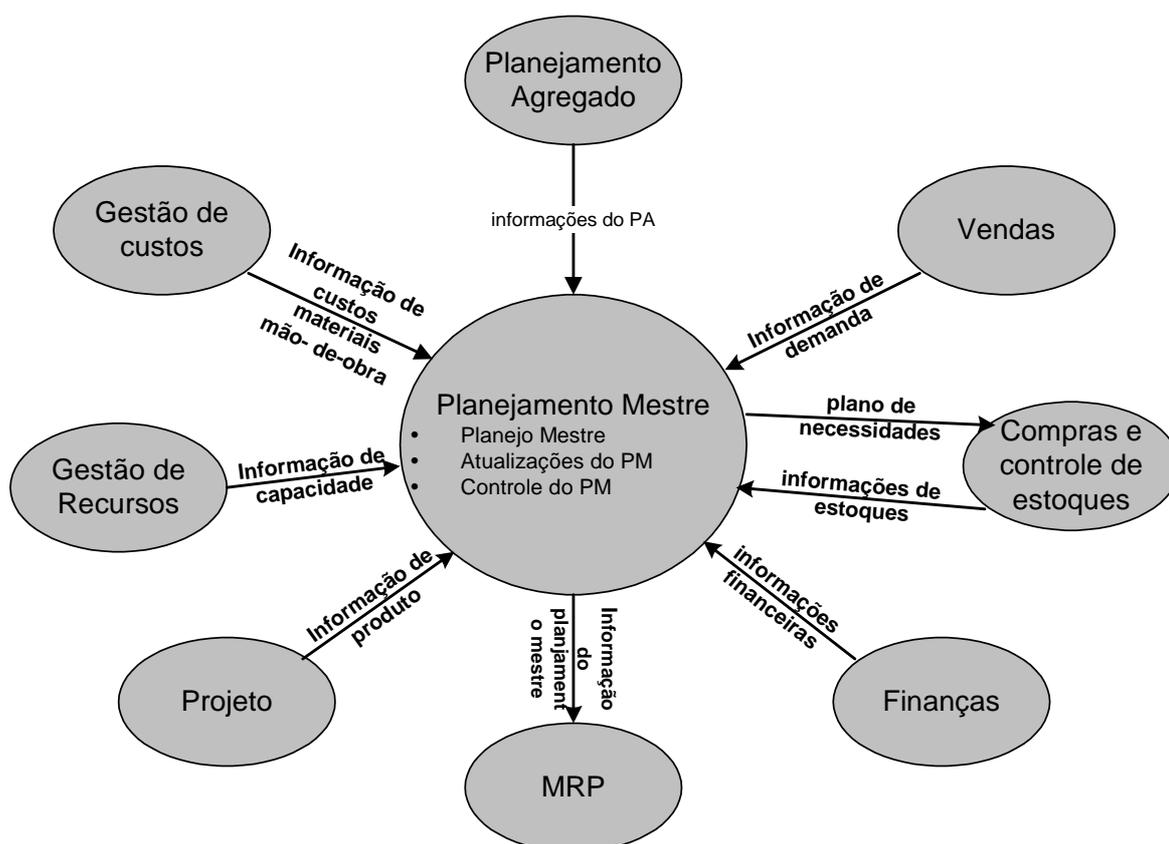


Figura 5.27: Esquema ilustrando as principais trocas de informação do PM.

A metodologia em utilização, pretende prover as funcionalidades e comportamentos empresariais e determinando os principais fluxos de informações do PM. A figura 5.27, mostra a relação entre os principais fluxos de informações do Planejamento Mestre (PM) como: o PA, a gestão de custos, finanças, gestão de recursos, projeto, MRP, compras e controle de estoques e vendas.

B) DEFINIÇÃO DOS PROCESSOS DO PM

Após a determinação dos fluxos de informações, torna-se necessária à análise do processo PM. A análise é iniciada pela atividade de análise dos dados de entrada para o PM, posteriormente passando a atividade de elaboração das propostas de plano, o planejamento da capacidade relativo às propostas, o planejamento da capacidade financeira destas propostas, finalizando com a atividade que define o melhor plano a ser aplicado. A figura 5.28 apresenta o processo do PM.

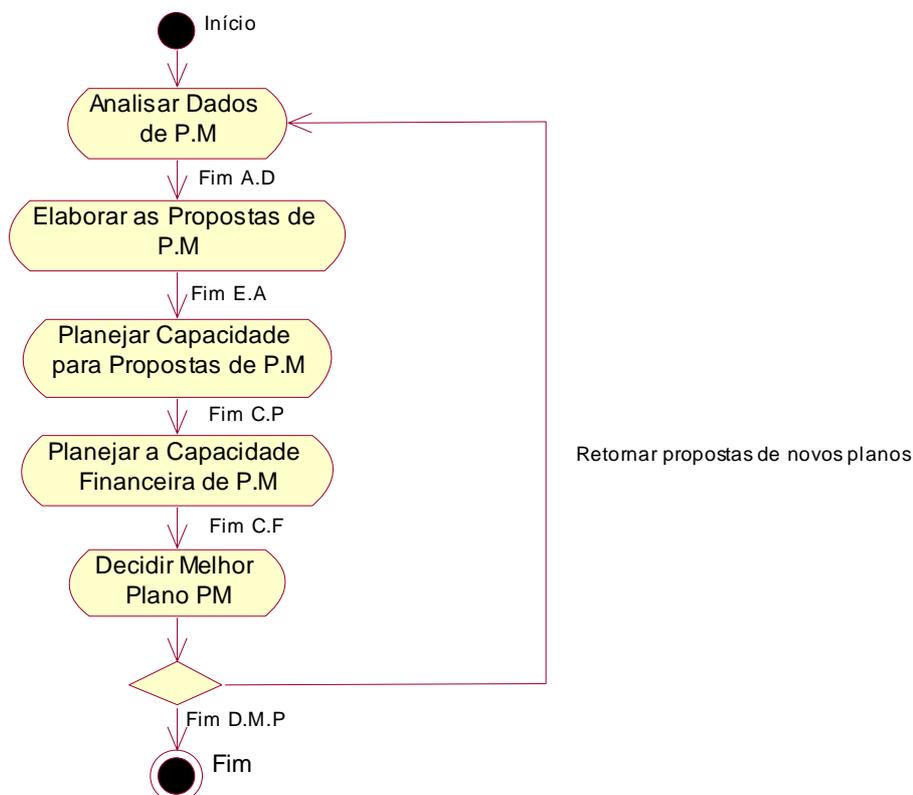


Figura 5.28: Processo do PM.

C) DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES DO PROCESSO DO PM

A atividade de análise dos dados de P.M trabalha com a análise das principais informações que alimentam o sistema PM. Primeiramente inicia-se com a entrada das informações dos objetivos e diretrizes, previsão de vendas desfragmentada, produção, valor de venda de produtos e custos. O controle é realizado pelos objetivos e diretrizes do PM. E o mecanismo de controle será o gerente, encarregados e o sistema de informações, como mostra a figura 5.29.

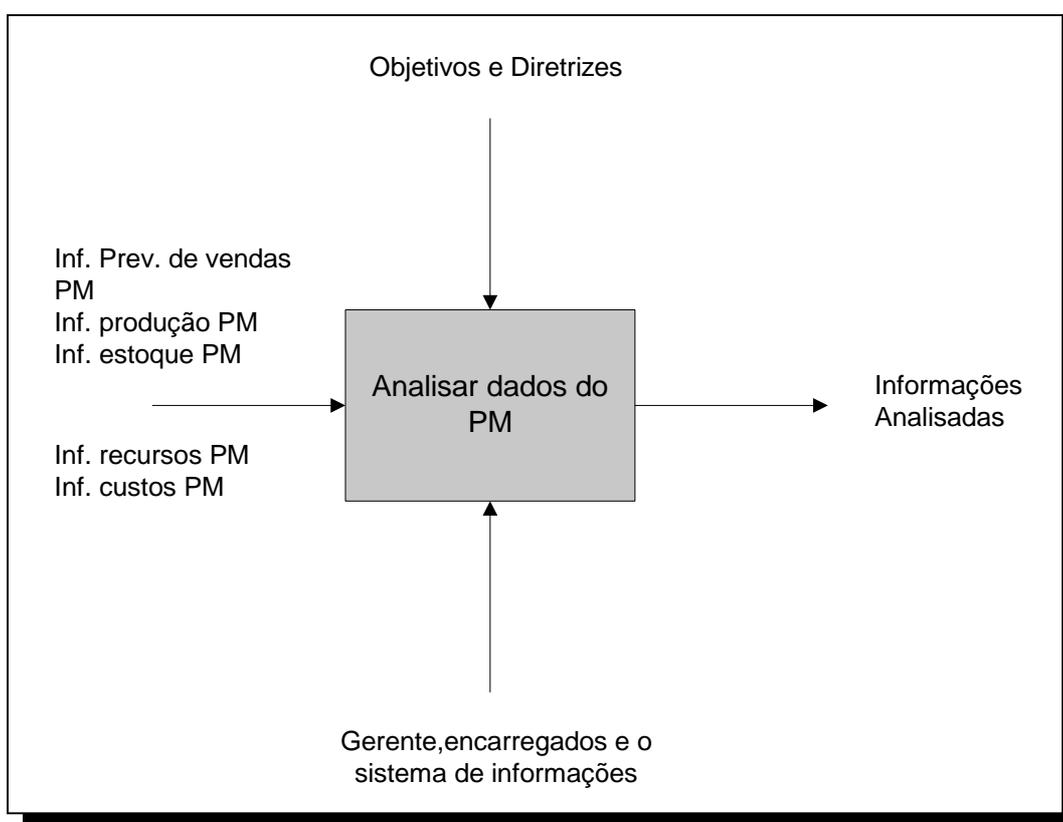


Figura 5.29: Atividade de analisar dados do PM.

Essa atividade se caracteriza pelo acesso e análise dos dados de entrada para o Planejamento Mestre por parte do gerente de produção e encarregados. Assim, as principais ações relativas a esta atividade são:

1. Acesso ao módulo do sistema de informação para o planejamento mestre da produção, gerenciado pelo gerente de produção e o encarregado;
2. Análise das diretrizes e objetivos para o planejamento mestre e o mudar se necessário;

3. Análise das informações de demanda e previsão de venda para cada produto;
4. Análise da informação do valor médio de venda dos produtos;
5. Análise das informações de custos de produção;
6. Análise das informações de capacidade de recursos de produção (operários e máquinas).

A partir da análise são elaboradas propostas para o PM, tendo como base as informações de previsão de vendas de produção para cada produto final, o cálculo do desvio da previsão para a produção real, a previsão de operários, o potencial de faturamento, e a previsão de custos e os custos reais. O controle do sistema é dado por objetivos e diretrizes do PM. O mecanismo de implementação é o gerente, encarregado e o sistema de informação, como é definido na figura 5.30.

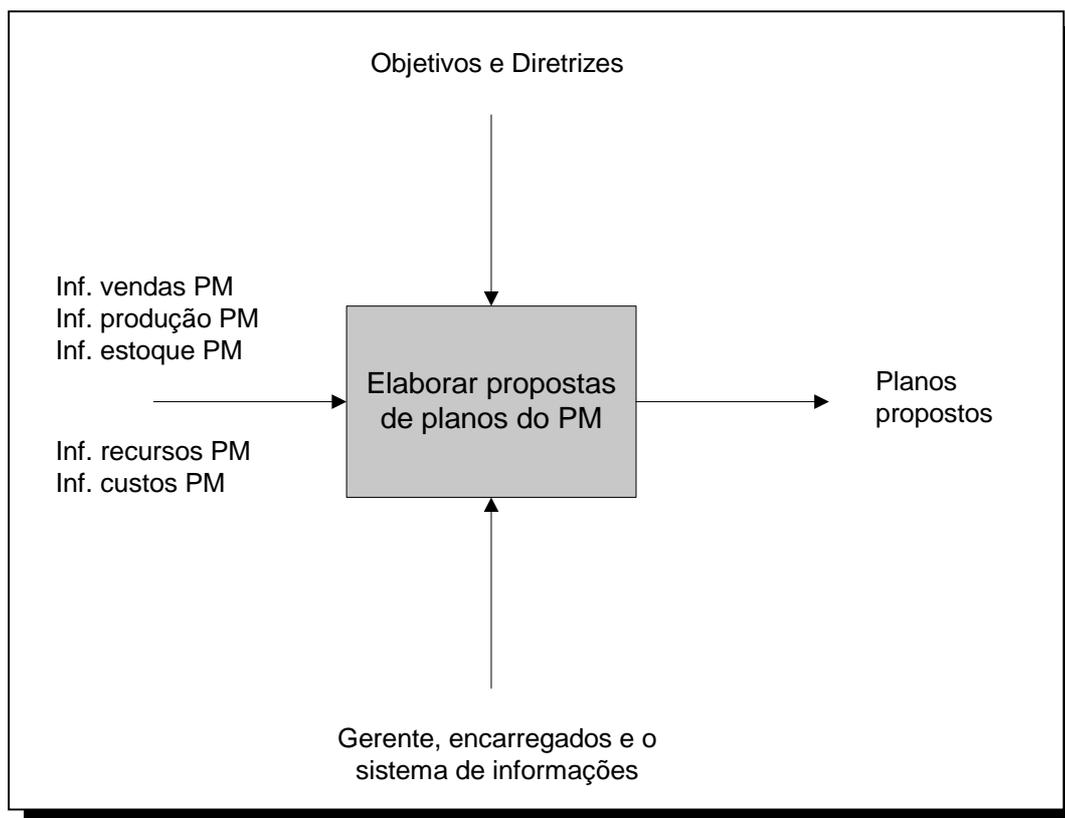


Figura 5.30: Atividade de elaborar propostas de planos do PM.

Na elaboração dos planos a ênfase está na definição das quantidades de produtos finais em questão, pela desfragmentação da família de produtos. Os produtos finais são calculados em suas respectivas quantidades em horas normais, horas extras e através de subcontratação (se necessário), de modo a atender a previsão de vendas. A seguir serão mostrados os fluxos básicos da atividade de elaborar as propostas do plano mestre:

1. Para a produção de produtos finais, o gerente de produção e o encarregado geram uma proposta de plano inserindo no sistema a seqüência e a quantidade de produtos a ser produzida através de hora normal; a quantidade de produtos a ser produzida através de hora extra e a quantidade de produtos a ser produzida através de subcontratação, para cada período de produção do plano;
2. O gerente de produção e o encarregado inserem a previsão com a produção e o sistema calcula a produção real para cada produto final, o desvio entre a produção real e a previsão de produção, a previsão de estoque, estoque real, a previsão de operários e por fim o potencial de faturamento e os custos de produção;
3. O gerente de produção e o encarregado verificam se há compatibilidade das propostas com os objetivos e diretrizes;
4. O gerente de produção e o encarregado gravam ou apagam a proposta de plano.
5. O gerente de produção inicia outra proposta de plano (volta ao passo 1) para os produtos em questão ou para novos produtos, ou encerra esta atividade.

Seqüencialmente passa-se à atividade referente a planejar a capacidade das propostas do PM que são realizadas a partir do término da fase de elaborar propostas do PM. Esta fase enfatizará o gerenciamento dos recursos empresariais, como base na necessidade, ou não, de demissão ou contratação de mão-de-obra, aquisição de máquinas, de equipamentos e a necessidade de novas instalações. Apresentando de acordo com os planos propostos do PM uma análise da capacidade necessária e da capacidade existente, para cada período do PM. A seguir serão apresentados os fluxos básicos da atividade de planejar a capacidade das propostas do PM:

1. O gerente de produção e o encarregado verificam a capacidade atual: inserindo o número de funcionários, a capacidade de fabricação por operários, máquinas e instalações de cada setor de fabricação para a produção em um período determinado;
2. Para cada proposta de plano de produção de um produto final, é realizada uma comparação entre a capacidade necessária e a capacidade atual;
3. O gerente de produção e o encarregado, insere a quantidade de operários a ser contratados ou demitidos, as máquinas e equipamentos a serem adquiridos e as instalações a serem construídas, ou adequadas, demonstradas por um percentual de aumento ou diminuição;
4. O gerente de produção grava e envia as propostas de planos do PA e necessidades de recursos para análise financeira.

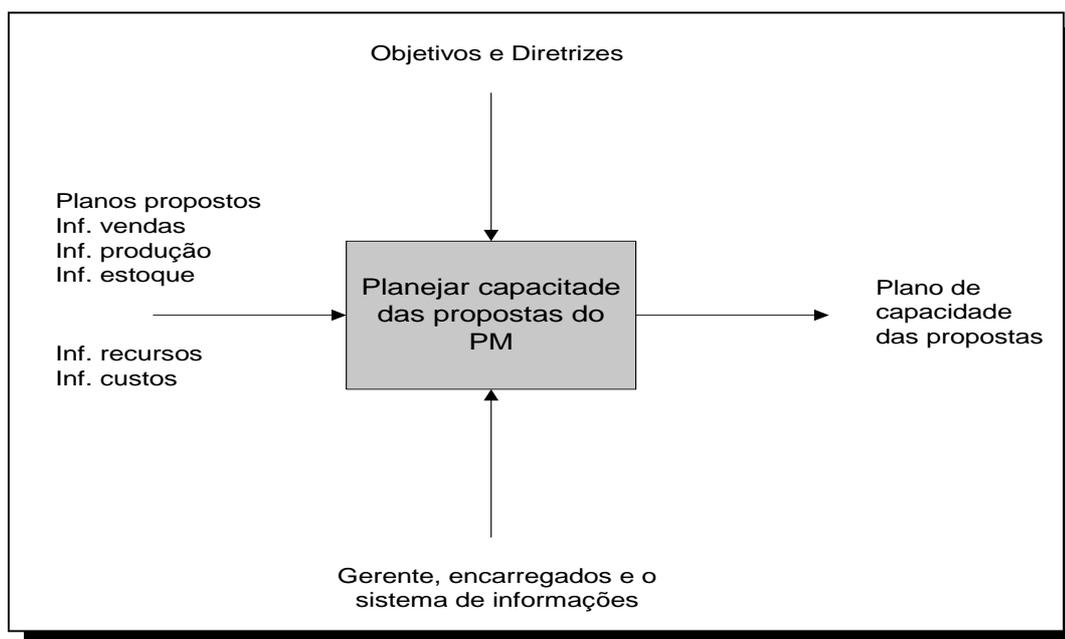


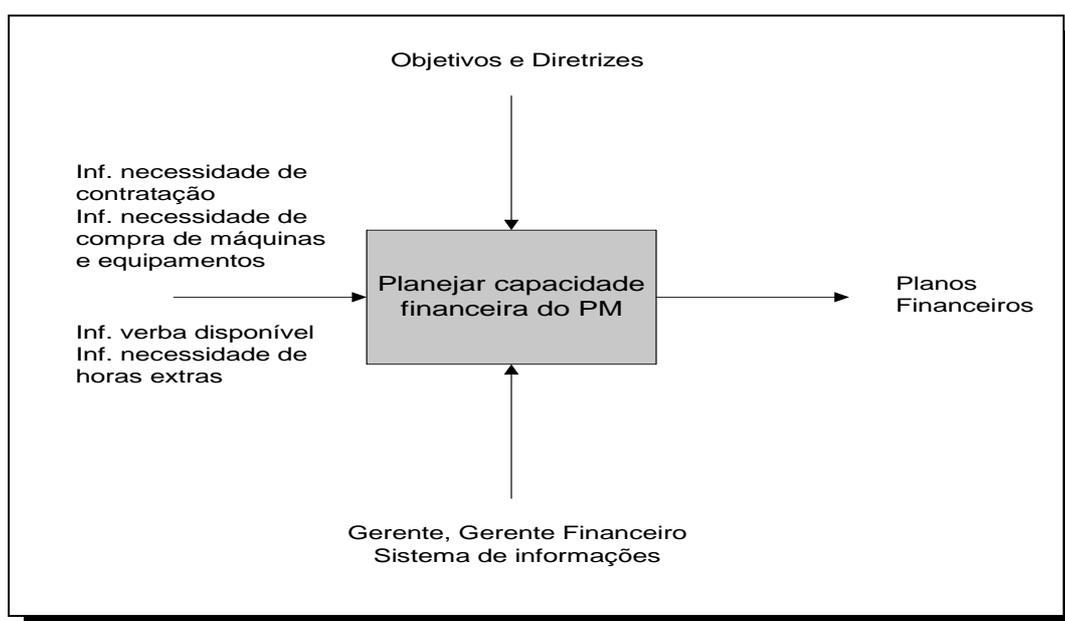
Figura 5.31: Atividade de planejar capacidade das propostas do PM.

A fase de planejamento da capacidade financeira do PM é realizada pelo gerente financeiro e o gerente de produção. Onde o gerente de produção solicita os recursos necessários e o gerente financeiro define os investimentos, com base na atividade anterior através do sistema de informações, tais como contratação ou demissão de operários, gastos com horas extras, subcontratação, investimentos em máquinas e equipamentos ou mesmo recursos necessários para novas

instalações para a produção de cada produto final. As atividades de controle, serão alinhadas por objetivos e diretrizes do PM e o mecanismo de controle serão o gerente, o gerente financeiro e o sistema de informação, mostrados na figura 5.32.

A seguir são mostrados os fluxos básicos da atividade planejar a capacidade financeira das propostas:

1. Acessando o sistema de planejamento, para cada plano de capacidade, o gerente financeiro insere os valores de máquinas, equipamentos, insumos e instalações;
2. Através do sistema de planejamento, o gerente financeiro analisa os valores relativos aos custos de produção (salários de operários, matérias-primas, insumos, custos de estoque, etc) e a verba disponível em caixa para um período determinado pelo plano mestre, para um produto final;
3. O gerente financeiro faz o levantamento de informações relativas a possíveis financiamentos, inserindo essas informações no sistema de planejamento;
4. O gerente financeiro realiza uma análise do retorno dos investimentos no plano, baseado nos objetivos e diretrizes de planejamento da produção da empresa.



5.32: Atividade de planejar capacidade financeira do PM

Posteriormente à fase de planejar a capacidade financeira passa-se à fase de decisão do melhor plano do PM, onde o mesmo é analisado pela viabilidade de implantação e seus respectivos responsáveis pela aprovação ou não. A figura 5.33 mostrará essa relação.

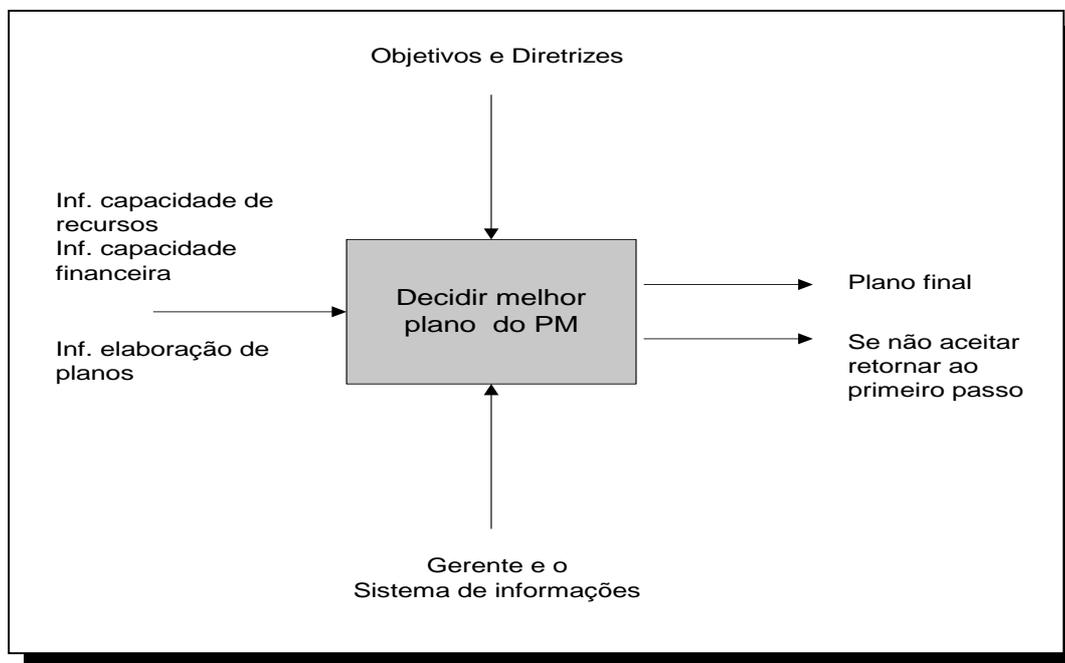


Figura 5.33: Atividade de decidir melhor plano do PM.

A atividade referente a decidir melhor plano é realizada em conjunto pelo gerente de produção, pelo gerente financeiro e pelo diretor da empresa, onde os mesmos, verificam as propostas, sob uma análise mais ampla. São analisados o potencial de faturamento, o lucro líquido e bruto, o retorno sobre o investimento, comparando com os objetivos e diretrizes, em um período. Por fim analisam-se os pontos fortes e fracos do plano. A decisão final dos planos, se não satisfizer a direção, pode-se retornar ao primeiro passo do processo de planejamento mestre, passando novamente pela seqüência de atividades (Ver figura 5.34). A seguir serão mostrados os fluxos básicos das atividades de decidir melhor plano de PM.

1. Diretor, gerente de produção e gerente financeiro revisam as informações de potencial de faturamento, faturamento real e o retorno de investimentos, diretamente no sistema de planejamento e/ou através de impressão de relatório;

2. Diretor, gerente de produção e gerente financeiro realizam uma análise do potencial de cada plano, levando-se em consideração os objetivos e diretrizes de planejamento;
3. Opcionalmente, como no PA, podem se fazer ajustes nos planos propostos;
4. Após realizarem um levantamento dos pontos fortes e fracos de cada plano, para cada período e para cada lote levando em consideração o produto final, eles decidem e registram no sistema o melhor plano, sendo aprovado formalmente pelo diretor;
5. Caso nenhum plano seja satisfatório, volta-se à primeira atividade do processo de planejamento para a proposta de novos planos.

A partir desse contexto deve ser exaltado o diagrama de atividades que especifica a visão externa, por intermédio de vários diagramas de casos de uso, intrínsecos ao desse processo descrito.

5.6.2. Modelagem de Requisitos

A etapa de modelagem de requisitos é dividida em três itens também dispostos de maneira lógica e seqüencial: *diagramas dos Casos de Uso do PM*; *definições dos casos de uso do PM* e *diagramas de atividades do PM*. Seu objetivo também é de determinar os principais métodos e atributos do diagrama de classe que será utilizado na adaptação para módulos do *framework* do ERP5.

A) DIAGRAMAS DOS CASOS DE USO DO PM

O processo de modelagem de requisitos provê a utilização de casos de uso. Esses possibilitam a compreensão externa do sistema sendo amplamente utilizados para a análise e levantamento de requisitos de software.

Nesta fase, a visão dos casos de usos do PM trará a visão seqüencial de análise de dados do PM, elaboração de propostas de planos do PM, planejamento da capacidade das propostas de PM, planejamento capacidade financeira e decisão do melhor plano. São feitas associações entre os casos de uso e dos atores planejadores, sistema, gerente financeiro e gerente.

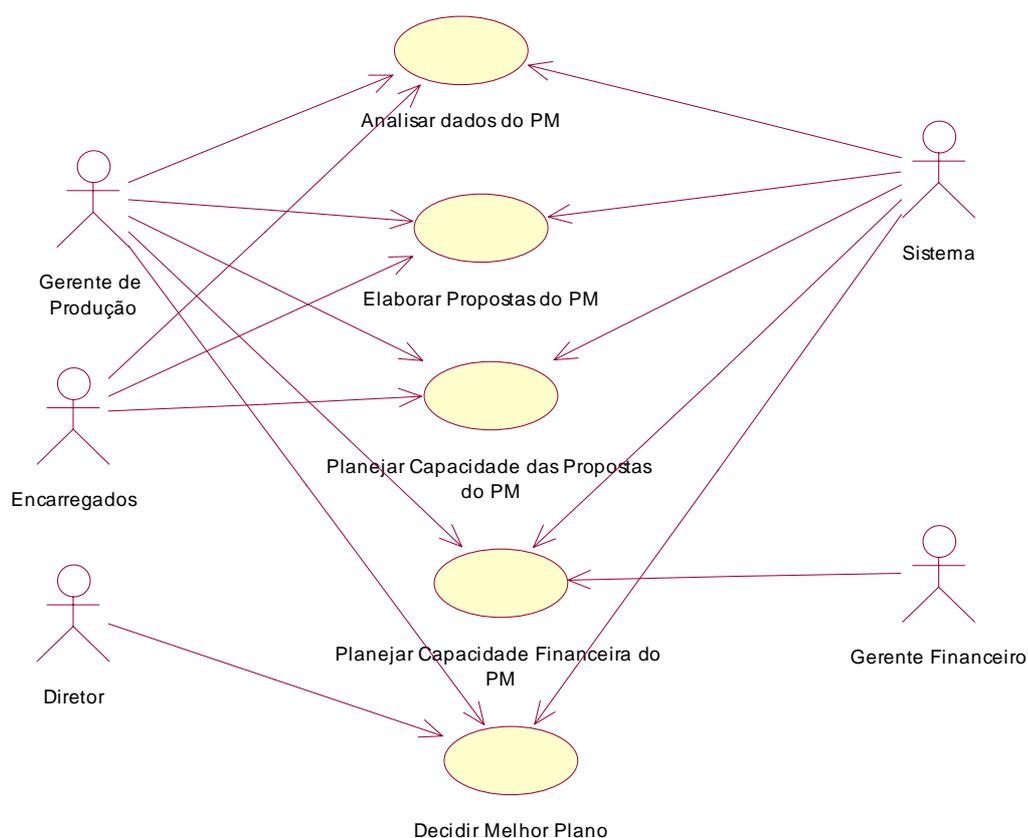


Figura 5.34: Casos de uso do PM

B) DEFINIÇÕES DOS CASOS DE USO DO PM

As definições dos casos de uso descrevem por meio de uma linguagem simples à interação de atores com os principais casos de uso do PM. As etapas de ações do ator, bem como suas especificações e relacionamentos com outros atores e o caso de uso serão descritos na tabela abaixo.

Tabela 5.6: UC .Analisar os dados de PM.

Nome do caso de uso	Analisar os dados do P.M
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Gerente de produção
Ator Secundário	Encarregado
Resumo	Este Caso de Uso descreve as entradas de informações de objetivos e diretrizes, previsão de vendas desfragmentada, produção, valor de venda de produtos e custos.
Pré- condições	A entrada de dados para o Planejamento Mestre.

Pós- condições	Todos os dados analisados.
Ações do Ator	Ações do sistema
1. Recebe dados de planejamento de planejamento, analisando os objetivos e diretrizes.	2. Apresenta informações de planejamento, os objetivos e diretrizes.
3. Analisa os custos, previsão de demanda, de vendas e de vendas reais para cada produto.	
4. Analisa a diferença e desvio.	
5. Verifica o percentual do desvio.	
	6. Apresenta a análise feita de PM
Restrições/Validações	

Tabela 5.7: UC Elaborar as Propostas do PM

Nome do caso de uso	Elaborar as Propostas de Plano Mestre
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Gerente de produção
Ator Secundário	Encarregado
Resumo	Este caso de uso tem como base as informações de previsão de vendas de produção para cada produto final, o cálculo do desvio da previsão para a produção real, a previsão de operários, o potencial de faturamento, a previsão de custos e os custos reais, para a elaboração dos planos.
Pré- condições	Apresentação da análise dos dados.
Pós- condições	Conclusão das propostas de planos.
Ações do Ator	Ações do sistema
1. Insere a previsão de produção e a produção real.	2. Apresenta a previsão de produção e a produção real.
3. Insere a previsão de estoque e o estoque real.	4. Apresenta a previsão de estoques e o estoque real.
	5. Apresenta o potencial de faturamento e o custo de produção.
	6. Apresenta a previsão de custos e os custos de produção real.
	7. Apresenta o desvio de produção.
Restrições/Validações	Os custos e despesas deverão ser atualizados.

Tabela 5.8 : UC Planejar Capacidade para as Propostas do PM.

Nome do caso de uso	Planejar Capacidade para as Propostas
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Gerente de produção
Ator Secundário	Encarregado
Resumo	Este caso de uso calcula a capacidade das propostas, o gerenciamento dos recursos empresariais, com base na necessidade, ou não, de demissão ou contratação de mão-de-obra, aquisição de máquinas, de equipamentos e a necessidade de novas instalações.
Pré- condições	A entrada dos planos elaborados/ propostos.
Pós- condições	O cálculo da capacidade finalizado.
Ações do Ator	Sistema P.M
1. Solicitar a entrada de planos elaborados.	2. Apresenta planos elaborados.
2. Verificar a capacidade de produção em hora normal, hora extra e a subcontratação dos operários, máquinas.	3. Apresenta a capacidade de mão-de-obra, máquinas e equipamentos.
4. Inserir dados de capacidade necessária à fábrica pela previsão de operários, quantidade de máquinas para venda ou aquisição, bem como insumos, equipamentos e subcontratação e aumento ou diminuição de instalações.	5. Apresenta capacidade necessária de previsão de operários, quantidade de máquinas para venda ou aquisição, bem como insumos, equipamentos e subcontratação e aumento ou diminuição de instalações.
6. Comparar a capacidade necessária com a capacidade instalada.	7. Apresenta as necessidades de recursos gerais e apresentar o percentual da diferença entre a redução e o aumento de instalações e a aquisição e venda de máquinas.
Restrições/Validações	O cálculo atualizado da capacidade instalada.

Tabela 5.9: UC. Planejar Capacidade Financeira do PM.

Nome do caso de uso	Planejar Capacidade Financeira
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Gerente financeiro
Ator Secundário	Gerente de produção
Resumo	Este caso de uso analisa a capacidade financeira, define os investimento, com base na atividade anterior através do sistema de

	informações, tais como contratação ou demissão de operários, gastos com horas extras, subcontratação, investimentos em máquinas e equipamentos ou mesmo recursos necessários para novas instalações, para a produção de cada produto final.
Pré- condições	A entrada de dados analisados dos planos de capacidade P.M com os devidos cálculos de capacidade.
Pós- condições	A análise financeira concluída.
Ações do Ator	Sistema P.M
1. Inserir os valores de máquinas, equipamentos, insumos.	
	2. Informa os custos de operários, máquinas, insumos e equipamentos.
3. Inserir a verba disponível.	
4. Analisar o potencial de faturamento, faturamento real.	
5. Analisar os possíveis investimentos de contratação, demissão.	6. Apresenta os possíveis investimentos de contratação, demissão.
7. Analisar o lucro bruto e o lucro líquido.	8. Informa o lucro líquido e o lucro bruto.
9. Analisar o retorno de investimentos em máquinas, equipamentos e funcionários.	10. Informa o retorno de investimentos em máquinas, equipamentos e funcionários.
Restrições/Validações	

Tabela 5.10: UC Decidir Melhor Plano do PM.

Nome do caso de uso	Decidir Melhor Plano
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Diretor
Ator Secundário	Gerente de produção
Resumo	Este caso de uso descreve as etapas de um processo decisório do planejamento. São analisados o potencial de faturamento, o lucro líquido e bruto, o retorno sobre o investimento, comparando com os objetivos e diretrizes, em um período. Por fim analisam-se os pontos fortes e fracos do plano.
Pré- condições	A entrada dos planos para seleção.
Pós- condições	A decisão final de aprovação ou desaprovação do plano PM.

Ações do Ator	Sistema P.M
1. Solicitar planos propostos, capacidade de planos e propostas financeiras.	2. Informa planejamentos
3. Revisar potencial de faturamento, faturamento real, lucro bruto e líquido.	4. Apresenta potencial de faturamento, faturamento real, lucro bruto e líquido.
5. Verificar a viabilidade pela apresentação do retorno dos investimentos em comparação com os objetivos e diretrizes.	6. Informa a viabilidade pela apresentação do retorno dos investimentos em comparação com os objetivos e diretrizes.
7. Verifica os pontos fortes e fracos	8. Apresenta os pontos fortes e fracos
9. Se ajustado	10. Apresenta Plano Mestre
11. Se não	12. Retorna a análise com os dados
Restrições/Validações	Registro da viabilidade de implantação

C) DIAGRAMAS DE ATIVIDADES DO PM

O diagrama de atividade apresenta a realização de uma ação dentro de um fluxo de controle, decomposto em subestados. Abaixo serão mostrados os diagramas das atividades do PM.

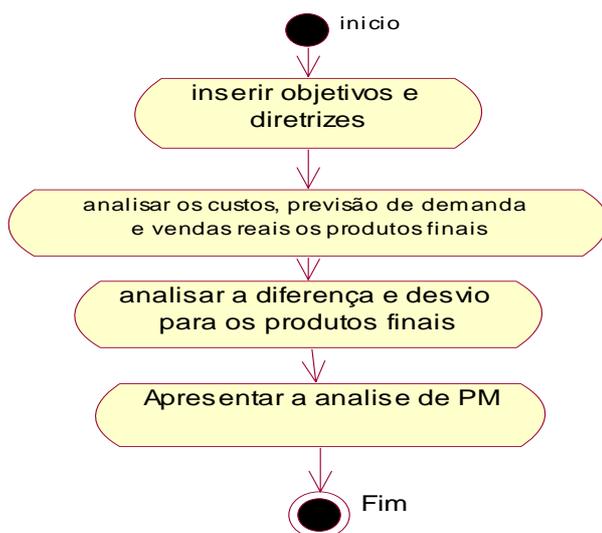


Figura 5.35: Diagrama de atividade de analisar dados de PM.

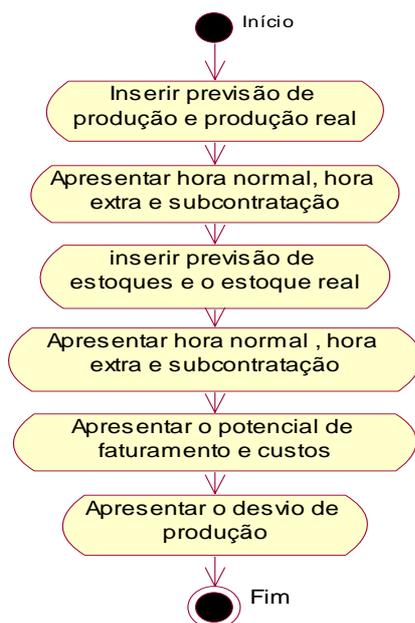


Figura 5.36: Diagrama de atividade elaborar propostas do PM.

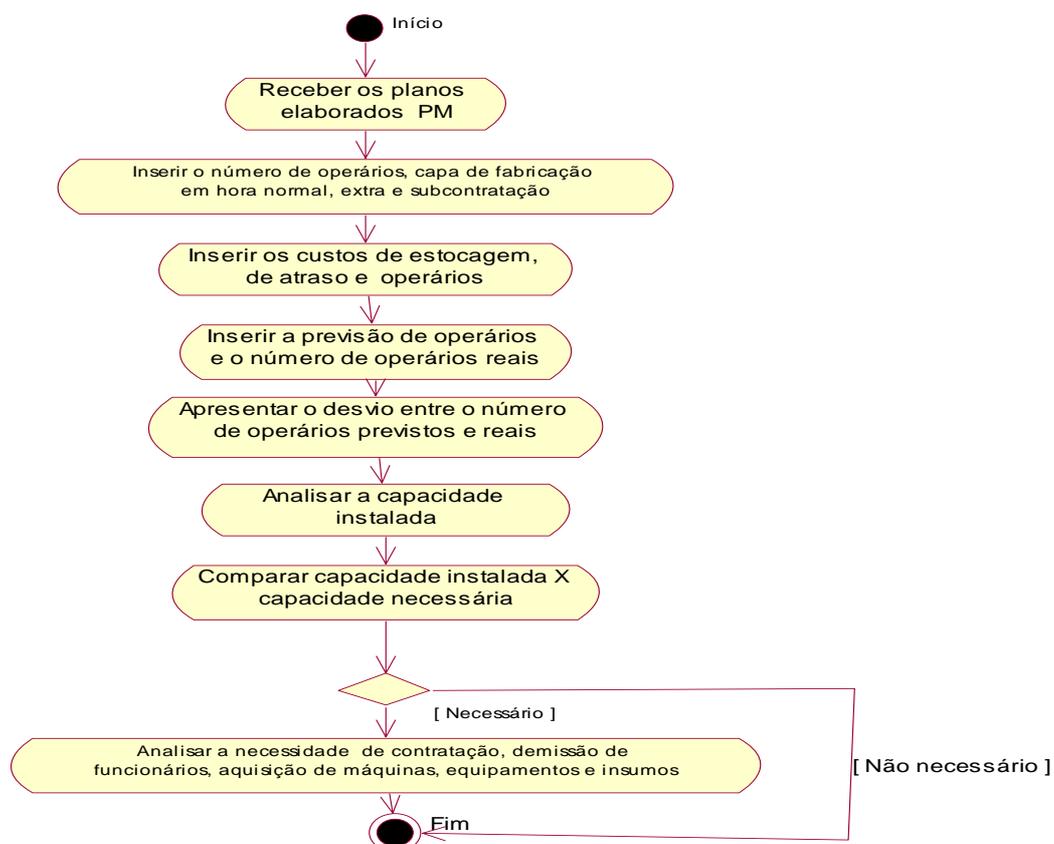


Figura 5.37: Diagrama de atividade de capacidade das propostas do PM.

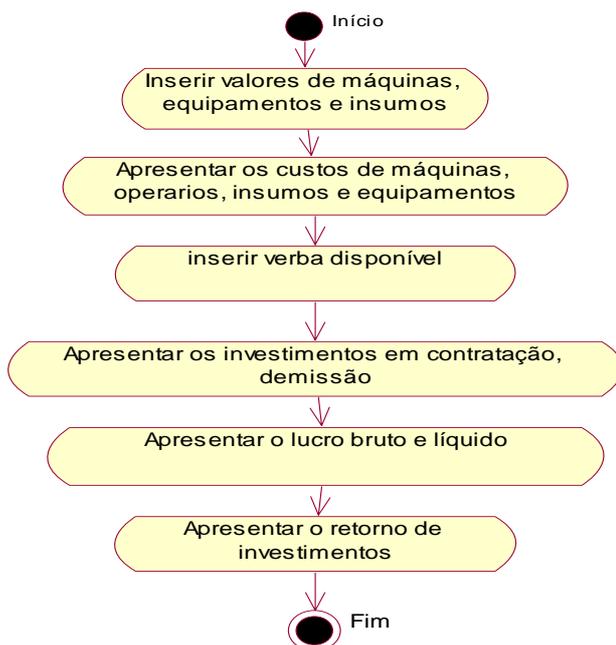


Figura 5.38: Diagrama de atividade de planejar capacidade financeira do PM.

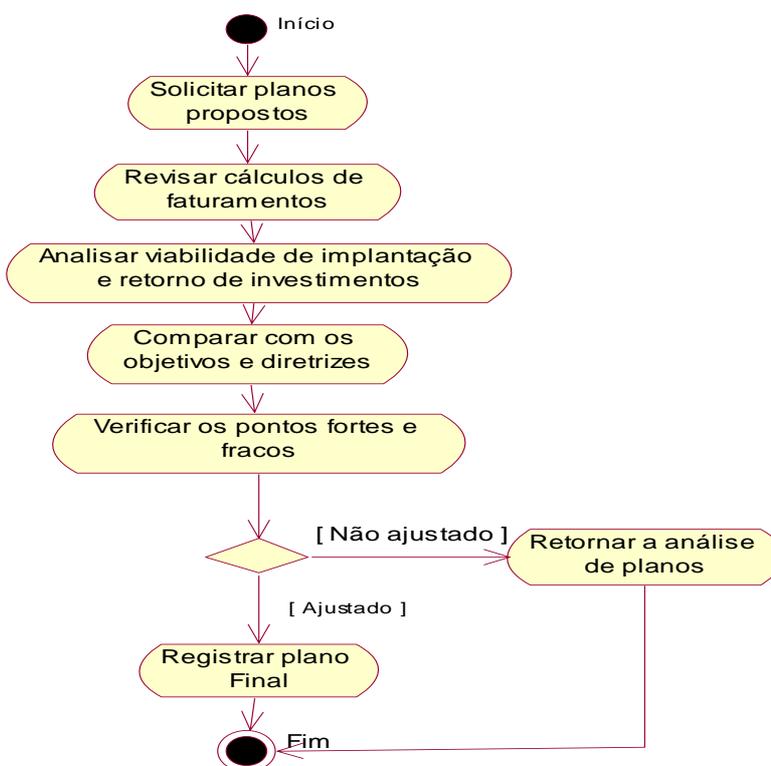


Figura 5.39: Diagrama de atividade decidir melhor plano PM.

5.6.3. Modelo de análise e projeto

A) DIAGRAMA DE CLASSE DO PM

O diagrama de classe apresenta uma visão estática do sistema. Preocupando-se também com a estrutura lógica da mesma. Apresentam-se abaixo as principais conceituações e designações das classes do PM. Posteriormente, mostra uma visão conceitual das classes principais que farão parte do sistema PM.

1. Venda: A classe apresenta os principais atributos necessários para a realização da venda de um produto final, como o código da venda, o código do produto, o preço, a quantidade e o código do cliente;
2. Estoque Mestre Real: A classe apresenta os conceitos inerentes ao estoque mestre real, sendo constituído a partir de dados da produção real e a previsão de estoque. Os principais atributos são o período inicial, período final e a quantidade da família do produto;
3. Componentes: Apresentam conceitos inerentes aos componentes que fazem parte do produto, como o código do produto que será montado, nome, quantidade mínima e quantidade em estoque;
4. Previsão Mestre de Vendas: A classe apresenta os conceitos pertinentes ao cálculo da previsão de vendas para um produto final, em um determinado período, levando em consideração o código da previsão, o produto final, o horizonte, a previsão inicial e final;
5. Previsão de Estoque: A classe apresenta os conceitos necessários para o cálculo de previsão de estoque para os produtos finais. A previsão levará em conta o período inicial, período final com base em demandas anteriores e o produto final em questão;
6. Produto Final: A classe apresenta os conceitos inerentes ao produto final, mostrando o código, nome dos componentes para compra ou fabricação, o período e a quantidade;

7. Período de Planejamento Mestre: A classe apresenta o horizonte no qual o planejamento mestre deverá ser realizado. Os atributos são o mês e o trimestre do planejamento em questão e as principais operações são cadastrar e atualizar;
8. Processo PM: A classe apresenta os conceitos inerentes ao planejamento do processo, como a capacidade de produção, produto final, os custos e a previsão;
9. Produção Mestre Real: A classe contempla os cálculos de produção em hora normal, hora extra e a necessidade de subcontratação, para o período mestre;
10. Custos Previstos do PM: A classe apresenta os custos previstos inerentes ao planejamento previsto de produção em hora normal, hora extra, subcontratação, terceirização e custo total;
11. Custos Reais de Produção Mestre: A classe apresenta os custos reais inerentes à produção real em hora normal, hora extra e subcontratação;
12. Unidade Produtiva: A classe contempla os conceitos inerentes à unidade de produção, como o nome, capacidade, produto final, plano de capacidade mestre, número de funcionários;
13. Plano de Capacidade Mestre: A classe apresenta o plano da capacidade necessária para o planejamento da produção agregada, onde enfatiza-se a capacidade dos recursos produtivos. Os principais atributos são a unidade produtiva, o período, o número de operários, a capacidade produtiva total;
14. Plano de Custo Mestre da Produção: A classe apresenta os custos de produção em hora normal, hora extra, subcontratação e o custo total para o período do planejamento mestre;
15. Finanças: A classe em questão envolve toda a relação financeira do planejamento, como o potencial de faturamento, os custos, a análise de investimento, o lucro, verba disponível e a possibilidade de empréstimos financeiros para o planejamento mestre.

B) DIAGRAMAS DE SEQÜÊNCIA DE PM

O diagrama de seqüência baseia-se nos casos de uso para determinar a seqüência dos eventos de uma atividade. Estabelecem uma seqüência lógica de mensagens para realização de uma ordem. Abaixo serão mostrados alguns diagramas de seqüência de PM.

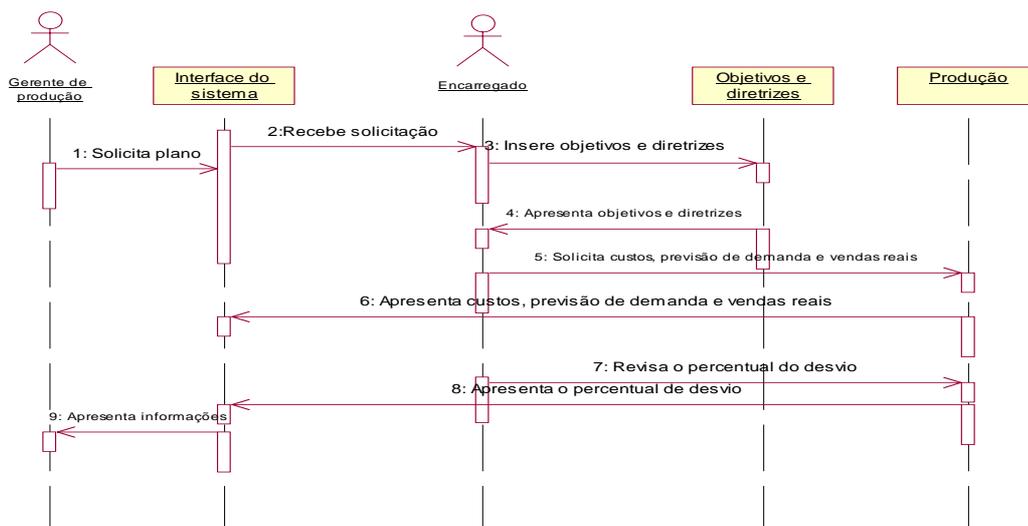


Figura 5.41: Diagrama de seqüência de analisar dados do PM.

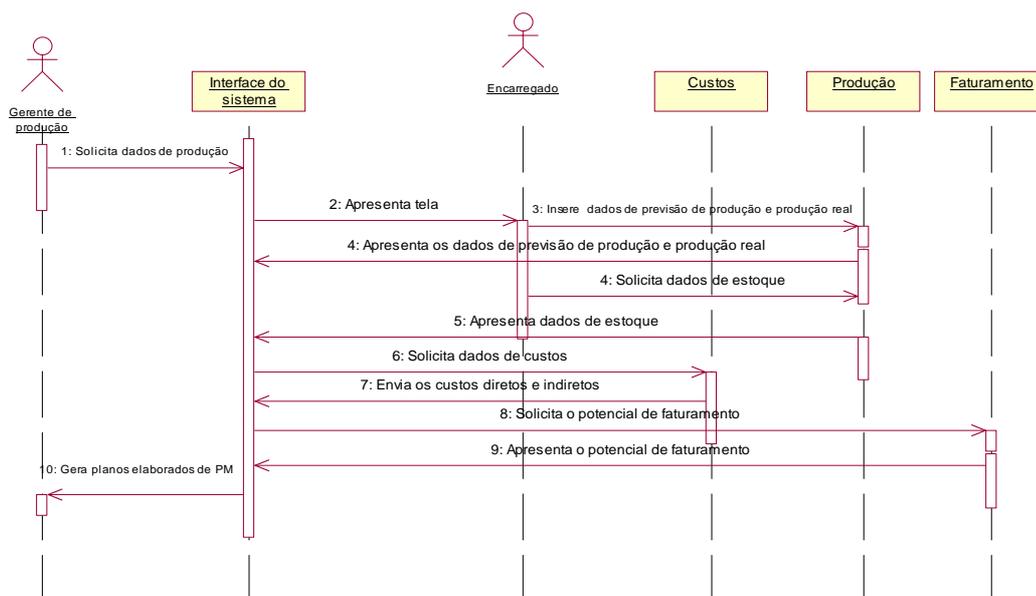


Figura 5.42: Diagrama de seqüência de elaborar propostas do PM.

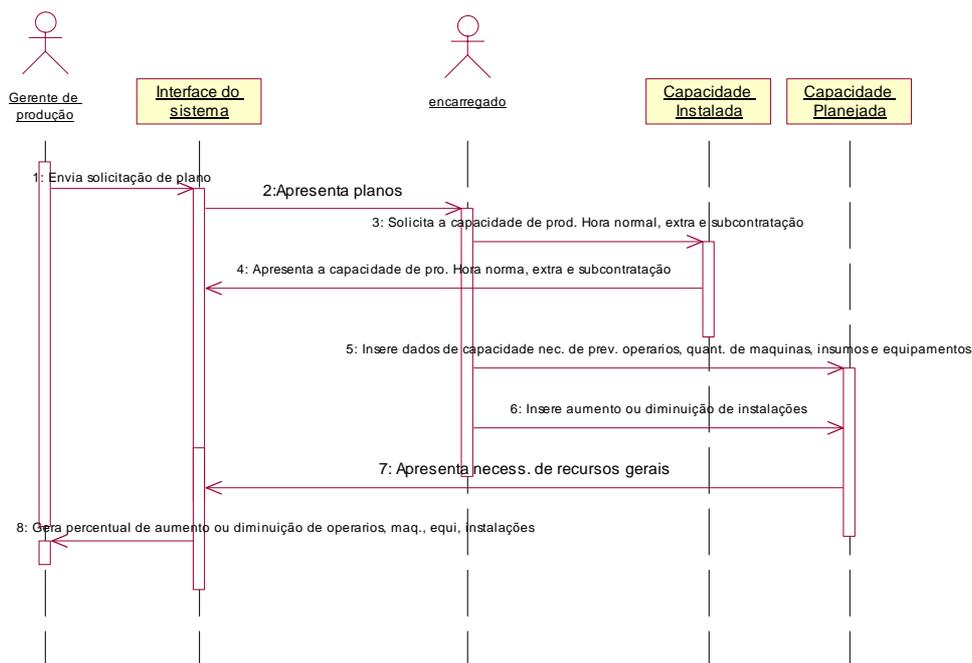


Figura 5.43: Diagrama de seqüência de capacidade das propostas do PM.

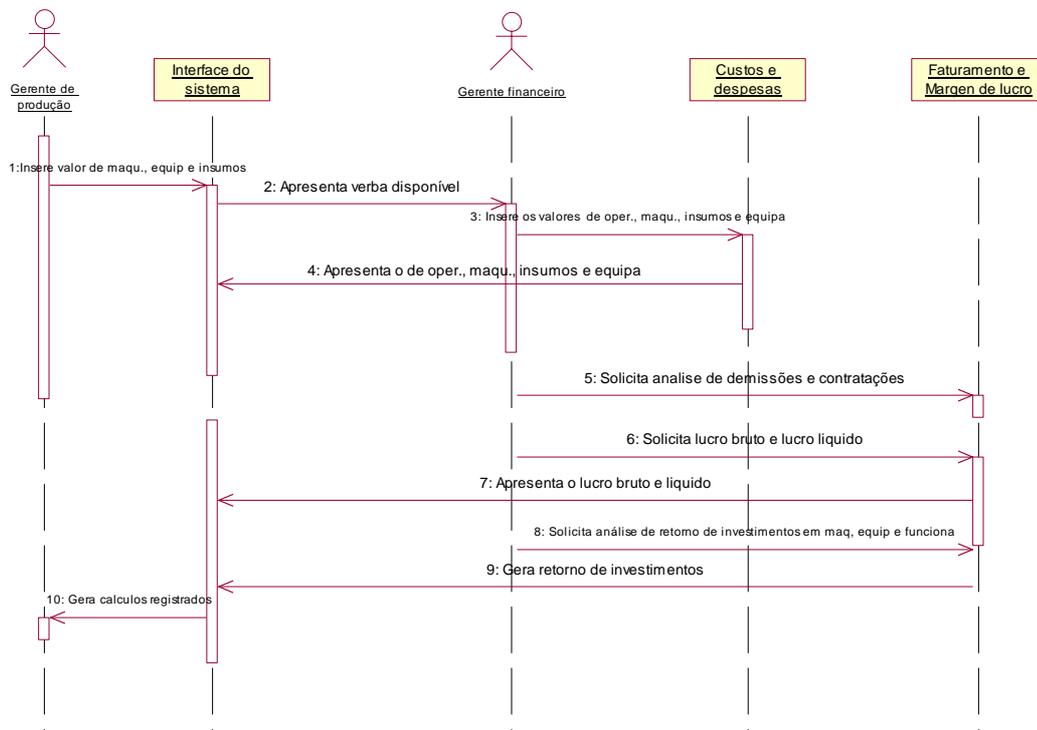


Figura 5.44: Diagrama de seqüência de planejar capacidade financeira do PM.

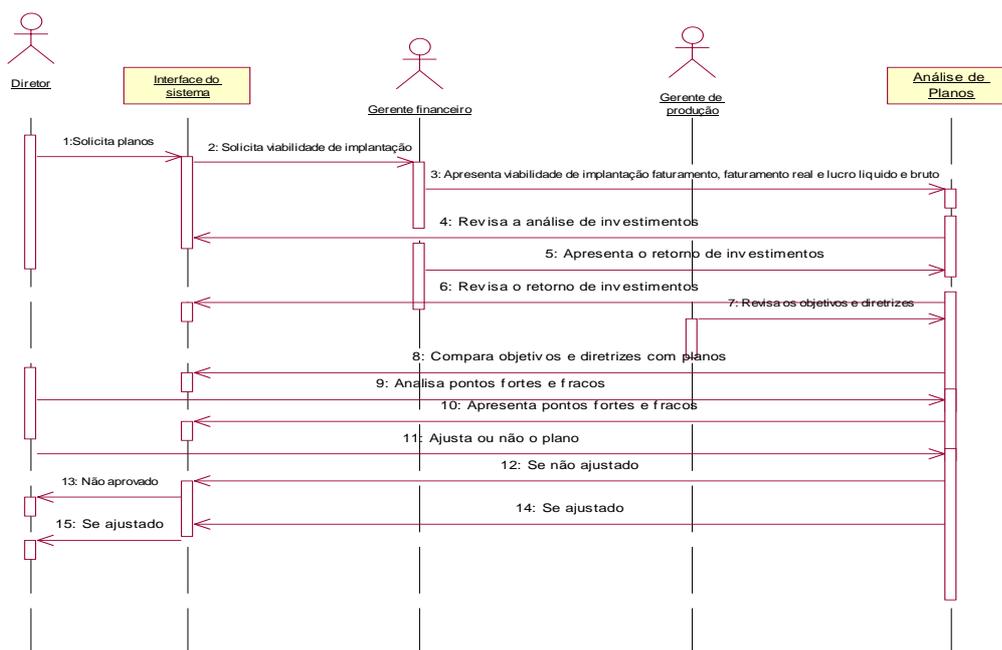


Figura 5.45: Diagrama de seqüência de decidir melhor plano do PM.

C) DIAGRAMA DE ESTADOS DO PM

O diagrama de estados procura representar a situação em que se encontra um objeto em estágios do processo PM. Abaixo serão relacionados os estados relativos aos diagramas de caso de uso do PM.

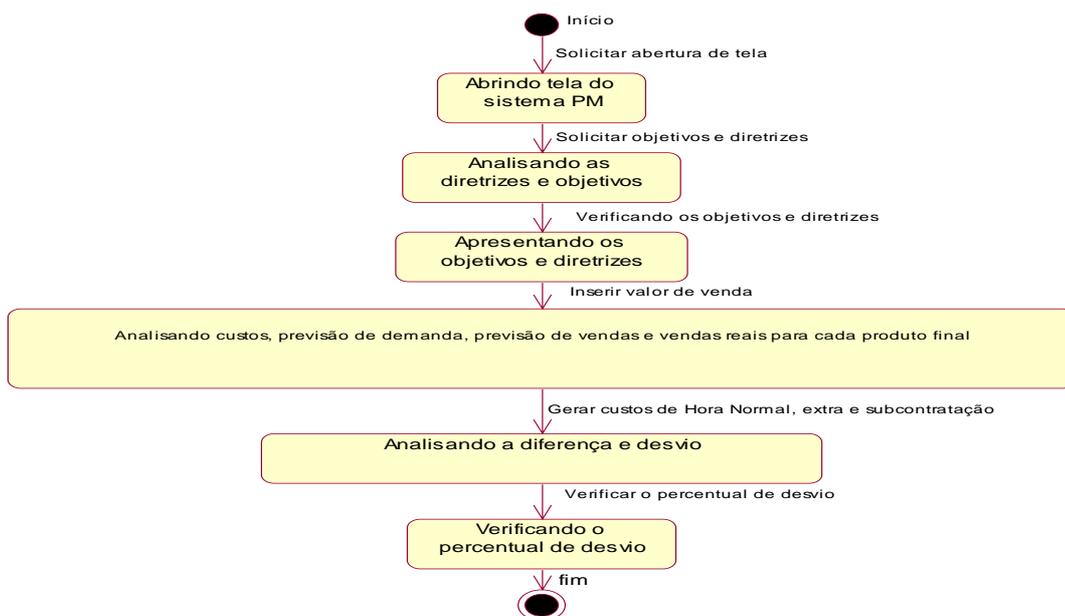


Figura 5.46: Diagrama de estado analisar de dados do P.M.

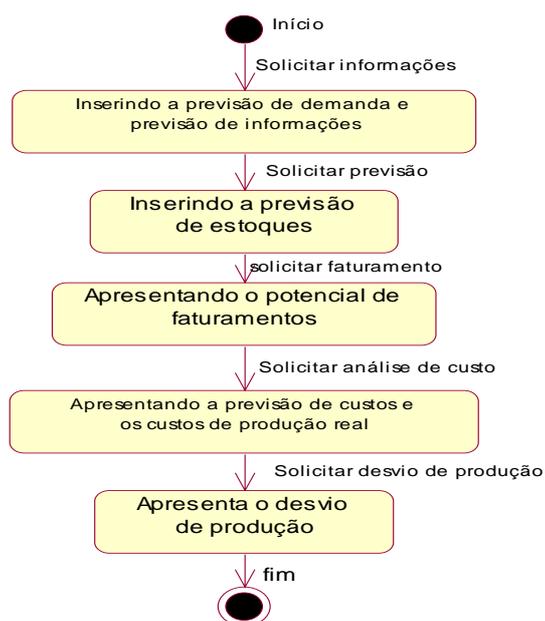


Figura 5.47: Diagrama de estado de elaborar propostas do PM.

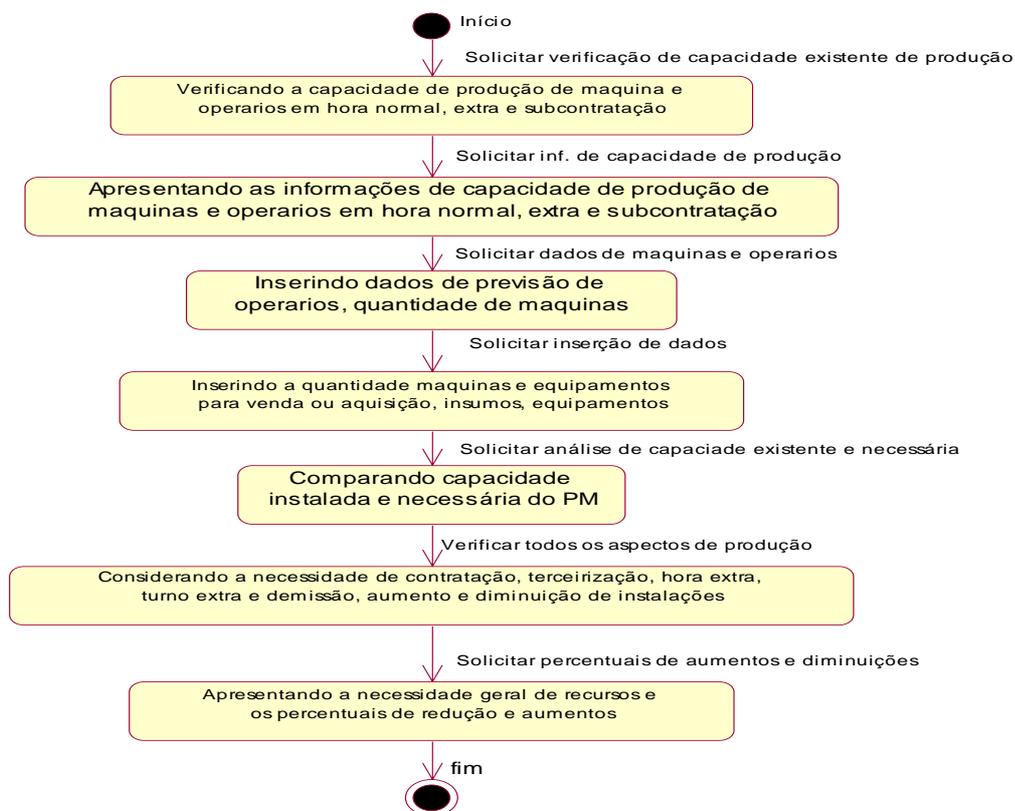


Figura 5.48: Diagrama de estado de capacidade das propostas PM

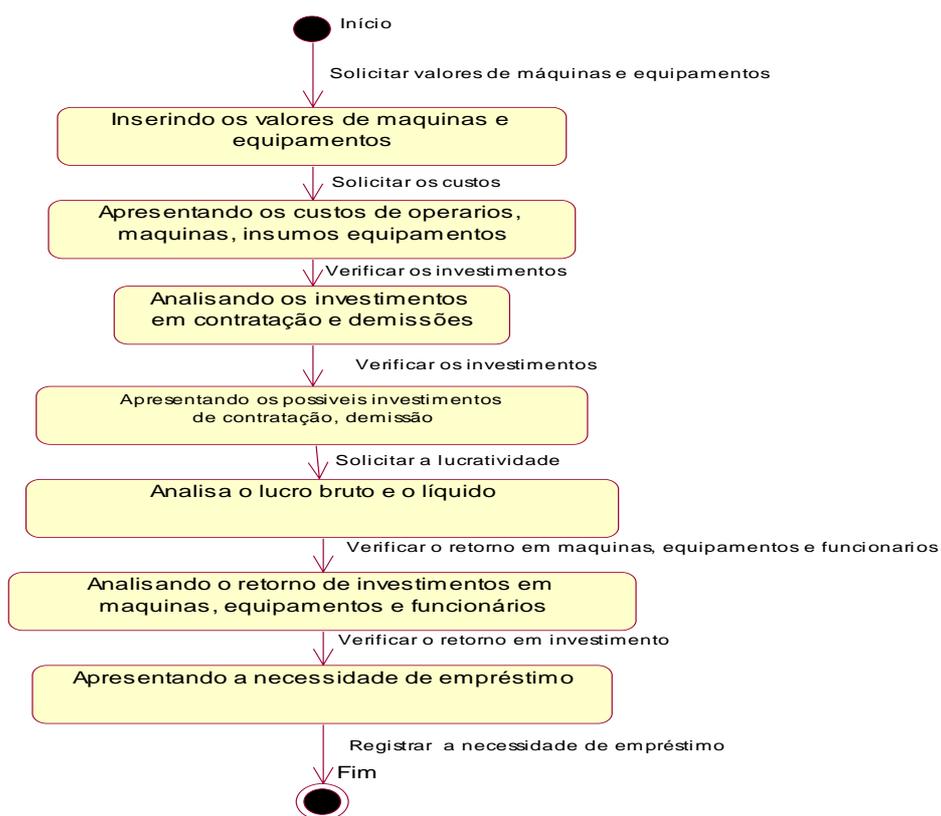


Figura 5.49: Diagrama de estado planejar capacidade financeira de PM

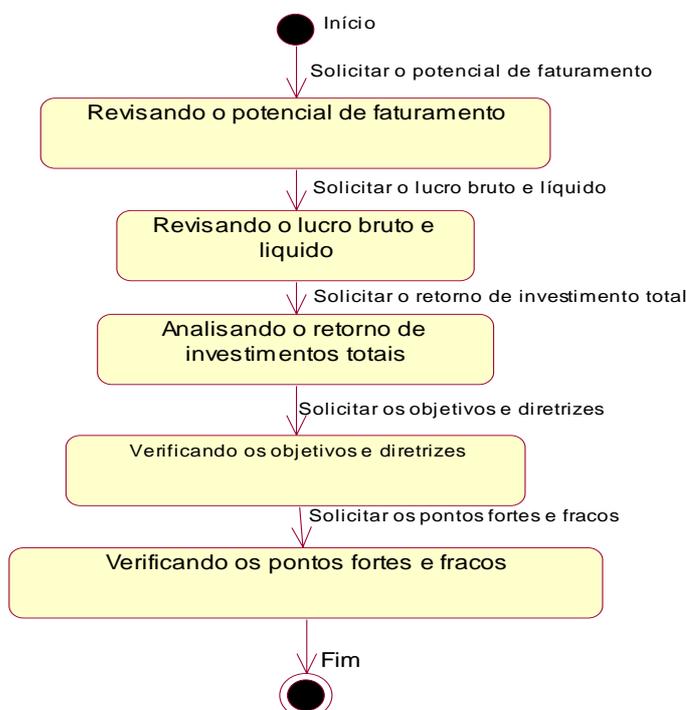


Figura 5.50: Diagrama de estado decidir melhor plano PM.

D) PROTÓTIPO DO PM

O protótipo traz as possíveis funcionalidades do sistema PM com botões e funções para análise da consistência do modelo.

Figura 5.51: Protótipo de PM.

5.7 A Modelagem do MRP

A modelagem do MRP considera a existência de um banco de dados alimentado com todas as informações sobre os componentes e a formação da árvore do produto.

5.7.1. Etapa de Modelagem de Processos

A modelagem de processos do MRP é dividida em três itens dispostos de maneira lógica, como já determinados no PA e PM: *determinação dos fluxos de informações do MRP*; *definição dos processos do MRP*; *detalhamento das atividades dos processos do MRP*.

A) DETERMINAÇÃO DOS FLUXOS DE INFORMAÇÕES DO MRP

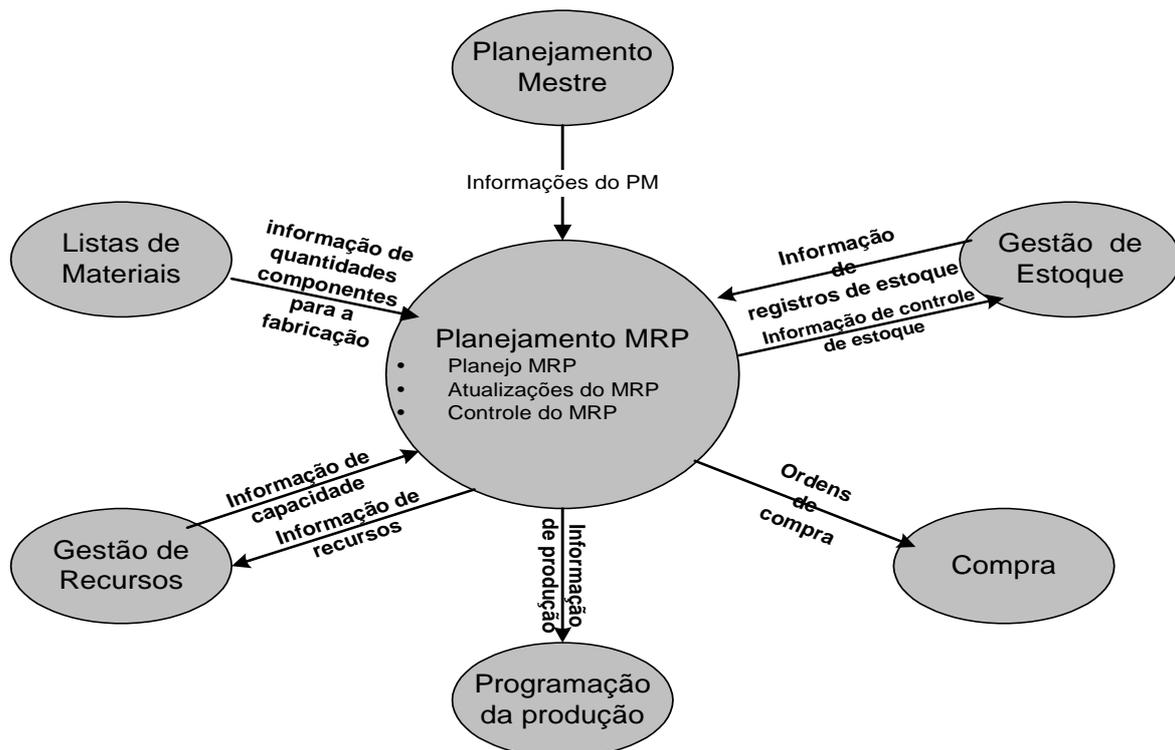


Figura 5.52: Esquema ilustrando as principais trocas de informação do MRP.

O MRP será modelado nesta dissertação, trazendo também conceitos inerentes ao cálculo das necessidades de materiais, levando em consideração o estoque projetado. A figura 5.52, mostra a relação entre os principais fluxos de informação do MRP: o programa mestre, compras, gestão de estoque, listas de materiais, gestão de recursos e programação da produção.

B) DEFINIÇÃO DOS PROCESSOS DO MRP

A partir da definição dos fluxos de informações, deve-se considerar as principais atividades do processo do MRP, que é iniciada pela atividade de análise dos dados. Seqüencialmente tem-se as atividades de elaboração das

propostas do plano MRP, de planejamento da capacidade relativa a essas propostas do MRP, e por fim a definição do melhor plano possível. A figura 5.53 apresenta o processo do MRP.

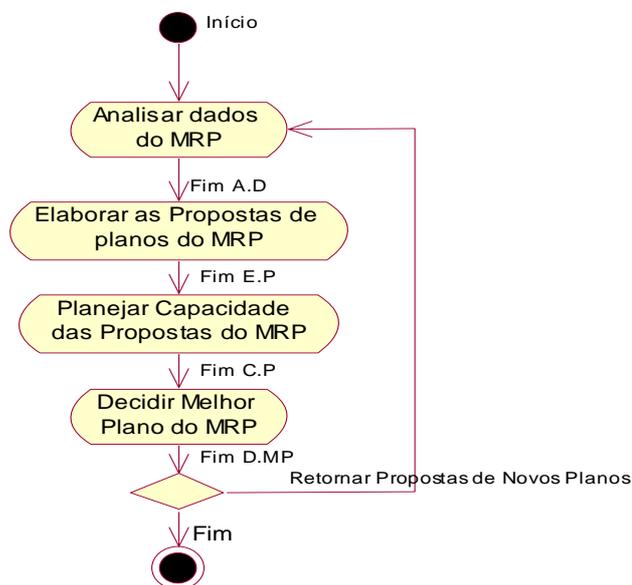


Figura 5.53: Processo do MRP.

Para a análise do processo do MRP é necessário decompor o processo em atividades, para melhor definição e detalhes do processo listado na figura 5.53 acima. A definição de entradas e saídas segue o mesmo procedimento empregado na modelagem do PA e do PM.

C) DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES DOS PROCESSOS DO MRP

Na atividade de análise dos dados do MRP são apresentados os objetivos e diretrizes, sendo considerados como entradas de informações: os registros de estoques, listas de materiais e plano mestre. O controle será baseado no planejamento do PM e os mecanismos de implementação serão os encarregados, operários e o sistema de informações, como mostra a figura 5.54. A seguir são mostrados os principais fluxos básicos relativos a esta atividade.

1. O acesso ao módulo do sistema de informação pelos encarregados e operários;
2. O sistema apresenta os objetivos e diretrizes e lista os componentes necessários para a produção do produtos finais pela estruturação das listas de materiais;

3. O sistema lista os estoques dos componentes necessários para o produto final;
4. O sistema apresenta os tempos de entrega necessários para fabricação do produto final;
5. Os encarregados e os operários analisam o tempo determinado para a fabricação ou compra de cada componente do produto final.

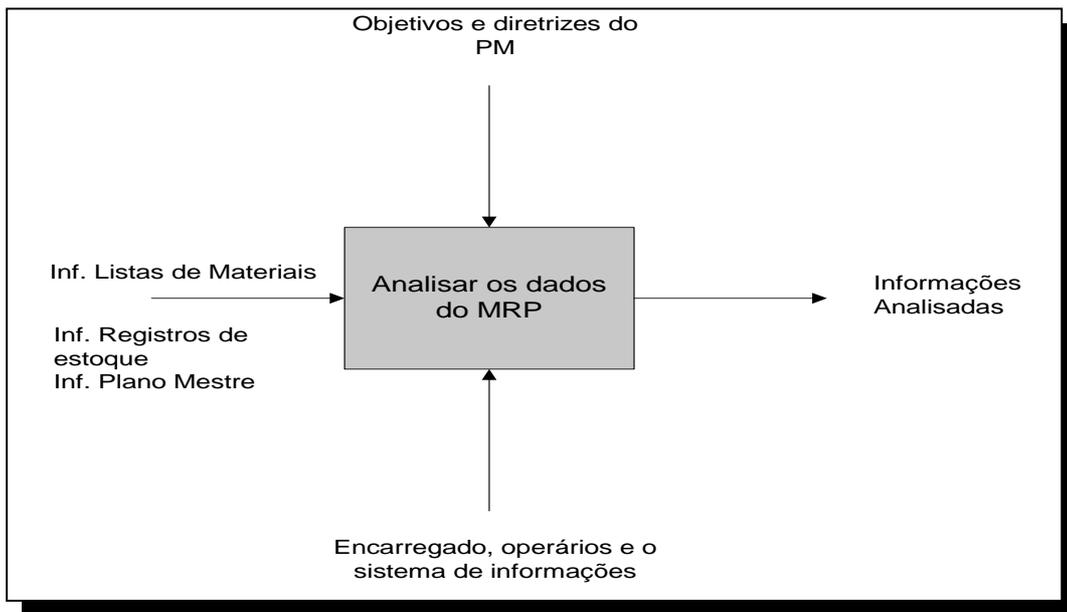


Figura 5.54: Atividade de análise do MRP.

A atividade referente a elaborar propostas do MRP é desenvolvida posteriormente à etapa de analisar dados de MRP. Assim, com base nas diretrizes e objetivos do planejamento, são definidos os lotes de fabricação para cada produto final, com seus respectivos planejamentos de necessidade de componentes. A entrada de informações do MRP são as informações dos lotes de produção como: o produto final em questão, os componentes, a necessidade líquida, os recursos programados, o estoque disponível, ordens planejadas e a liberação de ordens. O controle é realizado pelas diretrizes do planejamento do PM e os mecanismos de implementação são os encarregados e operários, como é mostrado na figura 5.55. A seguir serão mostrados os fluxos básicos da atividade de elaborar as propostas de planos do MRP.

1. O sistema gera para a fabricação do produto final em questão, os lotes de fabricação, com os respectivos componentes;
2. O sistema determina quantos lotes estarão dispostos nas ordens de produção, enumerando os produtos finais em questão;
3. O sistema gera necessidade de determinação de componentes do produto gerando a programação da necessidade líquida, bruta e estoques disponíveis;
4. Os encarregados e operários replanejam e reprogramam as ordens, de acordo com a necessidade de programação dos mesmos.

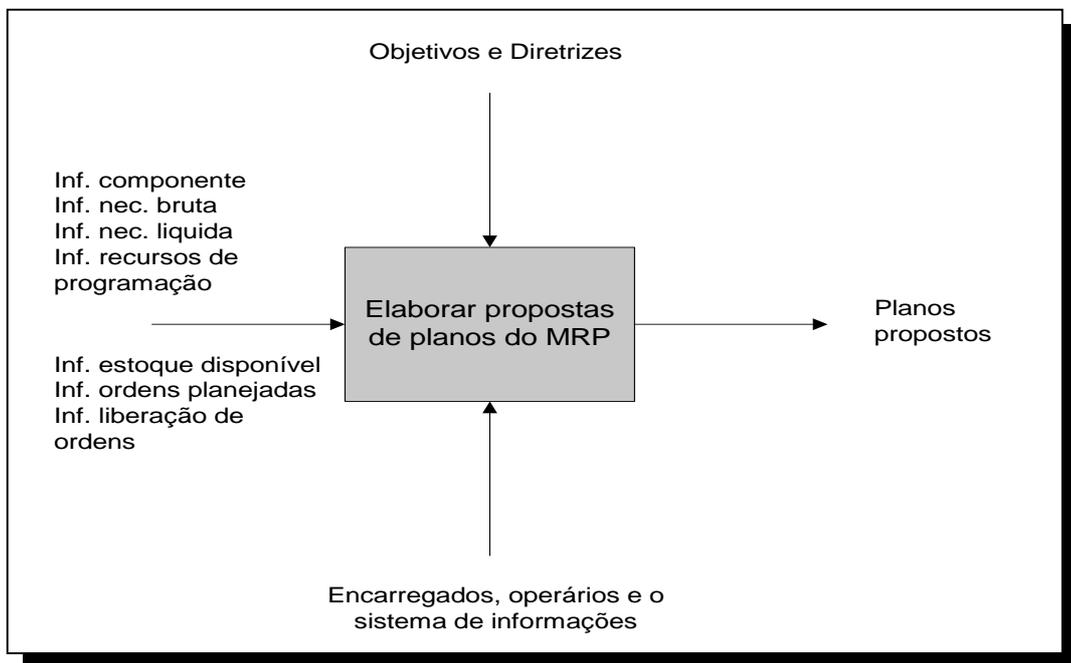


Figura 5.55: Atividade de elaborar propostas de planos do MRP

Conseqüentemente passa-se à atividade de planejar a capacidade das propostas do MRP onde se é caracterizado pela análise do CRP, que com base no cálculo de aquisição de cada componente, para gerar ajustes no plano, mostrando a quantidade de componentes a serem comprados ou produzidos, bem como a capacidade de produção dos componentes nos departamentos, o tempo de fabricação e o tempo de preparação da máquina. A entrada de informações será feita pelos planos de produção para os departamentos, com informações pertinentes à produção como: quantidade a ser comprada, quantidade produzida, capacidade de produção do departamento, tempo de

preparação e tempo de fabricação. O controle será o planejamento do PM e o mecanismo de controle serão os gerentes, encarregados e o sistema de informação, conforme apresenta a figura 5.56. A seguir serão mostrados os fluxos básicos da atividade de planejar capacidade das propostas do MRP.

1. O sistema gera os dados das quantidades necessárias de produtos e componentes para as quatro semanas.
2. O encarregado insere a capacidade de produção de produtos finais e componentes para o centro de produção;
3. O encarregado especifica o tempo de preparação (setup) de máquinas e o tempo de fabricação, definindo um plano conforme os objetivos e diretrizes;
4. O encarregado grava e envia para análise financeira as propostas de planos de MRP e as necessidades de se adquirir ou mesmo reduzir o número de máquinas; aumentando ou diminuindo o tempo de fabricação.

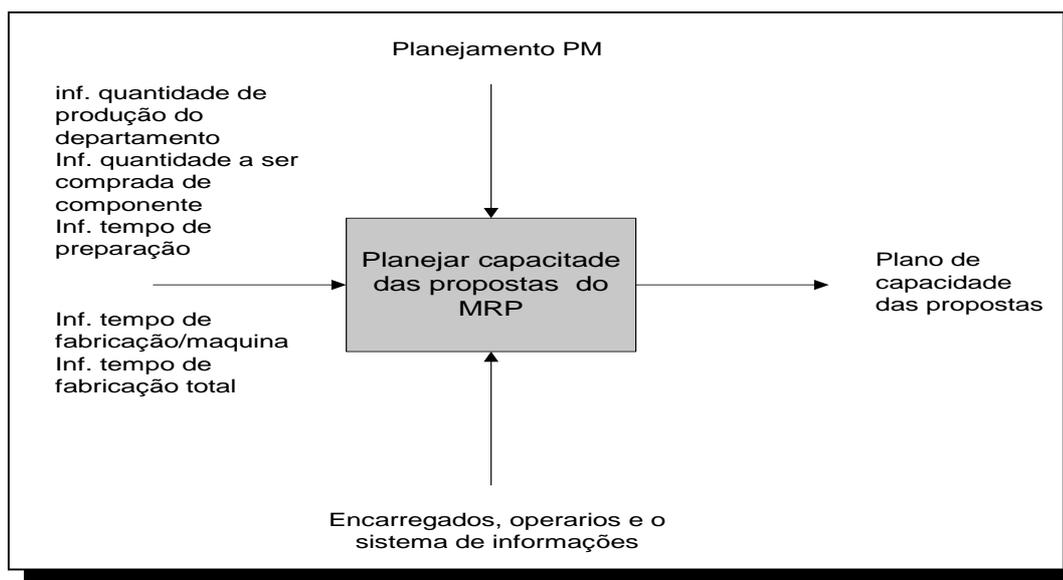


Figura 5.56: Atividade de planejar capacidade das propostas do MRP.

A atividade de decidir melhor plano do MRP é realizada pelos encarregados e operários, os quais devem fazer uma análise geral das principais informações disponibilizadas pelo sistema, como os objetivos e diretrizes. Indicadores como objetivos, diretrizes, dados de estoque, ordem de compra e programação da produção são levados em consideração na hora de decidir o melhor plano, determinando os pontos fortes e fracos. Um ajuste nos dados pode ser proposto. Ou ainda o plano pode não satisfazer aos encarregados, podendo retornar ao primeiro passo. As entradas de planos são os planos elaborados do

MRP, dados de estoque, ordens de compra e programação da produção e o plano da capacidade do MRP. O controle será o planejamento do PM e o mecanismo de controle serão os encarregados, operários e o sistema de informação e as como mostra a figura 5.57. A seguir serão mostrados os principais fluxos de informação da atividade de decidir melhor plano MRP.

1. Os encarregados e os operários revisam as informações do plano mestre, listas de materiais e registros de estoques, diretamente no sistema de informações e/ou através de impressão de relatório;
2. Os encarregados e operários realizam uma análise dos indicadores do plano, levando em consideração os objetivos e diretrizes do planejamento.
3. Os encarregado e operários podem ou não realizar ajustes no planejamento dos planos propostos.
4. Após realizarem um levantamento dos pontos fracos e fortes do plano, eles verificam, analisam as ordens de compra, a programação da produção e os dados de estoque.O plano passa a uma nova análise visando a sua aprovação.
5. Caso nenhum plano seja satisfatório, volta-se à primeira atividade do processo de planejamento para a proposta de novos planos do MRP.

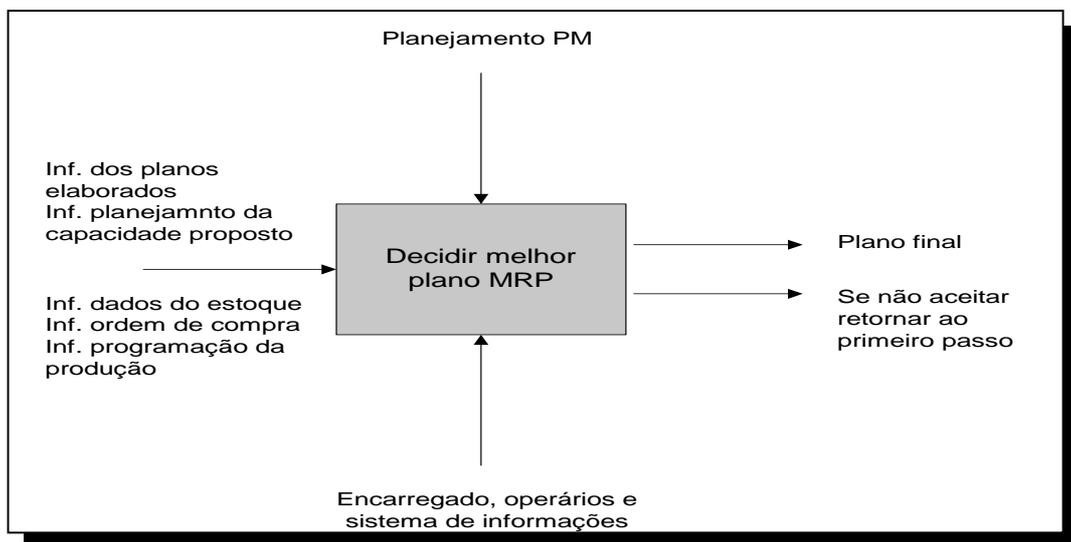


Figura 5.57: Atividade de decidir melhor plano para o MRP.

A partir dessa visão, parte-se para o diagrama de casos de uso do MRP, onde se tem a visão externa do sistema.

5.7.2. Modelagem de Requisitos

A etapa de modelagem de requisitos é dividida em três itens dispostos como no PA e PM: *diagramas dos Casos de Uso de MRP*; *definições dos Casos de Uso de MRP*; *diagramas de atividades de MRP*. Seu objetivo é ter ao final, a geração do diagrama de classe que será utilizado na construção de módulos *framework* do ERP5.

A) DIAGRAMAS DOS CASOS DE USO DO MRP

O processo de modelagem de requisitos utiliza a fundamentação de diagramas de Casos de Uso. Estes, permitem a especificação visual do ambiente externo, bem como suas interações entre atores e casos de uso.

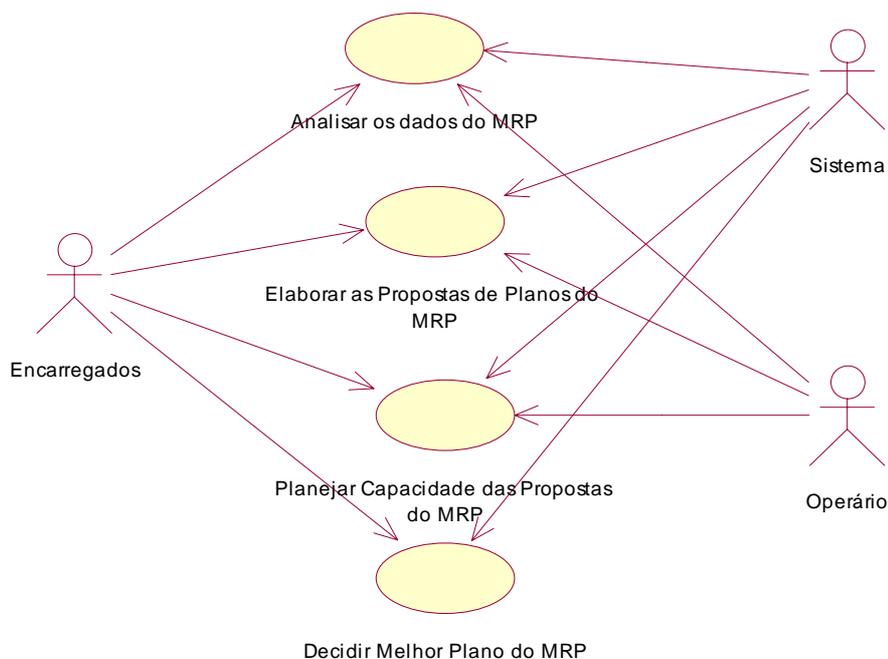


Figura 5.58: Casos de Uso do MRP.

B) DEFINIÇÕES DOS CASOS DE USO DO MRP

As definições dos casos de usos documentam os mesmos, apresentando suas interações entre atores e casos de usos. A análise das ações do ator, bem como suas interfaces com outros atores e o caso de uso são descritas nas tabelas.

Tabela 5.11: UC. Analisar os dados do MRP.

Nome do caso de uso	Analisar os dados do MRP
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Encarregado
Ator Secundário	Operador
Resumo	Este Caso de Uso descreve as ações de análise dos dados do MRP. As informações necessárias para o MRP como as quantidades necessárias de componentes e o tempo para sua obtenção .
Pré- condições	A entrada de informações do Planejamento Mestre.
Pós- condições	Informações analisadas
Ações do Ator	Ações do sistema
1. Acessa o módulo.	2. Apresenta os objetivos e diretrizes.
	3. Apresenta as informações do Produto.
4. Lista os componentes para o produto final.	5. Apresenta informações do componente pela lista de materiais.
	6. Apresenta informações de registro de estoque.
7. Analisa tempo de montagem.	
Restrições/Validações	A entrada dos dados do PM.

Tabela 5.12: UC. Elaborar as propostas do MRP

Nome do caso de uso	Elaborar as Propostas do MRP
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Encarregado
Ator Secundário	Operador
Resumo	Este caso de uso descreve as ações para elaboração de planos do MRP. Com base nos objetivos e diretrizes do MRP são definidos os lotes para fabricação de cada produto final, com seus respectivos componentes.
Pré- condições	A entrada dos planos analisados.
Pós- condições	Todo planejamento elaborado
Ações do Ator	Ações do sistema
	1. Apresenta os lotes com os respectivos componentes.
	2. Apresenta a liberação de ordens, contendo os lotes.
	3. Gera a determinação de quantidade de componentes pela programação da necessidade líquida, bruta.
	4. Gera a determinação de quantidade de componentes pela utilização dos estoque disponíveis.

5. Replanejam e reprogramam ordens.	
Restrições/Validações	

Tabela 5.13: UC. Planejar capacidade das propostas do MRP.

Nome do caso de uso	Planejar Capacidade das Propostas do MRP
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Encarregado
Ator Secundário	operários
Resumo	Este caso de uso descreve as ações para calcular a capacidade das propostas, com base no planejamento dos recursos no curto prazo. Com base no cálculo de aquisição de cada componente, gera ajustes no plano, mostrando a quantidade de componentes a serem comprados ou produzidos e o sequenciamento das ordens de produção.
Pré- condições	A entrada dos planos elaborados
Pós- condições	Os planos de capacidade das propostas do MRP analisados.
Ações do Ator	Ações do Sistema
	1. Apresenta a quantidade necessária de produtos e componentes.
2. Apresenta a capacidade de produção de produtos finais e componentes para cada centro..	
3. Apresenta o tempo de setup de maquinas e o tempo de fabricação.	
4. Analisa a comparação entre o tempo de preparação e o tempo de fabricação conforme os objetivos e diretrizes.	
5. Grava e envia os dados para o financeiro.	
Restrições/Validações	

Tabela 5.14: UC. 04 Decidir melhor plano

Nome do caso de uso	Decidir Melhor Plano do MRP
Caso de Uso Geral	
Ator Principal	Encarregado

Ator Secundário	Operário
Resumo	Este caso de uso descreve as ações de um processo decisório do planejamento.
Pré- condições	A entrada do plano para seleção.
Pós- condições	O plano MRP analisado
Ações do Ator	Ações do sistema
1. Revisam as informações do plano mestre, listas de materiais e registro de estoque.	
2. Analisam os indicadores, levando em consideração os objetivos e diretrizes.	
3. Realizam ajustes nos planos propostos.	
4. Fazem o levantamento dos pontos fortes e fracos do plano.	
	5. Apresenta as ordens de compra, a programação da produção e os dados de estoque.
6. Analisa se o plano é satisfatório, se sim	7. Então apresenta o plano final
8. Se não	9. Retorna a análise com os dados
Restrições/Validações	

C) DIAGRAMAS DE ATIVIDADE DO MRP

Os diagramas de atividades representam os vários estados de ações, representados dentro de um fluxo de controle. Concentrando-se em um nos passos realizados para se chegar a um objetivo. Abaixo serão mostrados os diagramas das atividades do MRP.

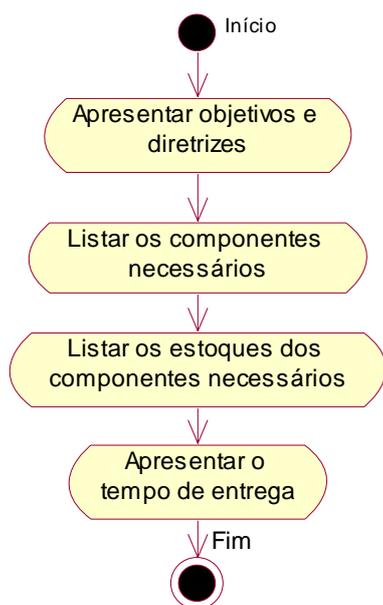


Figura 5.59: Diagrama de atividade de analisar dados do MRP.



Figura 5.60: Diagrama de atividade de elaborar propostas do MRP.

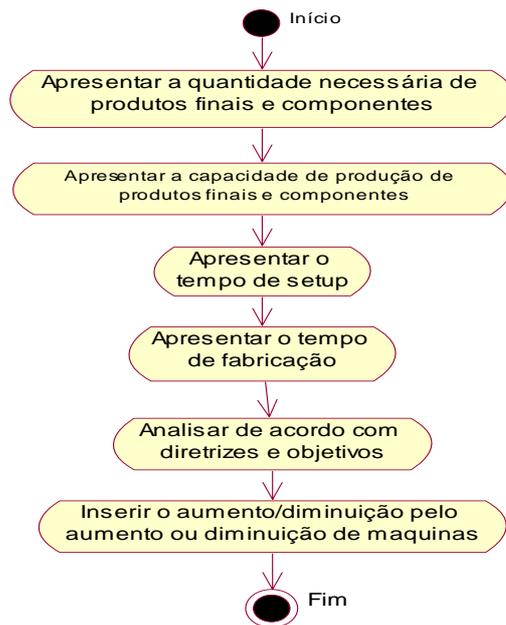


Figura 5.61: Diagrama de atividade de capacidade das propostas do MRP.

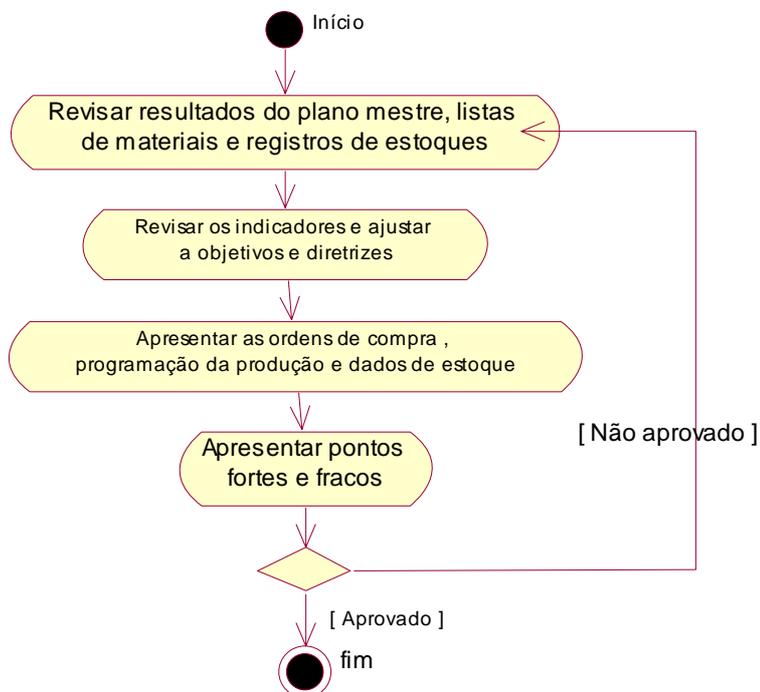


Figura 5.62: Diagrama de atividade decidir melhor plano do MRP.

5.7.3. Modelo de Análise e Projeto

A) DIAGRAMA DE CLASSE DO MRP

O diagrama de classe contempla uma visão estática do sistema definindo uma estrutura lógica entre classes, atributos e métodos. Permitindo uma visão das classes, suas principais associações e informações, enfocando a execução de um projeto e servindo de bases para protótipos e outros diagramas. Demonstra assim uma visão generalista do sistema MRP.

1. Estoque MRP: A classe apresenta os principais referentes ao estoque de componentes do MRP, como o código, a quantidade e o período de planejamento;
2. Processo MRP: A classe apresenta os conceitos inerentes ao processo de produção do MRP, constituído das atribuições para a produção dos componentes, ou mesmo compra para a montagem do produto final. Os principais atributos são o código, o componente, necessidade bruta e líquida, reprogramação de ordens, listas de materiais, plano mestre, registro de estoques, ordem de compra e controle de estoques;
3. Listas de Materiais: Apresentam conceitos inerentes aos componentes que fazem parte do produto, como o código do produto que será montado, Item, quantidade necessária para a produção de um produto final, o estoque de segurança, o setup, o tempo de entrega e a quantidade requisitada;
4. Plano de Capacidade: A classe apresenta o plano da capacidade necessária para o planejamento do MRP, onde necessidade de aumento ou diminuição no tempo de fabricação e também o remanejamento de ordens de produção. Os principais atributos são o componente, o período, a capacidade necessária, a capacidade existente, remanejamento do planejamento;
5. Componente MRP: A classe apresenta os conceitos inerentes aos componentes. Os principais atributos são o código, o produto final, o período de produção e a quantidade;
6. Registro de estoques: A classe apresenta os principais conceitos do registro de estoques, onde são mostradas as principais características do estoque, como o código, o nome, o item, o componente e o estoque disponível;

8. Registro de compra: A classe apresenta os conceitos inerentes à possibilidade de se comprar componentes, quando não ficar mais viável que fazê-los ou mesmo quando não se detiver a tecnologia necessária. Os principais atributos são o componente, quantidade, o preço unitário, o preço total e a classificação do mesmo;

9. Período : A classe contempla o horizonte do planejamento do MRP. Sendo que os principais atributos são as semanas e os meses;

10. Custo MRP: A classe apresenta os custos previstos inerentes ao planejamento da capacidade. Os principais atributos são os custos materiais e de mão-de-obra;

11. Custos Reais de Produção Mestre: A classe apresenta os custos reais inerentes à produção real em hora normal, hora extra e subcontratação;

12. Unidade Produtiva: A classe contempla os conceitos inerentes à unidade de produção, como o nome, capacidade, produto final, plano de capacidade mestre, número de funcionários;

13. Plano da necessidade do MRP: A classe apresenta o planejamento dos componentes e recursos do MRP. Os principais atributos são o componente, a necessidade bruta e líquida, os recursos programados, o estoque disponível e as ordens planejadas;

14. Ordens de compra: A classe em questão envolve a programação de compras gerada pelo MRP, onde são determinados todos os componentes e materiais a serem adquiridos. Os principais atributos são o código, o fornecedor, o endereço, o telefone, o material, a quantidade, o preço;

15. Dados de estoque: A classe apresenta os principais dados referentes aos estoques, gerados pelo MRP. Os principais atributos são o código, componente, quantidade, unidade de produção e a classificação do mesmo;

16: Produção MRP: A classe em questão envolve a programação da produção gerada pelo MRP. Onde são determinados os componentes, os recursos produtivos, a liberação de ordens de produção e o sequenciamento das mesmas.

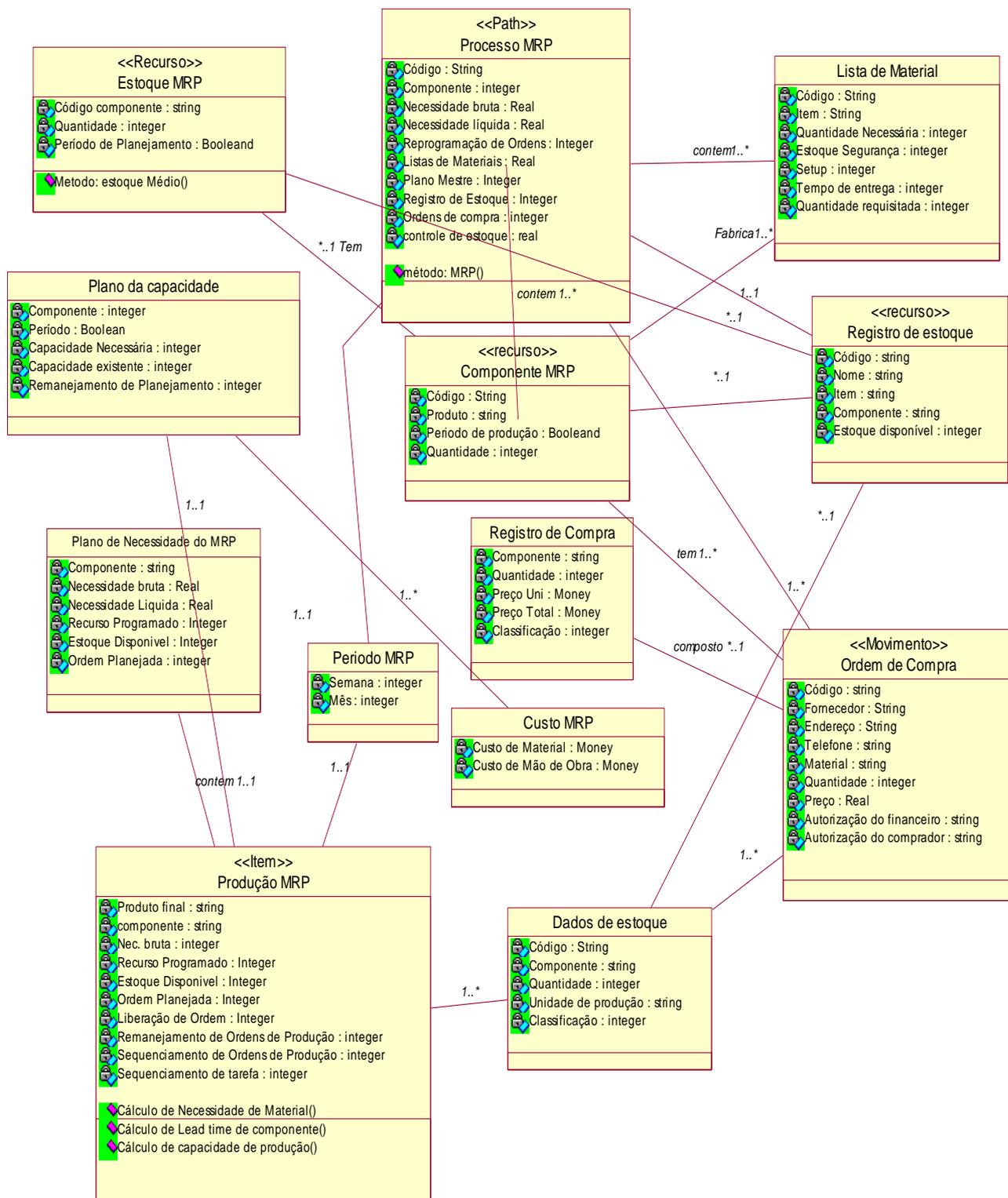


Figura 5.63: Diagrama de Classe do MRP.

B) DIAGRAMAS DE SEQÜÊNCIA DO MRP

Os diagramas de seqüência procuram determinar a seqüência dos eventos que ocorrem em uma determinada atividade. Abaixo serão mostrados alguns diagramas de seqüência do MRP.

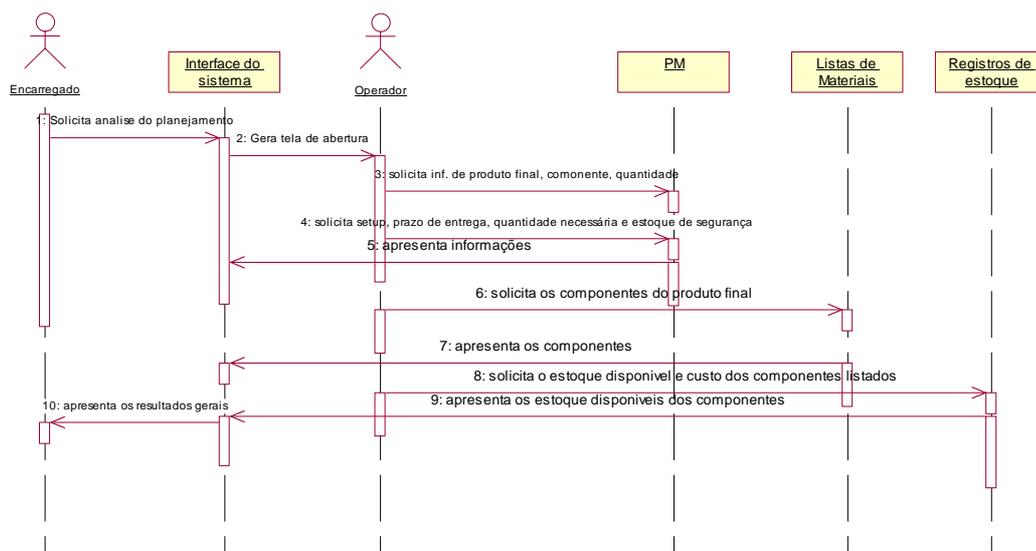


Figura 5.64: Diagrama de seqüência de analisar dados do MRP.

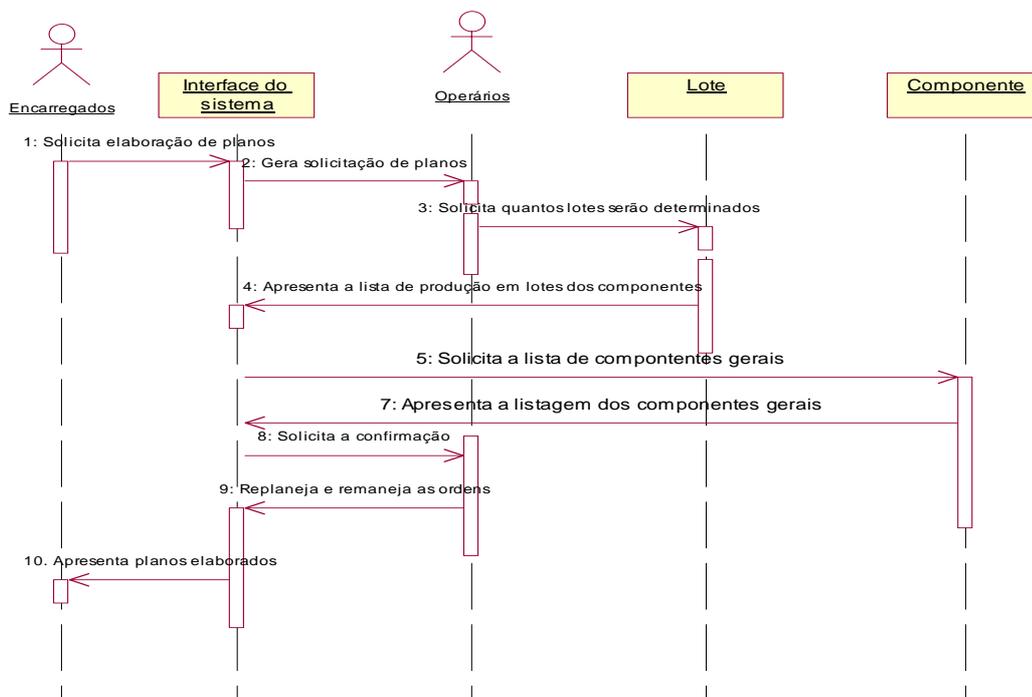


Figura 5.65: Diagrama de seqüência elaborar as propostas do MRP.

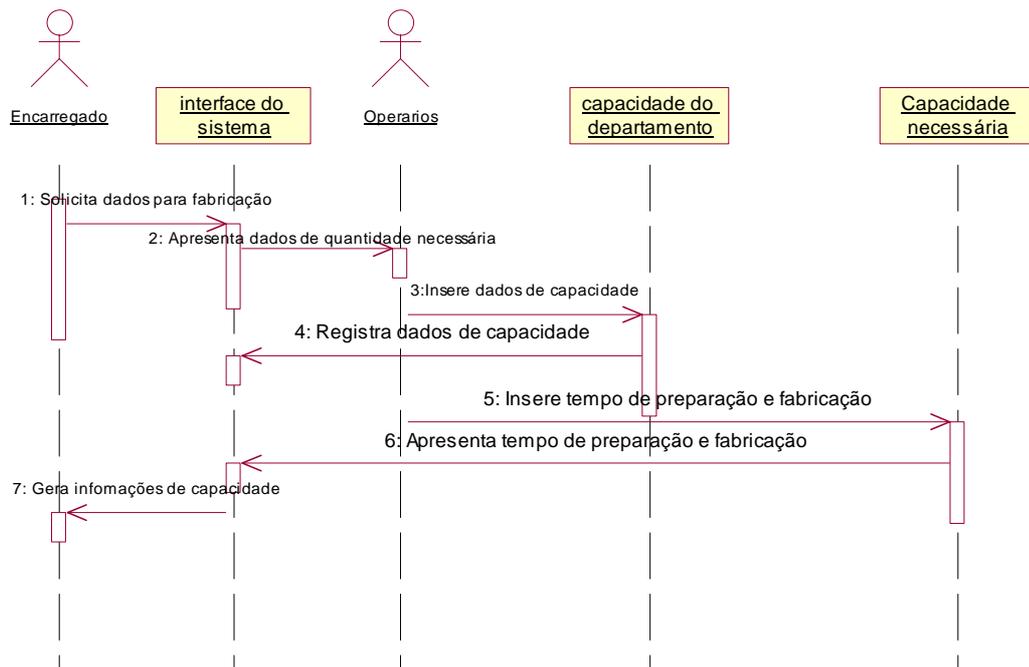


Figura 5.66: Diagrama de seqüência de capacidade das propostas do MRP.

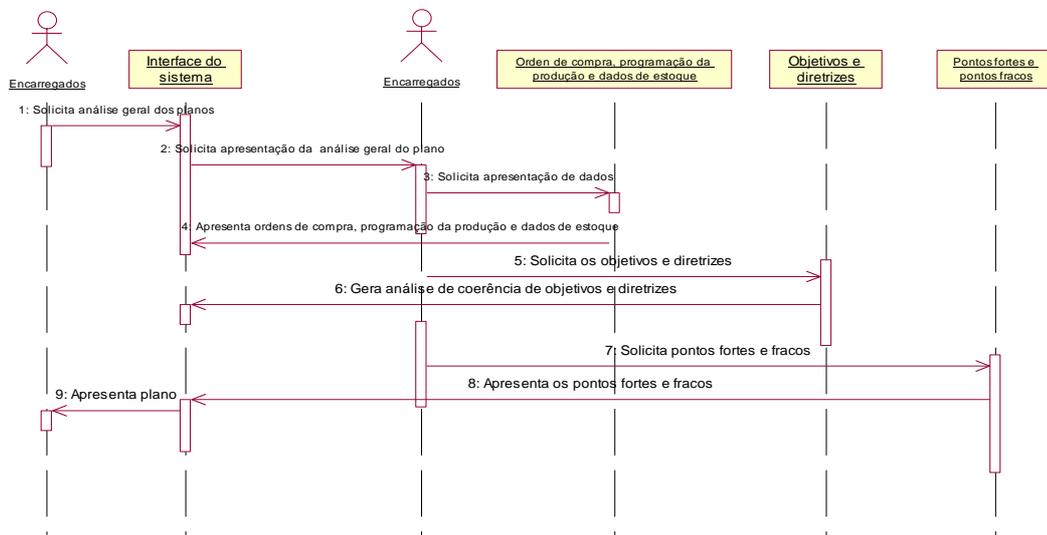


Figura 5.67: Diagrama de seqüência de decidir melhor plano.

C) DIAGRAMA DE ESTADOS DO MRP

O diagrama de estados é uma representação das mudanças de estado (momentos) sofridas por um objeto dentro de uma atividade. Abaixo serão mostrados os diagramas de estados das atividades do MRP.

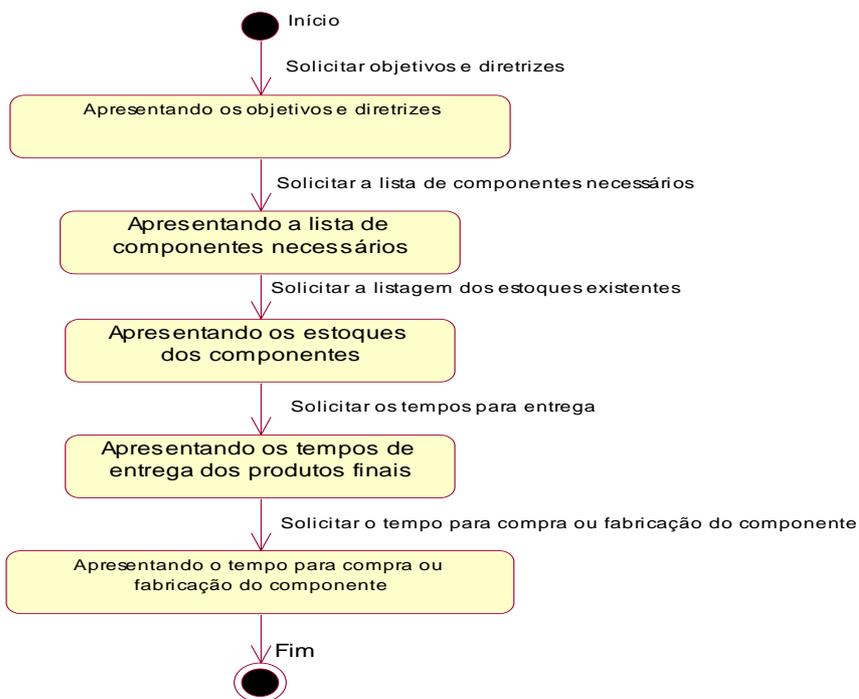


Figura 5.68: Diagrama de estados de analisar dados do MRP.

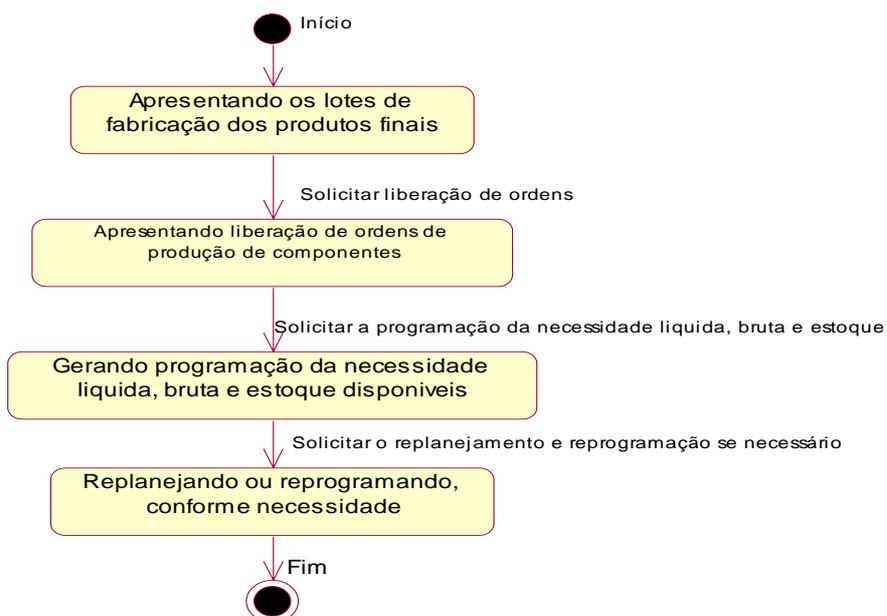


Figura 5.69: Diagrama de estado de elaborar propostas do MRP.

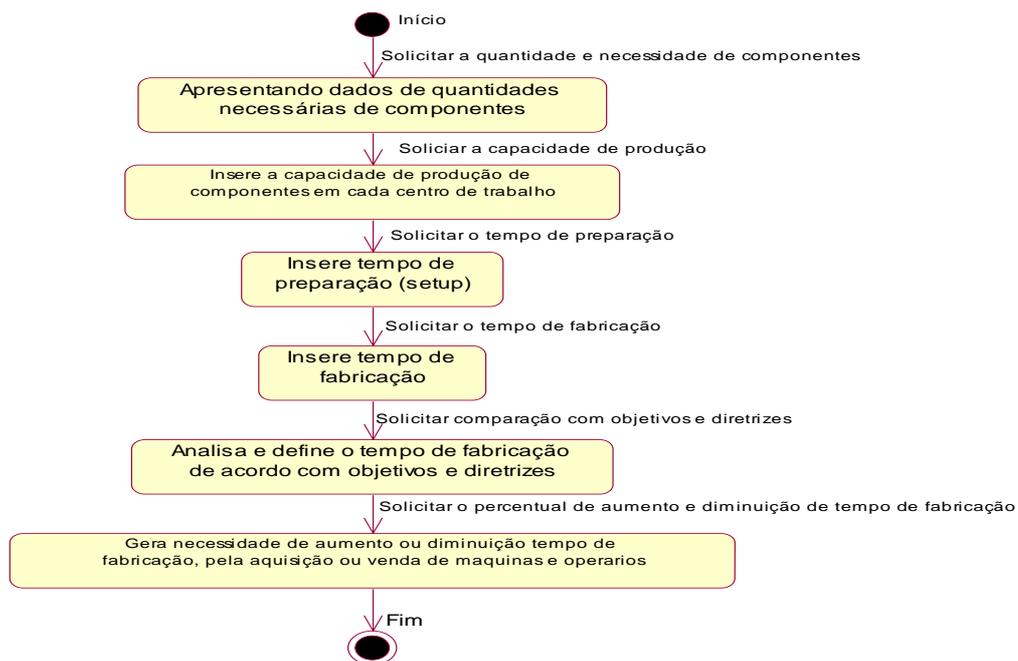


Figura 5.70: Diagrama de estados de capacidade das propostas do MRP.

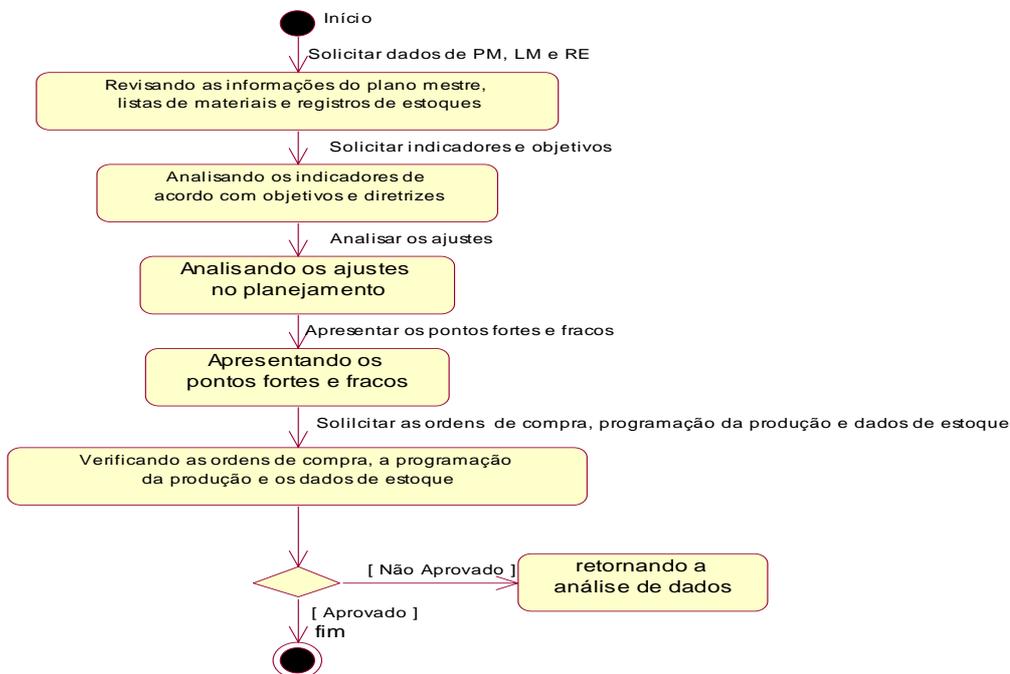


Figura 5.71: Diagrama de estado de decidir melhor plano do MRP.

D) PROTÓTIPO DO MRP

O protótipo proporciona uma interface entre a modelagem e as possíveis funcionalidades propostas pelo modelo, gerando uma maior consistência entre a abstração do modelo e sua aplicação. Abaixo será mostrado a maquete do MRP.

The screenshot displays the MRP software interface with a blue title bar labeled 'MRP'. The main window is divided into several sections:

- Plano de Necessidades:** A grid with columns for '1 Semana', '2 Semana', '3 Semana', and '4 semana'. Rows include 'Produto Final', 'Componente A', 'Nec. Bruta', 'Lote A', 'Nec. líquida', 'Rec Program', 'Esto disp', 'Orde Plane', 'Lib de Ord', 'Componente B', 'Lote B', 'Nec. Bruta', 'Nec. líquida', 'Rec Program', 'Esto disp', 'Orde Plane', and 'Lib de Ord'.
- Plano Mestre:** A vertical list of input fields including 'Lote', 'Produto', 'Controle do plano', 'Encarregado', 'Operador', 'Hora Normal', 'Hora extra', 'Subcontratação', 'Maquina', 'Custo de Produção', 'Capacidade Maquina', 'Estoque Disponível', and 'Linha de Produção'.
- Registro de Compra:** Input fields for 'Material', 'Quantidade', 'Preço Uni', 'Preço Total', and 'Classificação'.
- Registro de Estoque:** Input fields for 'Codigo', 'Item', 'Componente', 'Nec. Líquida', 'Estoque Disponível', and 'Custo de Estoque'.

The screenshot displays the MRP software interface with a blue title bar labeled 'MRP'. The main window is divided into several sections:

- CRP:** A grid with columns for '1 Semana', '2 Semana', '3 Semana', and '4 semana'. Rows include 'Capacidade Nec', 'Lote A', 'Departamento A', 'Hora de Trabalho do centro', 'Mão de obra', 'Hora Normal', 'Hora extra', 'Subcontratação', 'Custo de mão de Obra', 'Produção Hora Normal', 'Produção Hora Extra', 'Remanejamento de Ordens', 'Ganho Total', 'Despesa Operacional', 'Investimento Total', and 'Lucro Líquido'.
- Registros de Estoque:** Input fields for 'Codigo', 'Item Pai', 'Quantidade Nec', 'Setup', 'Tempo de Entrega', 'Quantidade Requisitada', and 'Estoque Segurança'.
- Gera Ordens Planejadas:** Input fields for 'Codigo', 'Fornecedor', 'Endereço', 'Numero', 'Bairro', 'Telefone', 'Fax', 'Material', 'Autorização do comprador', 'Preço Unitário', 'Preço Total', and 'Autorização do Financeiro'.

Figura 5.72: Protótipo do MRP.

5.8. A Modelagem de Módulos ERP5

A modelagem de módulo para o ERP5 é definida segundo conceitos que possam representar a informação e os conhecimentos necessários para fornecer informação de confiança e para suportar a realização de um processo de planejamento da produção.

Constata-se que um *framework* é uma estrutura estática que serve de base para implementação de uma aplicação ou de um subsistema de aplicação, em um domínio de um problema, ou mesmo na abstração de um sistema.

Esse tipo de abordagem apresenta como principal problema a complexidade no desenvolvimento pela grande necessidade de abstração. Essa complexidade pode ser reduzida quando se apresenta uma metodologia baseada em domínios, como é realizado nesta dissertação.

No presente trabalho a utilização do *framework* restringe a sua utilização no modelo orientado a objetos, ou seja, a uma estrutura de classes inter-relacionadas que pode ser adaptada para gerações de aplicações específicas, trazendo assim conceitos arraigados à reutilização de modelos (SILVA, 2000).

Observa-se na literatura uma convicção de que uma abordagem voltada para a reutilização só alcança bons resultados se estiver voltada para um domínio específico. A reutilização de classes em orientação a objetos pode trazer a reutilização de métodos (rotinas), bem como a estrutura de dados (atributos).

Uma metodologia de desenvolvimento de *framework* consiste em capturar em propostas e procedimentos, informações de um domínio (requisito), para a construção da estrutura, vindo a se caracterizar por estabelecer o processo de desenvolvimento e se ater a definição de técnicas de modelagem para a obtenção de modelos (SILVA, 2000).

Como forma de desenvolver o *framework* do ERP5 no PP considera-se o seguinte modelo de desenvolvimento *Hot Spot* defendido e definido por Silva (2000).

5.8.1. O Projeto de modelagem Hot Spot

OU-YANG et. al (2000) define como o primeiro passo para a construção de um modelo de objetos a identificação de todas as propriedades, ou seja, características do objeto de estudo, incluindo instâncias com características físicas e conceituais.

Partindo dessa definição, constata-se necessária a conciliação de estudos de modelagem a partir das classes de domínio. Um estudo desenvolvido por Silva (2000) demonstra a interação de modelagem entre varias classes sendo conceituado de *hot spots*.

Os *hot spots* são as partes do *frameworks* mantidas flexíveis, sendo que a essência desta metodologia identificar na estrutura de classes de domínio os atributos e métodos similares. Esta teoria é dividida em cinco etapas: *identificação de classes*, *identificação dos hot spots*, *re-projeto do framework*, *adaptação do framework*.

- *Na primeira etapa:* é feito na aplicação orientada a objetos, onde é procedida identificação de classes.
- *Na segunda etapa:* é necessário identificar os aspectos que diferem as aplicações, como o grau de flexibilidade e quando os as classes agruparão atributos comuns e classes concretas.
- *Na terceira etapa:* o projeto do *framework* (ou reelaboração do projeto), ocorre após a identificação dos *hot spots*. Consistindo na modificação da estrutura de classe inicial definida de modo a identificar a flexibilidade requerida.
- *Na quarta etapa:* consiste em um refinamento da estrutura do *framework* a partir de novas intervenções, a qual é avaliada como satisfatório ou não. Como mostra a figura 5.73.

A partir deste estudo é desenvolvida a associação das classes da modelagem do planejamento da produção, com base nas classes do diagrama de classe do PA, PM e do MRP.

5.8.2. A associação do planejamento e programação da produção ao modelo ERP5

Como parte de um trabalho de pesquisa aqui descrito, foram desenvolvidos módulos para o *framework* do ERP5, abrangendo conceitos de planejamento e programação da produção, a partir da associação com as principais classes do ERP5.

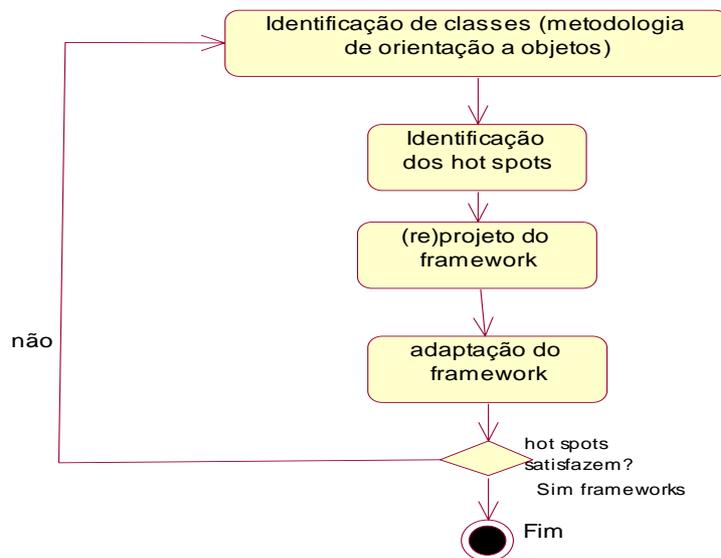


Figura 5.73: As etapas do projeto dirigido por *hot spots* para desenvolvimento de *framework*. Adaptado de Silva (2000).

Analisando os requisitos através do diagrama de classes e utilizando a metodologia de *hot spots* para sua aplicação no *framework*, podemos listar as seguintes classes do ERP5 para o módulo de Planejamento da Produção.

1. *Process Planning PP* : a classe herdeira da classe *movements*, derivada da agregação de classes do processo PA, processo PM e do processo MRP, possui como principais atributos o período, capacidade, número de operários. Envolve o processo de planejamento nos três níveis, requerendo informações das classes *machine*, *person*, *resource*.

2. *Demand of Forecast*: classe que surge da junção das classes previsão de demanda agregada e previsão mestre da demanda. Tem como objetivo fornecer previsões da demanda da família de produtos, produtos finais e componentes.
3. *Inventory*: classe herdeira da classe Item, resultado da agregação das classes de estoque agregado real, estoque mestre real, estoque MRP. Tem como objetivo fornecer dados de estoque para o cálculo do processo PA, PM e MRP.
4. *Forecast of cost*: classe herdeira da classe production, resultado da agregação dos custos previstos do PA, PM MRP. Tem como objetivo fornecer os custos da produção. Envolve o processo de planejamento, o planejamento da capacidade e a produção.
5. *Product family*: classe de metadados derivada do *process planning*, mais especificamente do processo do PA. Tem como objetivo reunir informações dos produtos agregados. Envolve os processos da classe item e container como forma a agregar as informações.
6. *Final product*: classe de metadados herdeira da classe *product family*. Tem como objetivo reunir informações dos produtos finais para o *process planning*. Envolve atributos das classes *inventory* e *production*.
7. *Part*: Classe herdeira da classe end *product*. Tem como objetivo a reunião dos produtos finais em lotes de produção. Envolve as classes de métodos *inventory* e *production*.
8. *BOM*: classe herdeira da classe *part*. Tem como objetivo reunir informações das listas de materiais. Envolve a classe *inventory* e *production*.
9. *Time*: classe tem que como objetivo reunir informações do tempo necessário para a fabricação de cada produto, contendo *setup* e *lead time*.
10. *Quantity*: classe que tem como objetivo reunir informações da quantidade de produtos em produção para estoque e produtos finais para entrega.

11. *Inventory register*: classe associada ao *process planning* PP, resultante da análise do MRP, contendo os registros de estoque, envolvendo o *order of procurement*, *scheduling* MRP e *scheduling* MPS
12. *MRP Scheduling*: classe herdada da *scheduling* MRP, associada ao *process planning* PP, responsável pela programação do MRP, com relação a suas entradas e saídas do processo. Envolvendo nesse processo as classes *order procurement*, *constrain production*, *inventory register* e *Bom*.
13. *Production Planning of Capacity* PP: classe associada a *process planning* PP, que tem como atributos a capacidade geral da fábrica, sendo resultado da associação entre as classes de plano de capacidade agregada, plano mestre da capacidade e plano da capacidade CRP.
14. *Purchase orders*: classe associada a *scheduling* MRP responsável pela ordenação das ordens de compra. Envolve atributos como tempo de entrega, valor e componentes.
15. *MPS Scheduling*: classe herdada do *scheduling* PA, responsável pelo gerenciamento do *process planning* PP, no nível *MPS*. Envolvendo a associação com o *process planning*.
16. *PA Scheduling*: classe associada ao *process planning* PP, que tem como atributos o gerenciamento da demanda agregada e outros da programação do PA.
17. *Component*: classe herdeira da classe *part*, tem como objeto o estudo dos componentes que compõem o produto.

O *framework* do ERP5 com as classes associadas ao planejamento da produção serão mostrados na figura 5.74. Posteriormente serão formuladas as considerações finais da dissertação, com as considerações sobre os resultados alcançados, condicionantes e limitantes do método e por fim recomendações para possíveis trabalhos futuros.

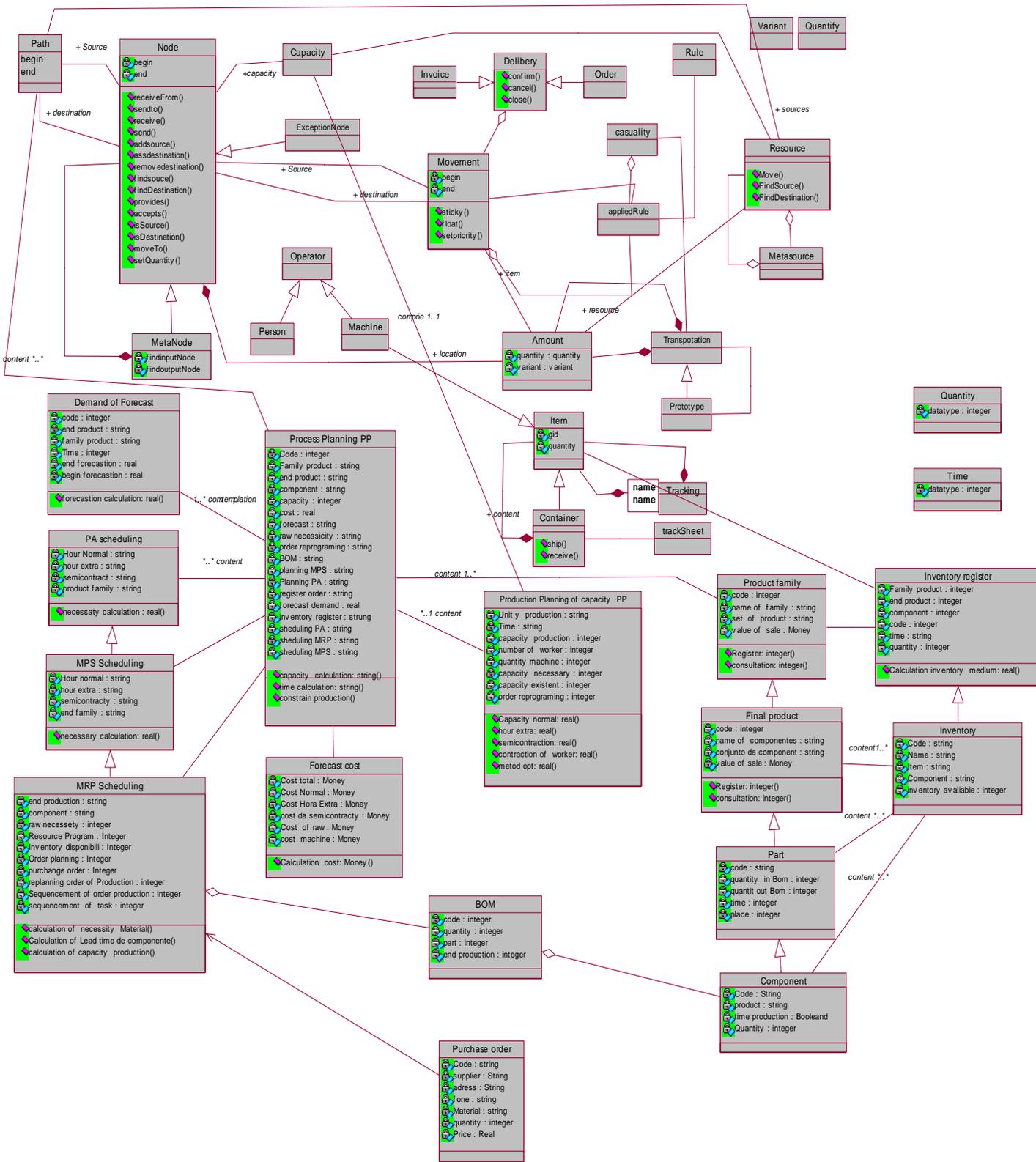


Figura 5.74: Framework para o modulo de Planejamento da Produao do ERP5.

“A prática é o exercício da verdade.”

LENIN

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se que o estudo da organização é imprescindível para o acompanhamento dos avanços de mercado. Neste nexos, esta dissertação contemplou a modelagem de módulos de planejamento da produção para o ERP5. A modelagem realizada se baseou nos principais requisitos teóricos de vários autores sobre a área para prover os módulos.

A utilização de duas fases de modelagem possibilitou o estudo em dois âmbitos: a modelagem de requisitos da empresa (ou do negócio) e a modelagem de requisitos para o desenvolvimento de módulos para *softwares* (relacionados principalmente com engenharia de empresas), sendo realizada a partir de uma pesquisa bibliográfica abrangente e consistente.

Este trabalho pode servir de base para os que queiram uma referência em conceitos como planejamento da produção e modelagem de empresas.

Sendo que os modelos definidos neste trabalho estão em um nível conceitual, sem consistência para uso direto na implementação de um ERP, um certo nível de consistência do modelo pôde ser atingida através de uma primeira versão de protótipo e a partir da associação dos conceitos do ERP5 aos conceitos do PP. Essa associação foi enfatizada com a utilização dos *hot spot* para a modelagem e adequação do modelo de classe ao *framework* do ERP5.

Destaca-se também neste trabalho, a proposta de uma metodologia simplificada, a qual procurou utilizar técnicas que procurassem modelar e documentar os requisitos dos processos de empresa (ou e negócios) e a

passagem desse tipo de modelo com a modelagem dos requisitos do sistema de software (ERP).

Assim, este trabalho tem sua relevância por ter apresentado um possíveis aspectos metodológicos e a modelagem conceitual que pode servir de referência para facilitar o desenvolvimento de um módulo de planejamento da produção, em específico para o ERP5.

6.1. Condicionantes e Limitações do Método

A metodologia utilizada na realização deste trabalho apresenta algumas limitações de diferentes ordens. Uma dessas dificuldades foi a falta de um modelo para o planejamento da produção em outro software livre, ou mesmo que fosse direcionado a outro software que tivesse algumas características similares a este ERP. Uma outra limitação é a pouca existência de referências sobre o planejamento da produção voltado para o desenvolvimento do ERP *open source*.

Além disso, a fundamentação teórica foi a compatível com o limite de tempo e das inovações do período pesquisado. Pressupõe, portanto, que a modelagem poderia ser refinada e melhorada com uma maior influência das caracterizações do planejamento adequando-se a fatores de natureza política, social e cultural, que podem e devem também influenciar a definição de requisitos mais próxima da realidade e necessidade das empresas.

Não foram empregados todos os conceitos do ERP5, porque vislumbrou-se a possibilidade de criar primeiro um modelo genérico de planejamento e então uma adaptação deste modelo apenas ao conceitos estruturais básicos do ERP5.

No entanto esta dissertação estabeleceu um modelo conceitual a partir do desenvolvimento da modelagem do PP, constituindo um mapeamento básico para o framework do ERP5, com uma razoável consistência a partir do relacionamento da pesquisa entre o software livre (ERP) e os conceitos do PP sendo desenvolvidos em UML.

6.2. Recomendações para Trabalhos Futuros

Embora o modelo conceitual já apresente um nível considerável de abrangência e consistência no que diz respeito aos objetivos e resultados apresentados, faz-se necessário apresentar algumas sugestões e recomendações em dois âmbitos: do modelo e das ferramentas metodológicas utilizada.

(1) Em relação ao modelo pode-se gerar e interpretar os códigos de maneira a poder adaptá-los a realidade de uma empresa particular ou de um país, gerando assim um software livre.

(2) Pode-se a partir desses diagramas fazer mais diagramas de estados e seqüência, refinando as mais variadas situações de uma produção, obtendo também um modelo dinâmico, o que não está dentro nos limites desse trabalho.

(3) Ainda com relação ao modelo, podem ser introduzidas técnicas matemáticas e estatísticas para melhoramento da programação do MRP.

(4) Poderia ser introduzido um algoritmo para refinamento das propostas do MRP, mostrando as variações do *lead time* e *setup* contemplando varias simulações.

(5) A partir dos módulos e métodos utilizados pode-se modelar a estrutura da programação da produção, completando todo um ciclo da hierarquia do planejamento.

(6) O modelo pode ser refinado de modo a trazer maiores adaptações ao planejamento de forma a melhor sincronizar os objetivos produtivos, com os objetivos financeiros.

(7) Um aspecto importante para um modelo de referência é a capacidade de entendimento. Assim, poderia ser feito uma revisão no sentido de utilizar conceitos, terminologias e procedimentos mais aceitos, ou conforme possível, padrões, o que facilitaria a compreensão e desses modelos.

(8) Por fim faz-se necessário fazer simulações em várias situações reais de modo a se avaliar os resultados e poder fazer melhoramentos no modelo e conseqüentemente no software.

No que tange a ferramenta utilizada pode-se mostrar algumas sugestões e recomendações.

- (1) O *rational rose* foi utilizado na versão *community*, tendo limitações em sua aplicação, assim e sugerido o emprego da ferramenta em sua versão *enterprise* para se ter mais subsidio a modelagem.
- (2) A ferramenta necessita de que sejam gerados vários modelos conjugados para gerar códigos em Java , não gerando códigos em Python.
- (3) A ferramenta não integra códigos de classes a outras classes não suportando uma geração de códigos consistente, necessitando de um alto grau de abstração para se conseguir seqüenciar estes módulos.
- (4) O *rational rose* necessita de um grande estudo da modelagem orientada a objetos para ser interpretada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUEQUE, A. R.; SILVEIRA, J. A. F. A distribuição das responsabilidades na implantação de ERPs. In: SIMPEPVIII -Simpósio de Engenharia de Produção,2002, Universidade Paulista.São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2002.

AZEVEDO, D. P. J. **Aplicação da Técnica de Modelagem de Negócio com UML a processos Interativos de desenvolvimento de software.**2003.Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Pós-Graduação em Ciências de Engenharia,UENF.Campos.

APQC - *American Productivity & Quality Center. **Process classification framework.*** Disponível em [hptt// www.apqc.com](http://www.apqc.com). acesso em 10/07/2004.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento.** São Paulo: Saraiva, 2003.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML Guia do Usuário.** Tradução de Fábio Freitas da Silva.Rio de Janeiro:Campus,2000.

CAMPOS, R. **Uma Proposta de Modelagem e Integração de Sistemas de Gestão da Produção em Empresas de Manufatura.**1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,Unicamp, São Paulo.

DE CARVALHO, R. A. **Desenvolvimento de Sistema ERP Avançado e de Código Aberto para Pequenas e Médias Empresas.** Projeto designado a CNPq .CEFET Campos.29/10/2003.

CERVO, A . L; BERVIAN, P.A **.Metodologia Científica.** São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1983.

COAD, P. & YOURDON, E. **Análise Baseada em Objetos**. Trad: Ct Informática. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

COLANGELO, L. F. **Implantação de Sistemas ERP:Um Enfoque de Longo Prazo**.São Paulo:Atlas,2001.

CORRÊA, Henrique L.; ERPs: **Por que as implantações são tão caras e raramente dão certo**. São Paulo: Atlas, 2000.

CORRÊA,H. L.;GIANESI,I. G.N.;CANON M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP/ERP:conceitos, uso e implantação**.3.ed.São Paulo:Gianesi Correa & Associados:Atlas,2000.

COX III, J. F.; SPENCER, M. S. **Manual da Teoria das Restrições**. Trad. Fernanda Kohman Dietrich. Porto Alegre: Bookman, 2002.

CURTIS,B.; KELLENER,M.I; OVER,J. **Process Modeling. Communications of ACM**,V.35,n9,P.75-90, 1992.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. Trad. Eduardo D. Agord Dchaan et al. 3 ed. Porto Alegre: Bookman editora, 2001.

ERIKSSON, H. E. & PENKER M. **Business Modeling with UML**. USA: Wiley & Sons, 2000.

FELICIANO, A.**Sistemas Flexíveis de Informações**. São Paulo: MAKRON Books, 1996.

FOWLER, Martin; SCOTT, Kendall. **UML Essencial : Um breve guia para a linguagem padrão de modelagem de objetos**. 2 ed. Tradução V. Pezerico e C.T. Price. Revisão R.T. Price. Bookman, Porto Alegre, 2000.

FURLAN, J. D.**Reengenharia da Informação**.São Paulo.Makron Books.1994.

GIL, A, C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, Atlas.1988.

GOLDRATT, Eliyahu M. e Cox, JEFF. **A Meta**. São Paulo: Educator Editora, 1997.

GOLDRATT, E.M. **Mais que Sorte**; Ed. Educator, São Paulo, 1994.

GOULART, C. P. **Proposta de um Modelo de Referência para Planejamento e Controle de Produção em Empresas Virtuais**.2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, USP.São Paulo.

GUEDES, G. A. T. **UML Uma Abordagem Prática**. Rio Grande do Sul. Novatec, 2004.

HAY,C.**Princípios de Modelagem de Dados**; trad. Maria Claudia Ribeiro Ratto; revisão técnica José Davi Furlan.-São Paulo;Makron Books,1999.

HEIZER, Jay; RENDER, Barry. **Administração de Operações- Bens e Serviços**. Trad. Dalton Conde de Alencar-5 ed.São Paulo: LTC. 2001.

JOHASSON, Henry J., McHugh, P., Pedlebury, J., Wheller III, W. **Processos de Negócio**. Rio de Janeiro: Pioneira, 1995.

KELLER,G.:TEUFEL,T.**Sap R/3 Process Oriented Implementation**. Harlow,Addison-Wesley.1998.

KOSKANE, Kurt. **Cimosa- overview and status. Computer in industry**.101-109. Germany, 1995.

LAKATOS, E . M.; MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**. 2 ed., São Paulo, Atlas, 1991.

LARMAN, Craig.**Utilizando UML e Padrões: Uma Introdução à Análise e ao Projeto Orientados a Objetos**.Porto Alegre: Bookman,2000.

LEHMAN, M. M.; BELADY, L. **A. Program Evolution - Process of Software Change**. London: Academic Press, 1985.

LEMOS, Mateus Albernaz . **Um modelo de Referência para o gerenciamento e controle da Manutenção para o Sistema ER5**.2004. Monografia (Monografia de Sistemas de Produção) Programa de Pós-Graduação Latu Sensu em Produção de Sistemas,CEFET, Campos. Campos dos Goytacazes.

LIMA, Eduardo. **ERP de código aberto tupiniquim**. Disponível em <http://brlinux.linuxsecurity.com.br/noticias>. 17/04/ 2003. acesso em 20/03/2004.

MARTINS, Petrônio G., LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2003.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Reengenharia; dinâmica para mudança**. São Paulo; Pioneira, 1994.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 5 ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

MONKS, J.G. **Administração da Produção**. São Paulo. McGraw-Hill, 1987.

NORRIS, Grant et al. **E-Business e ERP: Transformando as Organizações**. Tradução Bazán Tecnologia e Lingüística.-Rio de Janeiro: Qualitymark ed., 2001.

OLIVARES, Gustavo Lopes. **Projeto de um Jogo de Empresas Para a Gestão Integrada da Produção**. 2003. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UENF, Campos dos Goitacazes.

ORNELLAS, Alander; CAMPOS, Renato de. O projeto *Unified Enterprise Modelling Language* e a necessidade de integração entre metodologias em modelagem de processos de negócio In: ENEGEP- Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2003.

ORNELLAS, Alander M. **Jogos de Empresas: criando e implementando um modelo para a simulação de operações logísticas**. 2005. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Campos.

OU-YANG, C; GUAN, T.Y; Lin, J.S. **Developing a computer shop floor control model for a CIM system – using object modeling technique**. Computer in industry, vol 35, pp.120-125, jul 2000.

PÁDUA, Silvia Inês Dallavalle; Cazarini, Edson Walmir. Modelagem Organizacional para capturar os requisitos organizacionais. In: SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção VIII, 2002. Escola de Engenharia de São Carlos, **Anais ...**SP: 2002.

PIDD, Michael. **Modelagem Empresarial, ferramentas para tomada de decisão**; trad Gustavo Severo de Borba et al.-Porto Alegre: Artes Médicas; 1998.

PIRES, S.R.I. **Gestão estratégica da produção**. Ed. Piracicaba, Unimep. 1995.

PRESSMAN, Roger . **Engenharia de Software**. Ed. Atlas, São Paulo: 2003.

ROTONDARO, R.G. **Gerenciamento por processo**. In: CONTADOR, J.C., coord. Gestão de Operações: A engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa. São Paulo, Edgard Blucher/Fundação Vanzolini. 1997.

ROZENFELD, H. **Reflexões sobre a manufatura integrada por computador**. In: WORKSHOP MANUFATURA CLASSE MUNDIAL, São Paulo. Mito & Realidade. São Paulo, EPUSP. 1996.

RUMBAUGH James et al. **Modelagem e Projetos Baseados em Objetos**. Tradução Dalton Conde de Alencar,- Rio de Janeiro: Campus, 1994.

SCHEER, A.W. Aris . **Business Process Frameworks**. Berlin, Springer Verlag. 1998.

SCHACHERI, Leonardo de Lima; WOLFF, Leonardo; Abreu, Aline França. **UML - Unified Modeling Language**. UFSC. <http://www.eps.ufsc.br/wolff/igti>. Acesso em 29/01/2004.

SILVA, Douglas Marcos da. UML – **Guia de Consulta Rápida**. São Paulo, Novatec, 2001.

SILVA, Ricardo Pereira. **Suporte ao desenvolvimento e uso de frameworks e componentes**. 2000, Tese (Tese de Doutorado em Ciência da computação)- Programa de Pós – Graduação em Ciência da Computação, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

SILVEIRA, Denis; SCHMITZ, Elder. Uma Metodologia de Desenvolvimento de Sistemas de Informações em Empresas de Pequeno e Médio Porte. In: Anpad - Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2002.

SLACK,N.,CHAMBER,S.HARDLAND,C.,HARRISON,JOHNSTON,R.**Administração da Produção**. 2 Ed..São Paulo:Atlas, 1999.

SMETS-SOLANES J-P.; CARVALHO R. A. **ERP5: A Next-Generation, Open-Source ERP Architecture**, IEEE IT Professional, vol. 5, pp. 38-44, Jul. 2003.

SMETS-SOLANES J-P.; CARVALHO R. A. **An Abstract Model for An Open Source ERP System: The ERP5 Proposal**, in Proc. 8th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Curitiba, Brasil, 2002.

VERNADAT F.B. **Enterprise Modeling and Integration, Principles and Applications**. Chapman e Hall.1996.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

TSAI, Tunglun; SATO Ryo.**A UML Model of agile Production Planning and Control System**.Computer In Industry, vol 53, pp.133-152,jul .2003

ANEXOS

Anexo A - Pastas das Classes do ERP5

Neste anexo são apresentadas as descrições de pastas de forma a explicitar o modelo de administração de conteúdo do ERP5 (LEMOS, 2004)

O Zope possui SGRD-OO que é o ZODB. Neste Banco de objetos, o container padrão de objetos são as pastas (*folders*). No *ERP5* há um padrão de pastas, organizadas de forma a poder armazenar os objetos que compõem o sistema.

Person

Esta pasta centraliza informações sobre pessoas, e é implementada como uma extensão de membros da pasta do *Framework* de administração de conteúdo do Zope. Assim, pode conter arquivos pessoais, documentos, etc, se relacionando ou mesmo envolvendo as classes *Node*, *Amount*, *Delivery*.

Organization

Esta pasta centraliza informações sobre organizações. Não obstante, criar uma organização exige definir sua posição na classificação global do ERP5. Isto é requerido porque sempre são nomeadas pessoas para uma organização, e a tarefa exige apontar uma folha da classificação global.

Esta pasta pode ligar-se a um perfil empresarial (opcional) e a um perfil de cliente (opcional), sendo assim esta pasta obtém o relacionamento com as classes *Metanode*, *Amount* e *Delivery*.

Orders

Esta pasta centraliza todas as informações sobre pedidos. Onde os mesmos são representados como objetos de entrega que são como uma coleção de objetos de movimento. Uma vez que um pedido é criado e aceito, uma cópia deste é gerada como um objeto de *Delivery* para criar objetos de *Moviments* no *Workflow* de simulação. Esta pasta tem associações com as classes *Orders*, *Moviment*, *Delivery*.

Resource

A pasta *Resource* centraliza todas as informações sobre a descrição dos recursos e *metarecursos* envolvidos em um processo de negócio. Um *metarecurso* pode ser, por exemplo: tempo de montagem, dinheiro, matéria prima, etc. *Resource* simplesmente são descrições de um produto ou de um serviço. Objetos de perfil padrão que incluem preço base, variação de preço, preço por quantidade, condições fiscais, etc. Esta pasta envolve associação com as classes *Order*, *Movement*, *Delivery*.

Machine

Esta pasta centraliza as informações sobre máquinas e outros parâmetros. Esta pasta se relaciona com a classe *Node*.

Item

Esta pasta centraliza informações de localização dos itens. Itens representam os objetos do mundo real que são transportados e transformados. Todas as informações de remessa podem ser itens elementares ou *Containers*. Assim essa pasta tem relacionamentos com *Item* e *Containers*.

Invoice

Esta pasta centraliza todas as informações sobre faturas. Uma fatura é implementada de uma maneira bem parecida com um pedido que pode ser entregue. Possui referências de objetos de entrega que representam remessas de bens e pagamentos. Esta pasta possui como principal relacionamento a classe *Delivery*.

Activities

Esta pasta centraliza todas as informações sobre a produção e consumo de recursos. Atividades são implementadas como objetos de *Delivery*, uma coleção de objetos de *Movements* e *Delivery*.

Design

Esta pasta centraliza todos os modelos de produtos que podem ser fabricados. Projetos são implementados como um conjunto de objetos de *Transformation* coletados em um único documento.

Transaction

Esta pasta *Transaction* centraliza todas as informações de contabilidade. Pertence ao *workflow* de simulação e que movem formulários de recursos de dinheiro de uma conta para outra, trabalhando assim todo tipo de movimentação como conta caixa, despesas e custos. Tem como principal relacionamento o *Delivery*.

Build Order

Esta pasta centraliza os documentos de planejamento da produção. *Build Orders* são considerados casos especiais de *Orders*. Seu relacionamento principal é o *Delivery*.

Partnerships

Esta pasta *Partnership* centraliza informações contratuais e organizacionais. Uma coleção de relações entre objetos de *Path* e objetos de *Profile* que definem condições comerciais para aquela parceria.

Account

Nesta pasta existe a organização das hierarquias de contas. São implementadas contas como *Node* e objetos *Metanode*. Contas múltiplas permitem fazer contabilidade de várias organizações. Esta pasta tem como associação principal o *Node* e o *Metanode*.

Delivery

Esta pasta organiza a informação sobre entregas de bens e serviços, interiormente ou para clientes. Movimentos de objetos de *Delivery* pertencem ao *workflow* de simulação.

Simulations

Nesta pasta é formulada toda a informação de simulação. Contém objetos de *Moviments*. Movimentos são implementados como pastas que contém causalidade, as quais contêm movimentos, etc. Isto posto, considera-se a permissão de representar o processo da geração de movimento baseado em regras. Se relaciona com as classes *Movement*, *Aplication* e *Traking*.

Rule

A pasta *Rule* centraliza definições de regras de negócios e as suas prioridades para transferência de informações, bem como a necessidade de organização da mesma.

Categories

Esta pasta define uma classificação global de todos os documentos. A pasta *Category* permite definir a coleção de categorias independentes. Pertencer a uma categoria é definido pelo ajuste de uma lista de palavras-chave dentro de um assunto, sendo que esta pasta tem como relacionamentos principais as classes *Metanode* e *Node*.

Report

A pasta *Report* permite definir relatórios em uma coleção de objetos. Relatórios são definidos pelo fornecimento de uma lista de categorias como país, consumidor, organização. Os relatórios permitem exibir uma seleção de objetos através de uma lista ou uma lista hierárquica e fornecer valores estatísticos para seleção.

Anexo B - Modelagem Orientada a Objetos

O enfoque tradicional de modelagem para a construção de sistemas de informações baseia-se na compreensão do sistema como um conjunto de programas que executam processos sobre dados. Por conseguinte, o enfoque da modelagem por objetos é ver o mundo como uma coletânea de objetos que interagem entre si apresentando características próprias (FURLAN, 1998).

Os modelos baseados em objetos são úteis para prover a compreensão de problemas, para a comunicação com os peritos em aplicações, para modelar empresas, se caracterizando por representações gráficas de objetos utilizando diagramas (RUMBAUGH et al., 1994).

Segundo RUMBAUGH et al., (1994) um modelo de objetos incorpora a estrutura estática de um sistema mostrando os objetos pertencentes a este sistema, os relacionamentos entre esses objetos, os atributos e as operações que caracterizam cada classe de objetos. Quando grupos de objetos são utilizados para descrever uma realidade e contêm atributos semelhantes, o mesmo comportamento (operações) e os mesmos relacionamentos com outros objetos e a mesma semântica podem ser conceituados como classes de objetos.

A modelagem de objetos parte do estudo de conceitos importantes como objetos, classes, atributos, operações, associações, ligação e multiplicidade, generalização, especialização e herança.

OBJETO, ATRIBUTO E OPERAÇÕES

Define-se um objeto como um conceito, uma abstração, algo com limites nítidos e significados em relação à realidade estudada (RUMBAUGH et al., 1994). Os objetos facilitam a compreensão do mundo real e oferecem uma base real para a implementação em um sistema de software. Objetos possuem

características, qualidades que descrevem o seu estado em um determinado momento denominando-se atributos (COAD & YOURDON, 1991).

Os objetos são responsáveis por atuar sobre os seus atributos e também sobre outros objetos, para isto desempenham diversas “operações”. Essas operações descrevem o comportamento do objeto. A figura C.1 apresenta um exemplo de uma classe.

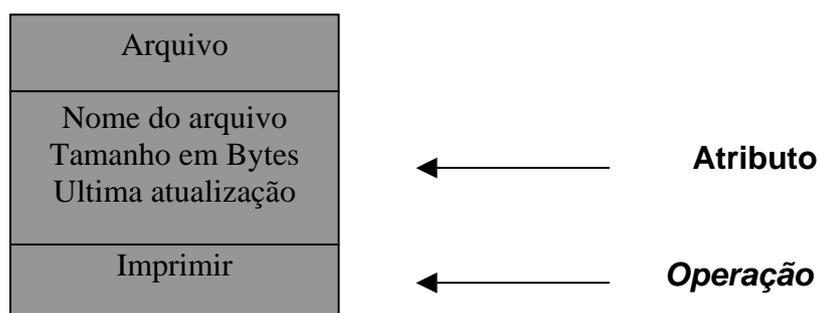


Figura B.1: Exemplo de Classe. Adaptado de RUMBAUGH et al.,(1994).

CLASSES

Uma classe de objetos descreve um grupo de objetos com propriedades semelhantes (atributos), o mesmo comportamento (operações) e conseqüentemente a mesma semântica (RUMBAUGH et al., 1994).

Os objetos de uma classe compartilham um objetivo semântico comum, além dos requisitos de atributos e comportamento. Partindo desta análise, embora um carro e um móvel tenham o mesmo preço e ano de fabricação, e provavelmente pertencem a classes diferentes, sendo assim a interpretação semântica depende do propósito de cada aplicação, sendo uma questão de critério (RUMBAUGH et al., 1994).

ASSOCIAÇÃO, LIGAÇÃO E MULTIPLICIDADE

As ligações e associações são os meios para estabelecermos relacionamentos entre objetos e classes. A associação descreve um conjunto de ligações com estrutura e semântica comuns. Assim como as classes, as associações podem possuir atributos provenientes da semântica de cada ligação.

A ligação mostra um relacionamento entre dois ou mais objetos (RUMBAUGH et al., 1994).

A multiplicidade especifica quantas instâncias de uma classe relacionam-se a uma única instância de uma classe associada, restringindo a quantidade de objetos relacionados. A multiplicidade pode ser expressa, de maneira geral, por “um” ou “muitos”. No entanto, é possível utilizar intervalos bem definidos.

AGREGAÇÃO

A agregação é um tipo de associação de um objeto agregado que é constituído de vários componentes. A agregação é representada pelo relacionamento “parte-todo” ou “uma-parte-de” no qual os objetos que representam os componentes de alguma coisa são associados a um objeto que representa a estrutura inteira. O objeto agregado é um objeto estendido tratado como uma unidade em muitas operações, embora fisicamente ele seja composto por objetos menores (RUMBAUGH et. al., 1994).

GENERALIZAÇÃO, ESPECIALIZAÇÃO E HERANÇA.

A generalização refere-se ao relacionamento entre classes e uma ou mais versões dela, enquanto a herança refere-se ao mecanismo de compartilhamento de atributos e operações utilizando o relacionamento de generalização. Generalização e especialização são dois diferentes pontos de vista do mesmo relacionamento, vistos a partir da superclasse ou das subclasses. Generalização deriva do fato de que a superclasse generaliza as subclasses. Especialização refere-se ao fato de que as subclasses refinam ou especializam a superclasse (RUMBAUGH et. a.l, 1994).

POLIMORFISMO E ENCAPSULAMENTO.

O encapsulamento é a ocultação ou empacotamento de dados e procedimentos dentro do objeto. Um objeto só permite o acesso a seus dados, mediante o seu acionamento e através de uma mensagem. Sendo que mensagens iguais, destinadas a objetos diferentes podem gerar comportamentos diferentes, isto caracteriza o poliformismo.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)