

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA O
PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DA
MANUFATURA INTEGRADA POR
COMPUTADOR**

CARLOS FREDERICO BREMER

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Mecânica.

ORIENTADOR: Prof.Dr.-Ing. Henrique Rozenfeld

DEDALUS - Acervo - EESC



31100016547

**São Carlos
Fevereiro de 1995**



Class.	TESE
Curr.	0959
Tombo	062/95

Eng. Mecânica

ST 0741917

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

Bremer, Carlos Frederico
B836p Proposta de uma metodologia para o planeja-
mento e implantação da manufatura integrada por
computador / Carlos Frederico Bremer. -- São
Carlos, 1995.
214p.

Tese (Doutorado) -- Escola de Engenharia de
São Carlos-Universidade de São Paulo, 1995.
Orientador: Prof. Dr.-Ing. Henrique Rozenfeld

1. Integração da manufatura. 2. CIM. I.
Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

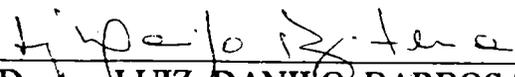
Tese defendida e aprovada em 22/3/1995
perante a Comissão Julgadora:



Prof. Assoc. HENRIQUE ROZENFELD - Orientador
(Escola de Engenharia de São Carlos - USP)



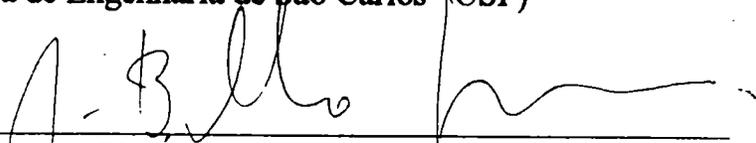
Prof. Doutor PAULO EIGI MIYAGI
(Escola Politécnica - USP)



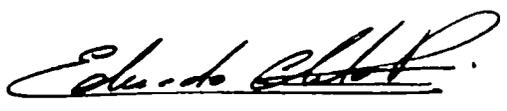
Prof. Doutor LUIZ DANILÃO BARBOSA TERRA
(Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais)



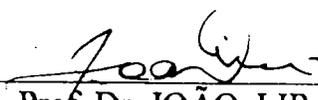
Prof. Titular JOÃO LIRANI
(Escola de Engenharia de São Carlos - USP)



Prof. Doutor JOSÉ BENEDITO SACOMANO
(Escola de Engenharia de São Carlos - USP)



Presidente da Comissão de Pós-Graduação



Prof. Dr. JOÃO LIRANI
Coordenador da área - Engenharia Mecânica

*Dedico este trabalho a todos os
brasileiros, ricos ou pobres, que com o
seu dinheiro possibilitam e financiam o
ensino e a pesquisa da universidade
pública e gratuita.*

AGRADECIMENTOS

Segundo uma lenda grega, os Deuses conspiram para com aqueles que ousam. Sou extremamente grato ao Prof. João Fernando (Muringa) pela dica que me trouxe de volta a São Carlos.

As propostas do presente trabalho não refletem somente uma contribuição pessoal, mas sim de todo um grupo do mais alto nível técnico e de colaboração. Gostaria portanto de agradecer a todos, sem exceção, que auxiliaram no seu desenvolvimento e concretização, em especial ao Sérgio Takahashi e Paulo Politano e a todos os Screen Boys que passaram suas noites e fins de semana para que o cenário da FIM estivesse funcionando. Não posso deixar de mencionar os amigos do início do projeto: Solange, Tabajara, Binhão, Délson, Marcel, Serginho, Bacalhau.

Ao Tonto, Favaretto, Freire e Geraldo, e respectivos ITI's, pessoal que me motiva cada vez mais a trabalhar pela pesquisa, minha admiração pela dedicação e amizade.

Agradeço também aos meus amigos da Le Pump, pela amizade e alegria desses anos (Kotty, Claudião, Grilo, JC, Celsão, Ermes, Pica Pau e Moringa).

Agradeço aos meus colegas da AP3I, que tem me possibilitado entender um pouco deste complexo ambiente que é a universidade. Um agradecimento especial ao Roque pela experiência de vida. Aos colegas professores da Produção e Mecânica dedico também meu agradecimento.

Ao orientador, professor e amigo Henrique, que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho, meu eterno obrigado.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

Ao Fabinho, Freire, Favaretto e principalmente ao Geraldo e minha Mãe meu obrigado pela ajuda nesta reta final.

Finalmente, um grande agradecimento a minha família pela força e apoio em meus caminhos.

O maior obrigado de todos a Erika e Beatriz, por estarem sempre ao meu lado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	I
-------------------------	----------

LISTA DE TABELAS	III
-------------------------	------------

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	IV
---	-----------

RESUMO	VI
---------------	-----------

ABSTRACT	VII
-----------------	------------

1 INTRODUÇÃO	1
---------------------	----------

1.1.Relevância do Tema e Justificativas	1
1.2.Objetivos do Trabalho	4
1.3.Estrutura do Trabalho.....	4

2 REVISÃO DA MANUFATURA INTEGRADA POR COMPUTADOR	6
---	----------

2.1.Definições	6
2.1.1.Abordagem Estratégica	7
2.1.2.Abordagem Organizacional	11
2.1.3.Abordagem Tecnológica.....	12
2.1.4.Abordagem Sistêmica.....	15
2.1.5.Abordagem Mercadológica.....	19
2.2.Componentes do CIM	19
2.3.Modelos de Representação	22
2.3.1.Empresas Fornecedoras de Software	22
2.3.2.Empresas Usuárias de Software.....	25
2.3.3.Centros de Pesquisa	28
2.4.Planejamento e Implantação	31
2.4.1.Metodologias de Planejamento e Implantação.....	32
2.4.1.1.Binner e Zahlten	34
2.4.1.2.IBM	37
2.4.1.3.Süssenguth	40
2.4.1.4.Mählck e Panskus.....	43

2.4.1.5.Scheer	44
2.4.1.6.CIM-OSA	47
2.4.1.7.Considerações sobre a Aplicação de Metodologias no Brasil.....	49
2.4.2.Arquiteturas de Integração	50
2.4.2.1.CIM-OSA	52
2.4.2.2.IBM	54
2.4.2.3.ARIS	56
2.4.3.Modelos de Empresa.....	59
2.4.3.1.O Modelo de Empresa e suas Aplicações.....	60
2.4.3.2.As Visões de um Modelo de Empresa.....	61
2.4.3.3.Métodos para o Desenvolvimento de Modelos de Empresa.....	65

3. IDENTIFICAÇÃO DOS REQUISITOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA **72**

3.1.Análise Sistemática da Revisão.....	72
3.1.1.Definições do CIM.....	72
3.1.2.Modelos de Representação.....	74
3.1.3.Metodologias de Planejamento e Implantação.....	74
3.1.3.1.Relacionamento com Estratégias de Negócios.....	74
3.1.3.2.Definição de Métodos para a Justificativa de Projetos.....	75
3.1.3.3.Formação e Desenvolvimento da Equipe.....	76
3.1.3.4.Manutenção de uma Visão Geral da Empresa.....	77
3.1.3.5.Levantamento da Situação Atual da Empresa.....	78
3.1.3.6.Definição da Situação Desejada.....	79
3.1.3.7.Desenvolvimento ou Aquisição dos Componentes CIM.....	80
3.1.3.8.Desenvolvimento de uma Infraestrutura de Integração.....	81
3.1.3.9.Estabelecimento de Controles e Revisões.....	82
3.1.4.Arquiteturas de Integração.....	82
3.1.5.Modelos de Empresa.....	84
3.2.Considerações Complementares para o Planejamento e Implantação do CIM.....	85
3.2.1.Abordagem Estratégica.....	85
3.2.2.Abordagem Organizacional.....	85
3.2.3.Abordagem Tecnológica.....	87
3.3.Requisitos para o Desenvolvimento de uma Metodologia de Planejamento e Implantação.....	88

4. DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA GERAL DE INTEGRAÇÃO **91**

4.1.Metodologia Adotada para o Desenvolvimento do Trabalho.....	91
4.1.1.Arquitetura Geral de Integração.....	94
4.1.2.Modelo de Empresa.....	96
4.1.2.1.Visão de Funções.....	100
4.1.2.2.Visão de Dados.....	101
4.2.Localização e Escopo da Arquitetura Geral de Integração.....	102

4.3. Uma visão da Arquitetura geral de Integração e sua Relação com o Planejamento e Implantação do CIM.....	103
4.3.1. Descrição Geral.....	103
4.3.2. Limitações.....	104
4.3.3. Descrição da AGIR.....	105
4.3.4. Relacionamento da AGIR com o Planejamento e Implantação do CIM.....	107
4.4. Representação da AGIR.....	109

5. METODOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO E IMPLANTACÃO DA MANUFATURA INTEGRADA POR COMPUTADOR **110**

5.1. Visão Geral da Metodologia.....	110
5.1.1. Projeto de Integração.....	112
5.1.2. Modelo de Empresa.....	115
5.2. Etapas e Serviços do Projeto de Integração.....	117
5.2.1. Etapa Gerenciar.....	117
5.2.1.1. Formar Equipe do Projeto.....	117
5.2.1.2. Apresentar e Adaptar a AGIR.....	120
5.2.1.3. Estabelecer Comprometimento.....	121
5.2.1.4. Estabelecer Prazos.....	122
5.2.1.5. Estabelecer Padrão de Documentação e Comunicação.....	122
5.2.1.6. Desenvolver Pessoal.....	124
5.2.1.7. Revisar.....	126
5.2.2. Etapa Sistematizar.....	126
5.2.2.1. Levantar Estratégias.....	127
5.2.2.2. Definir Metas.....	127
5.2.2.3. Coletar Informações.....	127
5.2.2.4. Definir Situação Atual.....	128
5.2.2.5. Determinar Índices.....	130
5.2.2.6. Mapear Sistema de Infraestrutura de Integração.....	130
5.2.3. Etapa Avaliar.....	131
5.2.3.1. Discutir Situação Atual.....	131
5.2.3.2. Identificar Falhas e Potencialidades.....	131
5.2.3.3. Sugerir Melhorias.....	132
5.2.4. Etapa Propor.....	132
5.2.4.1. Discutir Estratégias.....	132
5.2.4.2. Definir Situação Desejada.....	133
5.2.4.3. Comparar Situação Atual e Desejada.....	133
5.2.4.4. Priorizar Processos de Negócio.....	133
5.2.5. Etapa Detalhar.....	134
5.2.5.1. Definir Abrangência.....	135
5.2.5.2. Coletar Informações.....	135
5.2.5.3. Detalhar Processo.....	135
5.2.5.4. Definir Projetos Parciais.....	136
5.2.5.5. Adotar Metodologia para Projetos Parciais.....	138
5.2.6. Etapa Implantar.....	138
5.2.6.1. Implantar Atividades Manuais.....	138

5.2.6.2. Definir Domínio do Sistema.....	138
5.2.6.3. Definir Desenvolvimento ou Compra.....	139
5.2.6.4. Implantar Componente CIM.....	140
5.2.7. Etapa Revisar.....	140
5.2.7.1. Controlar as Metas.....	140
5.2.7.2. Verificar Índices.....	141
5.2.7.3. Caracterizar Desvios e Propor Correções.....	141
5.2.7.4. Aprovar Atividades Executadas.....	141
5.3. Etapas e serviços do Modelo de Empresa.....	142
5.3.1. Etapa Modelar Negócio.....	143
5.3.1.1. Analisar.....	143
5.3.1.2. Projetar.....	143
5.3.1.3. Implantar.....	144
5.3.1.4. Manter.....	144
5.3.2. Etapa Modelar Processo.....	145
5.3.2.1. Analisar.....	145
5.3.2.2. Projetar.....	145
5.3.2.3. Implantar.....	145
5.3.2.4. Manter.....	146

6. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA NA FÁBRICA INTEGRADA

MODELO - FIM

147

6.1. Estrutura da Fábrica Integrada Modelo.....	147
6.1.1. Produto.....	148
6.1.2. Configuração do Cenário de Integração.....	149
6.1.3. Recursos.....	151
6.2. Aplicação da Metodologia.....	152
6.2.1. Etapa Gerenciar.....	152
6.2.2. Etapa Sistematizar.....	156
6.2.3. Etapa Avaliar.....	159
6.2.4. Etapa Propor.....	159
6.2.5. Etapa Detalhar.....	161
6.2.6. Etapa Implantar.....	162
6.2.7. Etapa Revisar.....	163

7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

165

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

170

8.1. Referências Citadas.....	170
8.2. Referências Consultadas.....	178
8.3. Referências Recomendadas.....	191

**ANEXO I - PROJETOS DE PESQUISA EM CIM NO BRASIL (PERÍODO
ATÉ 1992)** **192**

ANEXO II, III, IV - CENÁRIO DA FIM **197**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Níveis de integração [CIM89].....	2
Figura 1.2 - Escopo do Trabalho	4
Figura 1.3 - Estrutura do Trabalho.....	5
Figura 2.1 - A Estratégia da Empresa	8
Figura 2.2 - Interrelação entre Objetivos de uma Empresa [VDI90]	10
Figura 2.3 - Evolução dos Circuitos Integrados	13
Figura 2.4 - Conceito de CIM segundo Süssenguth [SÜS91]	15
Figura 2.5 - Representações de Sistema [ENG73].....	17
Figura 2.6 - A Manufatura como Sistema [COU88].....	18
Figura 2.7 - Modelo AWF [SÜS91].....	21
Figura 2.8 - Modelo Siemens [REM90]	23
Figura 2.9 - Modelo HP [HEL86].....	24
Figura 2.10 - Modelo IBM [IBM90].....	25
Figura 2.11 - Modelo GE [HEL86].....	26
Figura 2.12 - Modelo NCR [NCR86]	27
Figura 2.13 - Modelo BMW [SHA87]	28
Figura 2.14 - Modelo em Y [SCH90]	29
Figura 2.15 - Modelo da USP de São Carlos [ROZ89]	30
Figura 2.16 - Modelo do CTI de Campinas [VAL91].....	31
Figura 2.17 - Caminhos para o CIM [SÜS91]	33
Figura 2.18 - As Diferentes Estratégias de Integração [ROZ92].....	34
Figura 2.19 - Passos 1 a 6, Descrição da Situação Atual [BIN90-1].....	35
Figura 2.20 - Passos 7 a 12, Descrição da Situação Desejada [BIN90-3].....	36
Figura 2.21 - Metodologia IBM.....	38
Figura 2.22 - Fases de Planejamento	41
Figura 2.23 - Do Conceito de Balizamento para a Realização [SÜS91].....	42
Figura 2.24 - Metodologia Estratégica para o Ingresso na Fábrica com Futuro [MÄH90].....	43
Figura 2.25 - Estratégia CIM [SCH90]	46
Figura 2.26 - Vias para Implementação do CIM.....	47
Figura 2.27 - Ciclo de Vida de um Software Segundo CIM-OSA.....	48
Figura 2.28 - Infraestrutura de Integração- IBM	49
Figura 2.29 - A arquitetura CIM-OSA [JOR90-1].....	53
Figura 2.30 - Infraestrutura de Integração - CIM-OSA.....	54
Figura 2.31 - Arquitetura para Desenvolvimento de Produtos [IBM90]	55
Figura 2.32 - Arquitetura CIM na IBM [IBM90]	56
Figura 2.33 - Modelo Geral de Processos	57
Figura 2.34 - Níveis de Abstração da ARIS	59
Figura 2.35 - Modelo de empresa CIM segundo Süssenguth [SÜS92]	63
Figura 2.36 - As Quatro Visões da Derivação	64
Figura 2.37 - Diagrama SADT.....	66
Figura 2.38 - Elementos do Diagrama de Entidade/Relacionamento	68
Figura 2.39 - Simbologia da Rede de Petri.....	69
Figura 2.40 - Elementos do Diagrama de Fluxo de Dados - DFD	70
Figura 3.1. - Estrutura do Projeto de Integração	73

Figura 3.2 - Integração de Funções.....	80
Figura 4.1 - Etapas da Metodologia de Desenvolvimento do Trabalho	91
Figura 4.2 - Relação entre Grupos de Requisitos e a Proposta de Metodologia de Planejamento e Implantação do CIM.....	92
Figura 4.3. - Justificativas dos Métodos Adotados	94
Figura 4.4 - Notação da Estrutura Orientada a Objetos.....	95
Figura 4.5 - Descrição e Notação Geral das Classes da AGIR.....	96
Figura 4.6 - Notação Simplificada do Diagrama Classe&Objeto.....	96
Figura 4.7 - Terminologia para os Elementos Funcionais.....	97
Figura 4.8 - Ligação entre os Elementos Funcionais.....	98
Figura 4.9 - Representações do Comportamento.....	98
Figura 4.10 - Descrição Funcional	99
Figura 4.11 - Representação do Bloco de Função SADIA.....	101
Figura 4.12 - Visão de Dados	102
Figura 4.13 - Notação Completa da AGIR.....	104
Figura 4.14 - AGIR para o Planejamento e Implantação do CIM.....	106
Figura 4.15 - As formas de Planejamento e Implantação do CIM com uso da AGIR.....	108
Figura 4.16 - Representação Esquemática da AGIR.....	109
Figura 5.1 - Complexidade de um Projeto de Integração	110
Figura 5.2 - Etapas do Projeto de Integração	113
Figura 5.3 - Etapas do Modelo de Empresa	116
Figura 5.4 - Estrutura da Equipe de Integração.....	118
Figura 5.5 - Serviço de Coletar Informações e Definir Situação Atual.....	129
Figura 5.6. - Análise de Valor do Uso.....	134
Figura 5.7 - Diagrama de Portfólio	137
Figura 5.8 - Definição do Domínio do Sistema.....	139
Figura 6.1 - Estrutura do Produto da FIM	148
Figura 6.2 - Sistema Conceitual de Manufatura Utilizado na FIM	150
Figura 6.3 - Cronograma da FIM.....	154
Figura 6.4 - Controle Visual do Cronograma	155

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.1 - Relação de Projetos Parciais.....	162
--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

- AMICE: European Computer Integrated Manufacturing Architecture.
- AGIR: Arquitetura Geral de Integração.
- ARIS: Architecture for Integrated Information Systems. Arquitetura para sistemas integrados de informação.
- AVU: Análise de Valor de Uso.
- AWF: Ausschuss für Wirtschaftliche Fertigung.
- BMW: Bayerische Motor Werk.
- CAA: Computer Aided Administration. Administração assistida por computador.
- CAD: Computer Aided Design. Projeto auxiliado por computador.
- CAE: Computer Aided Engineering. Engenharia auxiliado por computador.
- CAM: Computer Aided Manufacturing. Manufatura auxiliada por computador.
- CAP: Computer Aided Planning. Planejamento auxiliado por computador.
- CAPP: Computer Aided Process Planning. Planejamento do processo auxiliado por computador.
- CAQ: Computer Aided Quality. Qualidade auxiliada por computador.
- CAQA: Computer Aided Quality Assurance. Garantia da qualidade auxiliada por computador.
- CAQC: Computer Aided Quality Control. Controle da qualidade auxiliada por computador.
- CASE: Computer Aided Software Engineering.
- CIM: Computer Integrated Manufacturing. Manufatura integrada por computador.
- CIRP: International Institution for Production Engineering Research.
- CNC: Computer Numerical Control. Controle numérico computadorizado.
- CTI: Centro Tecnológico para Informática.
- DCO: Diagrama Classe Objeto.
- DFD: Diagrama de Fluxo de Dados.
- ESPRIT: European Strategic Program for Research and Development in Information Technology.
- FIM: Fábrica Integrada Modelo.
- FMS: Sistemas Flexíveis de Manufatura.
- GE: General Eletric.
- HP: Hewlett-Packard.
- IBM: International Business Machine.
- ICAM: Integrated Computer Aided Manufacturing.

IDEF: ICAM Definition.
IMS: Intelligent Manufacturing Systems.
ISO: International Standard Office.
IWi: Institut für Wirtschaftsinformatik.
LAMAFE: Laboratório de Máquinas Ferramentas.
MAP: Manufacturing Automation Protocol.
MAPI: Instituto de Maquinaria e Produtos Aliados.
NC: Numerical Control. Controle numérico.
NCR: National Cash Register.
OSA: Open Systems Architecture.
OSI: Open Systems Interconnections.
PDA: Plano Diretor de Automação.
PDI: Plano Diretor de Informatização.
PPC: Production Planning and Control. Planejamento e controle da produção.
PC: Personal Computer. Computador Pessoal.
PCP: Planejamento e Controle da Produção.
SADIA: Structured Analysis and Design Technique - Integrating Approach.
SADT: Structured Analysis and Design Technique.
SFC: Shop Floor Control. Controle do chão de fábrica.
TI: Tecnologia de Informações.
TOP: Technical Office Protocol.
USP: Universidade de São Paulo.

RESUMO

BREMER, C.F. *Proposta de uma metodologia para o planejamento e implantação da manufatura integrada por computador*. São Carlos, 1994, 214p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A globalização da economia obriga as indústrias a buscarem um aumento contínuo de sua competitividade. A Manufatura Integrada por Computador - CIM é uma estratégia para o alcance da competitividade. O CIM pode ser entendido como o uso da tecnologia de informação para a integração dos processos de uma empresa, visando atingir seus objetivos de negócio. Para o planejamento e implantação do CIM existem diversas propostas de metodologia. Algumas utilizam-se de modelos de empresa para suportar a integração da manufatura. As arquiteturas são outra forma utilizada para o planejamento e implantação do CIM, com um direcionamento para as empresas desenvolvedoras e fornecedoras de software. A desconsideração das propostas das arquiteturas de integração pelas metodologias justificam o desenvolvimento desta pesquisa. O objetivo do presente trabalho é propor uma metodologia de planejamento e implantação da manufatura integrada computador. Foram identificados setenta e dois requisitos como passo inicial do trabalho. Para atender estes requisitos foi criada uma arquitetura geral de integração orientada por objetos. Os serviços das classes e objetos da arquitetura geral de integração compõe a metodologia. A implantação da metodologia foi realizada em um ambiente simulado de manufatura, chamado Fábrica Integrada Modelo - FIM. Na FIM a metodologia de planejamento e implantação do CIM proposta foi testada e validada.

Palavras Chave: Manufatura Integrada por Computador - planejamento e implantação, Arquiteturas de Integração, Modelos de Empresa

ABSTRACT

BREMER, C.F. *Proposal of a methodology for Computer Integrated Manufacturing planning and implementation*. São Carlos, 1994, 214p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

The globalization of the economy leads the industry to look for a continuous increase in competitiveness. The Computer Integrated manufacturing - CIM is one of used industry strategies to get competitiveness. CIM can be defined as the use of information technology to integrate the processes of the industry in order to reach its business objectives. For the planning and implementation of CIM, distinct methodologies have been developed. These methodologies use a enterprise model to support the process integration. Integration Architectures are also used for the planning and implementation of CIM, with the emphasis directed to software developers and suppliers companies. The most of the presently methodologies don't take into account the proposals of the integration architectures. This fact justify the development of this research. The objective of the present work is to propose a methodology for CIM planning and implementation. This methodology was developed with basis in 72 requirements. In order to satisfy these requirement a object oriented integration architecture has been created. The methodology is formed by the methods of the classes defined in the integration architecture. There are 37 methods that meet the defined requirements. The methodology has been implemented in a model factory, called Integrated Model Factory - FIM. In this implementation the methodology for CIM planning and implementation has been tested and validated.

Keywords: Computer Integrated Manufacturing - planning and implementation, Integration Architecture, Enterprise Model

1 INTRODUÇÃO

1.1.Relevância do Tema e Justificativas

A globalização da economia impõe às empresas uma nova realidade de negócios. A oferta e a comercialização de produtos em diferentes países aumenta o número de seus concorrentes. Estas empresas analisam os mercados consumidores de forma global [LEV90, EXA92]. As exigências destes mercados, em função dos produtos ofertados, são definidas por parâmetros mundiais, tais como: qualidade do produto, preço, prazo de entrega, diversificação, entre outros. Estes parâmetros levam as empresas a serem avaliadas segundo o seu poder de competitividade [POR90, DYC92, BAR92].

As pressões de mercado levam as indústrias a reformularem a sua estratégia de negócios, vendas, organização, produção, entre outros fatores. Esta reformulação visa o aumento de competitividade, através de maior qualidade de seus produtos, aumento de flexibilidade de fabricação, redução nos ciclos de produção, confiabilidade nos prazos de entrega e redução de seus custos [SCH92, EXA94]. A utilização de sistemas e equipamentos computacionais¹ é uma forma das indústrias responderem às exigências de competitividade.

Paralelamente, as empresas que desenvolvem software e hardware têm aumentado a sua oferta, com computadores de maior capacidade de processamento e armazenagem de informações, além de um custo menor. Os softwares, por sua vez, utilizam novas filosofias e tecnologias em seu desenvolvimento, como por exemplo, interfaces gráficas e filosofia cliente/servidor, que ampliam sua aplicação a todas as áreas do ambiente industrial, mesmo de pequenas empresas [PON91, RES91].

O desenvolvimento da Manufatura Integrada por Computador, do termo inglês "Computer Integrated Manufacturing" (CIM), permitiu às empresas responderem às exigências de competitividade através da utilização integrada dos recursos de informática (hardware e software) no ambiente de manufatura. Isto pode ser comprovado pela sua ampla implantação nos mais importantes centros industriais a partir do final da década de 80 [CHO92, CIM89, FUK89, SHA87, SOO92].

¹No presente trabalho, sistemas computacionais serão denominados "software" e equipamentos computacionais "hardware", que são termos comumente usados.

Uma maior difusão da integração por computador foi possibilitada pelo desenvolvimento de padrões de interface entre software, através de associações de normas de padronização. Estas associações, de diferentes países, têm concentrado seu trabalho na comunicação e integração entre softwares de diferentes tecnologias e fornecedores [CIM88, CIM89, FUR92]. Segundo o consórcio AMICE (sigla invertida de "European Computer Integrated Manufacturing Architecture") do programa ESPRIT ("European Strategic Programm for Research and Development in Information Technology") da comissão das comunidades européias, a integração pode ser definida em três níveis (**Figura 1.1**) [CIM89]:

- integração física;
- integração entre aplicativos e
- integração de negócios.

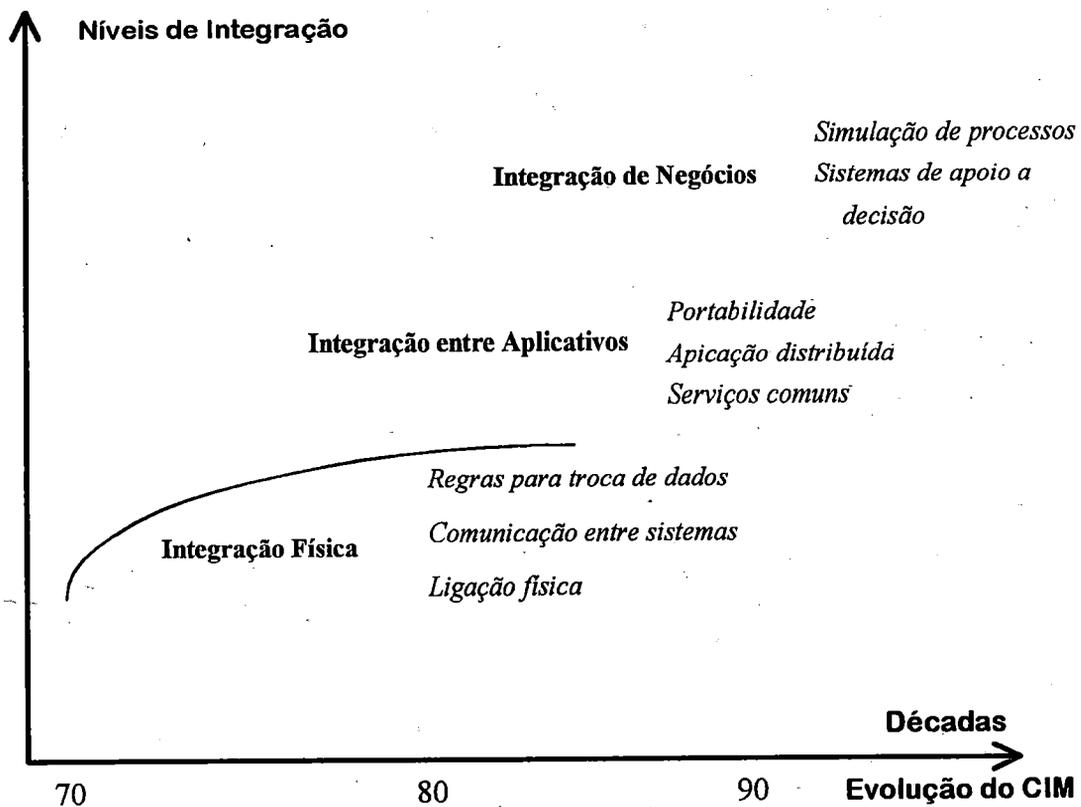


Figura 1.1 - Níveis de integração [CIM89]

A integração física trata dos problemas de interface e de protocolos de comunicação entre diferentes hardwares e softwares, regras para troca de dados, entre outros. Para este ambiente, foi desenvolvida a norma "Open Systems

Interconnections - OSI" da "International Standard Office - ISO", que é internacionalmente aceita [CAM91]. Para o ambiente industrial, o OSI derivou os padrões "Technical Office Protocol -TOP" e "Manufacturing Automation Protocol -MAP" [CIM88]. Já a integração entre aplicativos trata de sua portabilidade, utilização distribuída, entre outros. Na integração de negócios são abrangidos temas como simulação de processos de negócio, sistemas de apoio a decisão, entre outros.

O programa ESPRIT adota o padrão ISO-OSI para o ambiente de integração física e estabelece que o CIM trata da integração entre aplicativos e parcialmente da integração de negócios [CIM89]. Para uma normalização das atividades envolvidas no CIM, o programa ESPRIT propôs o "CIM- Open Systems Architecture (OSA)", que no presente trabalho é classificado como sendo uma arquitetura de integração. As arquiteturas de integração utilizam-se de um modelo que abstrai a realidade e a complexidade de uma empresa, chamado de modelo de empresa.

Diversos trabalhos e propostas tratam do planejamento e implantação do CIM e de suas principais dificuldades, tais como: a formação de ilhas de integração ou automação, falta de pessoal qualificado, incompatibilidade entre software, entre outros. Exemplos de propostas são as arquiteturas de integração e modelos de empresa, que buscam todavia solucionar principalmente as questões referentes às empresas fornecedoras de software e hardware, relegando a um segundo plano as empresas usuárias do CIM, como representado na **Figura 1.2** [IBM90, PET92, SCH92]. As metodologias prevêm a utilização de um modelo de empresa, desconsiderando porém as propostas de arquiteturas de integração, como o CIM-OSA.

As metodologias de planejamento e implantação do CIM são também, em muitos casos, específicas, ou então, demasiadamente complexas, dificultando sua aplicação por parte das empresas, principalmente daquelas que não possuem uma cultura e experiência dentro da área de integração, automação ou informática.

Poucos trabalhos buscam agregar e complementar a utilização destas propostas em um conjunto de atividades ou uma metodologia, que permita a uma empresa planejar e implantar o CIM. Esta metodologia deve atender as necessidades e particularidades da empresa, levando em consideração as propostas das arquiteturas de integração. Este cenário é o escopo e a principal justificativa para o desenvolvimento do presente trabalho (Figura 1.2).

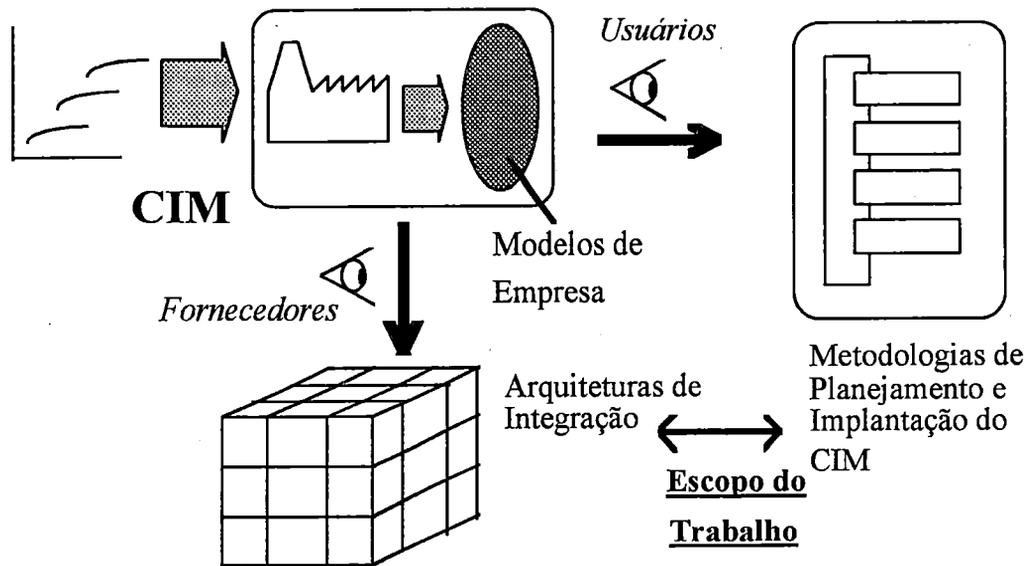


Figura 1.2 - Escopo do trabalho

1.2. Objetivos do Trabalho

Os objetivos do presente trabalho são:

- elaborar uma revisão sistemática das definições e do planejamento e implantação da Manufatura Integrada por Computador;
- caracterizar os principais requisitos necessários a uma metodologia de planejamento e implantação do CIM;
- propor, desenvolver e aplicar uma metodologia de planejamento e implantação de CIM, destinada, basicamente, às empresas de manufatura e
- identificar áreas e temas de trabalho que permitam a complementação da metodologia desenvolvida.

1.3. Estrutura do Trabalho

A estrutura de desenvolvimento da metodologia, e a respectiva descrição nos capítulos do presente trabalho está representada na **Figura 1.3**. Foi realizada, inicialmente, uma revisão bibliográfica sobre a Manufatura Integrada por Computador (Capítulo 2). Analisando-se a revisão e realizando algumas considerações

complementares, foram levantados os requisitos necessários para a proposição da metodologia de planejamento e implantação de CIM (Capítulo 3).

Uma vez identificado os requisitos foi elaborada a metodologia para desenvolvimento do trabalho. Para a utilização das propostas das arquiteturas de integração pela metodologia de planejamento e implantação, foi definida uma arquitetura geral de integração (Capítulo 4). Com base nos requisitos levantados e na arquitetura geral de integração, foi desenvolvida a metodologia de planejamento e implantação do CIM (Capítulo 5).

Para validação da metodologia foi necessário o desenvolvimento de um ambiente modelo de manufatura, denominado de Fábrica Integrada Modelo. Neste ambiente, foi criada toda uma estrutura de produção, simulando um sistema integrado de manufatura (Capítulo 6). Ao fim do trabalho, foram descritos os seus resultados e conclusões, além de temas para futuras pesquisas (Capítulo 7).

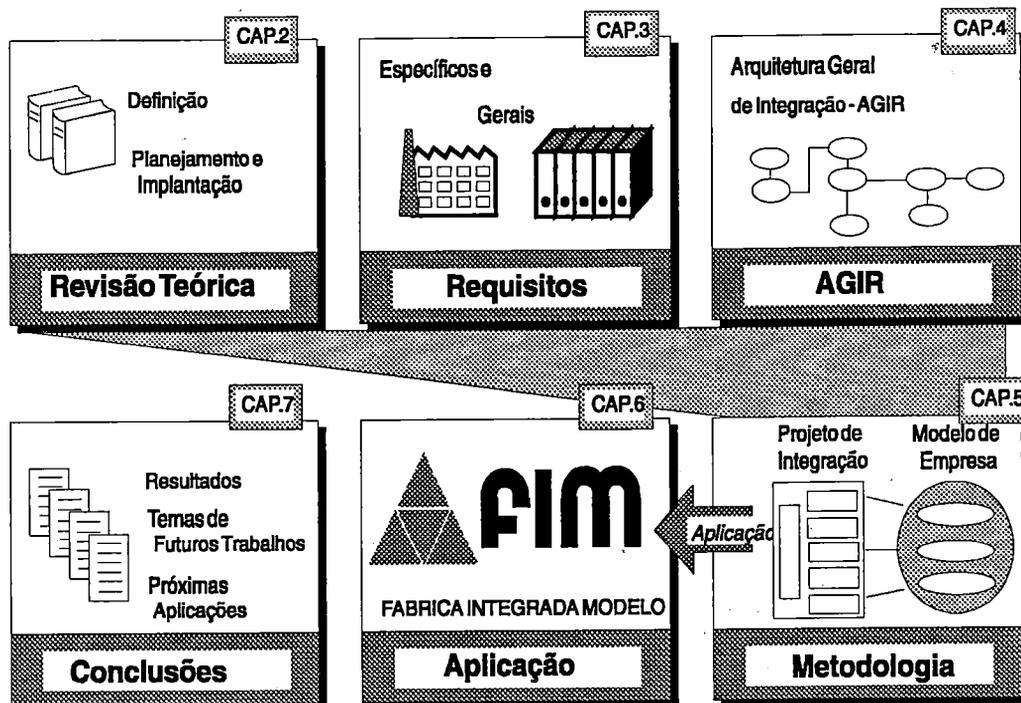


Figura 1.3 - Estrutura do Trabalho

2 REVISÃO DA MANUFATURA INTEGRADA POR COMPUTADOR

A Manufatura Integrada por Computador é aceita como um dos principais conceitos para o aumento da competitividade das indústrias de manufatura [OLL91, SOO92, WAR91]. Empresas dos centros industrialmente mais desenvolvidos já a aplicam há alguns anos, com resultados positivos [CHO92, CIM89, FUK89, SOO92].

No Brasil, poucos trabalhos de revisão sobre a Manufatura Integrada por Computador foram realizados, principalmente sobre as suas formas de planejamento e implantação.

O objetivo desta parte do trabalho é realizar uma revisão bibliográfica da Manufatura Integrada por Computador, onde são descritas algumas das suas definições, componentes e seu planejamento e implantação. A maioria dos artigos situa-se no período entre 1990 e 1992, pois, para o início deste trabalho, era essencial uma visão das definições de CIM e suas formas de planejamento e implantação.

2.1. Definições

O termo Manufatura Integrada por Computador provém da tradução de "CIM - Computer Integrated Manufacturing", formulado por Harrington (1973) nos E.U.A. A Manufatura Integrada por Computador foi considerada inicialmente como a execução, de forma otimizada, das funções administrativas e técnicas de uma empresa, através da utilização integrada de computadores [SÜS91].

A Manufatura Integrada por Computador não deve ser caracterizada como um produto acabado, o qual pode ser comprado pronto; mas sim, como um meio, um conceito para se atingir objetivos definidos, através da integração dos diferentes setores de uma empresa [BAU88, SPI87]. De maneira geral, conforme a maioria dos trabalhos pesquisados nesta revisão, o CIM visa:

- prover a empresa de uma maior adaptabilidade em função das variações de mercado;
- aumentar a diversificação de produtos e a flexibilidade de produção;
- reduzir os custos de maneira global;
- incrementar a qualidade de produto e processo, visando a satisfação do consumidor e

- diminuir os tempos de lançamento de novos produtos e maior confiabilidade de prazo de entrega.

Desde o seu surgimento, não foi encontrada uma definição concensual do termo CIM, sendo encontradas na literatura diversas definições [COU88, HEL86, HEM87, PET92, REM90, SEL88].

Em uma pesquisa realizada por Shah sobre a experiência de dez empresas européias que trabalham com CIM, houve uma diferenciação nos conceitos adotados, desde CIM como a soma das tecnologias auxiliadas por computador até como a integração total de todos os setores de uma empresa [DOU92, SHA87].

Algumas das definições de CIM existentes são apresentadas nesta parte do trabalho, classificadas de acordo com sua abordagem, a qual é brevemente conceituada. Uma classificação semelhante é sugerida por Valle [VAL91]. Em seguida, é feita uma descrição dos principais componentes do CIM (softwares) e de sua representação integrada através de modelos, em indústrias, empresas fornecedoras de softwares e centros de pesquisa internacionais e nacionais.

2.1.1. Abordagem Estratégica

Estratégia significa, basicamente, a definição de objetivos a serem atingidos, através de determinados meios [STE79]. Na **Figura 2.1** são representados alguns aspectos da estratégia de manufatura. O conceito de estratégia empresarial ou de manufatura surgiu nos anos 60 na Harvard Business School nos Estados Unidos [JOS91]. Dentro da literatura sobre estratégia há uma generalização que a divide em quatro níveis:

- Empresarial, onde esta define sua posição na sociedade;
- Corporativa, que determina em qual segmento de mercado a empresa atuará;
- Negócios, que seleciona como e com quais meios a empresa irá trabalhar dentro do segmento determinado e,
- Funcional, determina quais serão os passos concretos a serem adotados [JOS91].

Já a estratégia possui diferentes tipos de abordagem. Uma delas é a abordagem por custo, onde a empresa opta por participar junto ao mercado consumidor apresentando sempre um produto com preços menores que a concorrência. Já na abordagem de diferenciação, os esforços concentram-se no constante lançamento de novos produtos, de maneira a sempre destacar-se por um

produto diferenciado. Outro exemplo é a opção por produzir-se bens direcionados a um segmento de consumo específico [JOS91].

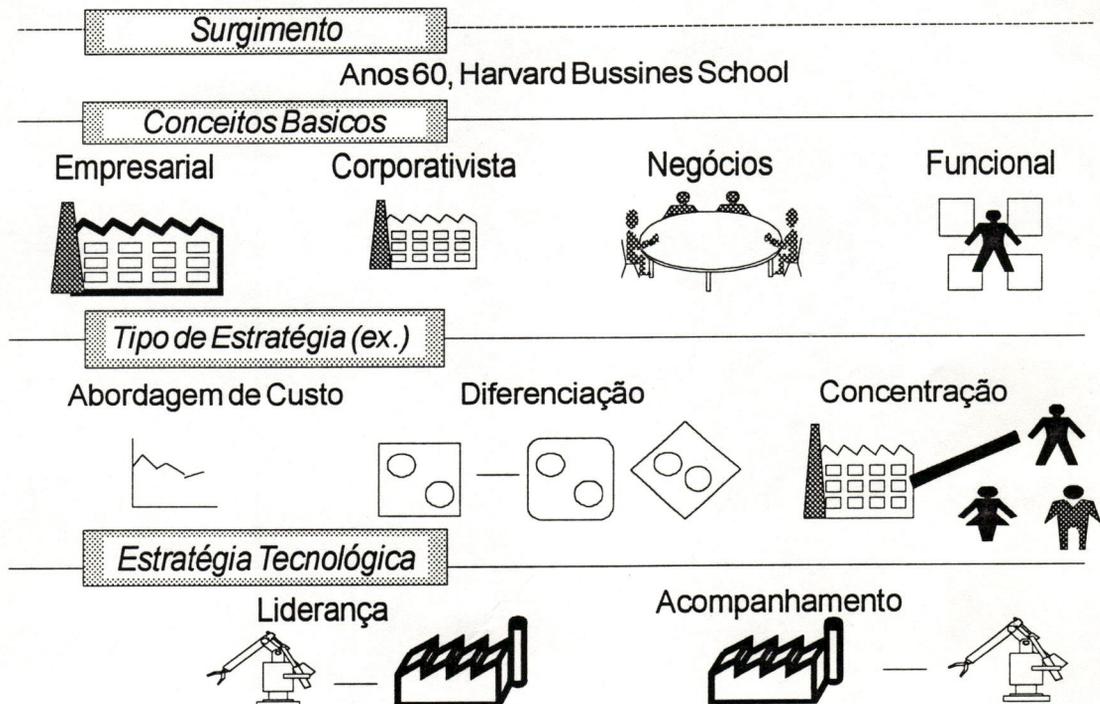


Figura 2.1 - A Estratégia da Empresa

No que tange a adoção de uma estratégia referente a tecnologia de produtos e processos, existem basicamente dois tipos:

- a adoção de uma estratégia de liderança, onde investe-se em pesquisa e desenvolvimento para estar tecnologicamente a frente da concorrência, ou
- a adoção de uma estratégia de acompanhamento, onde a empresa aguarda o desenvolvimento e a comprovação de novas tecnologias, adotando-as posteriormente.

Uma estratégia define uma hierarquia de objetivos, partindo dos objetivos da empresa ou de longo prazo, para os objetivos operacionais ou de médio e curto prazo de área técnica e de área administrativa. A seguir, são listados alguns objetivos que devem ser seguidos, segundo a Siemens, empresa alemã do setor eletro-eletrônico [VDI90]. São objetivos estratégicos de negócio da empresa:

- aumento do faturamento;
- aumento da participação no mercado e
- liderança de mercado

São objetivos estratégicos técnicos:

- resposta ágil a mudanças de mercado e à concorrência;
- transparência de seus processos;
- desenvolvimento simultâneo de produto e produção;
- aplicação de novas tecnologias (de produto e produção);
- máxima qualidade;
- mínimos custos;
- estruturas organizacionais dinâmicas;
- alta motivação de funcionários;

e administrativos:

- redução do capital fixo;
- redução do tempo de desenvolvimento;
- orçamentos mais precisos;
- melhor garantia de prazos de entrega;
- melhor comunicação com clientes e fornecedores;
- melhor diversificação de produtos;
- atendimento personalizado aos clientes;
- maior flexibilidade de produção e
- construção de um sistema de informação interno e externo à empresa;

dos quais com caráter mais operacional:

- aumento de produtividade;
- redução de estoques;
- aumento da utilização de máquinas e
- melhoria da qualidade de fabricação.

Os objetivos possuem uma interação muito grande, sendo alguns inclusive conflitantes. É fundamental caracterizar as suas interações, exemplificados então na

Figura 2.2. Este tipo de representação auxilia na melhor determinação dos resultados esperados.

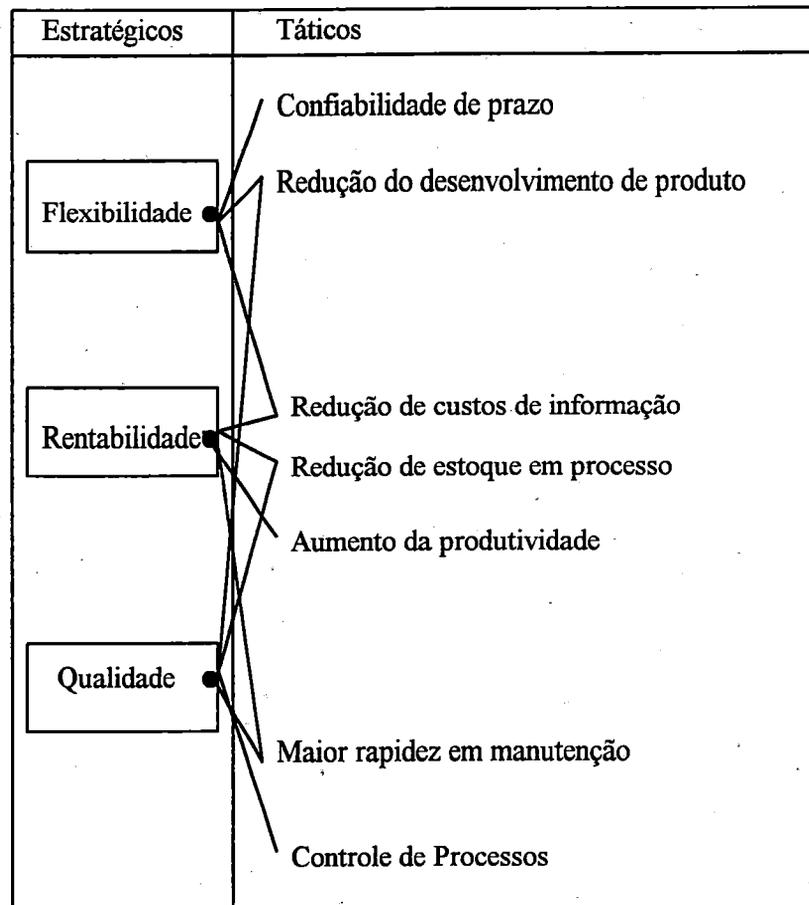


Figura 2.2 - Interrelação entre Objetivos de uma Empresa [VDI90]

Hellwig e Hellwig citam em seu trabalho sobre os diferentes conceitos de CIM que este é fundamentalmente um conceito estratégico [HEL86].

Para Enkawa, chefe do "Department of Industrial Engineering and Management of Tokyo Institute of Technology", o CIM deve ser entendido como o meio para se aumentar a velocidade de negócios de uma empresa, através de uma estratégia orientada ao consumidor e uma produção flexível [ENK91].

A Siemens enfoca o CIM como uma estratégia e um conceito para o alcance das metas mercadológicas de uma empresa [REM90].

2.1.2. Abordagem Organizacional

No início do século XX, as organizações evoluíram lentamente. A estrutura organizacional do exército influenciou a organização das empresas, centralizando o comando e descentralizando a execução. A separação entre o planejamento e a execução também é uma herança da estrutura organizacional militar [CHI79].

A primeira revolução industrial (1780-1860, denominada de carvão e ferro) provocou rápidas e profundas transformações no sistema produtivo da época. Desapareceram as figuras do artesão e sua pequena oficina. Com a máquina a vapor surgiram as primeiras fábricas, tomando o lugar das oficinas. Os operários, no lugar dos artesões, passaram a executar algumas fases do processo produtivo, ficando clara a nova forma organizacional baseada na divisão do trabalho.

Na segunda fase da revolução industrial (1860-1914, conhecida como do aço e da eletricidade), a ciência passou a ter maior aplicação dentro da indústria. Surgiram as máquinas automáticas e um alto grau de especialização do trabalho. Nessa época, começam a surgir as grandes empresas. Na produção artesanal os operários eram organizados em corporações de ofício. Nestas o aprendiz para se tornar artesão ou mestre devia produzir uma obra perfeita perante uma banca de jurados participando de todo o processo produtivo. A produção artesanal deu lugar à produção industrial. Nesta a produção era realizada através de máquinas onde o operário deixou de possuir uma visão de todo o processo produtivo, passando a participar de apenas uma etapa da produção.

Os primeiros trabalhos a respeito da Administração surgiram no início do século XX [LOD71]. Frederick Winslow Taylor desenvolveu a escola da administração científica, onde procurava aumentar a eficiência da indústria basicamente através do estudo e racionalização do trabalho. Henri Fayol também tentou melhorar a eficiência das empresas através da sua organização e aplicação de princípios gerais da organização com bases científicas, conhecida como Teoria Clássica da Administração. Embora seus trabalhos sejam contemporâneos, Fayol e Taylor não se comunicaram e cada um partiu de um ponto de vista diferente. No entanto, as idéias de ambos constituem as bases da chamada Abordagem Clássica da Administração [ANS83].

A divisão do trabalho e definição de cargos e tarefas limitou cada funcionário à execução de uma única operação ou tarefa, procurando, com isso, aumentar a eficiência da mão-de-obra. Dessa forma, o operário perdeu a liberdade e a iniciativa de determinar sua maneira de trabalhar, ficando confinado a execução de tarefas simples e repetitivas. A extrema fragmentação das tarefas em várias outras muito

simples tornou a qualificação do funcionário supérflua, exigindo pouco treinamento. Isso fez com que surgisse um novo perfil de trabalhador, altamente especializado, sem visão do todo e com conhecimento mínimo necessário para desempenhar suas tarefas.

Posteriormente, na década de 30, surgiu a Teoria das Relações Humanas, desenvolvida por Elton Mayo [LOD71]. Esta teoria foi fruto de experiências realizadas na fábrica de Hawthorne na Inglaterra. A Teoria das Relações Humanas pregava a necessidade de se humanizar e democratizar a administração. A psicologia e a sociologia passaram a ser utilizadas na administração. As conclusões da experiência em Hawthorne iam contra os principais postulados da Teoria Clássica da Administração. Um dos pontos onde as teorias divergiam era sobre a divisão de tarefas e especialização do operário. A Teoria das Relações Humanas afirmava que a integração social e satisfação dos operários e funcionários eram fatores muito importantes no nível de produção. A extrema divisão de tarefas e o trabalho repetitivo não proporcionavam satisfação aos trabalhadores. Esta teoria resgatou a idéia do trabalho em equipe e com uma abrangência maior de tarefas a serem executadas em grupo.

No entanto, a Teoria Clássica manteve sua hegemonia até os anos 50 e teorias neoclássicas de administração, posteriores a Relações Humanas, retomavam a idéia da divisão de tarefas e departamentalização, características da Teoria Clássica da Administração [CHI79]. Desta forma, fica caracterizada, através da Escola Clássica de Administração, a divisão ou desintegração do trabalho.

O CIM pode ser definido por um enfoque organizacional. Um trabalho mais aprofundado sobre definição de CIM foi realizado por Boaden, onde foram pesquisadas 34 definições e estas agrupadas em dez categorias [COU88]. A categoria adotada pelo autor foi "uma visão da organização como um todo".

Para Valle, CIM "é um padrão contemporâneo de organização da produção que utiliza os computadores e a automação como ferramentas para a integração de todas as fases do ciclo de fabricação do produto, desde sua concepção até sua comercialização" [VAL91].

2.1.3. Abordagem Tecnológica

Para descrição da abordagem tecnológica, serão definidas as tecnologias de manufatura e informação. Como tecnologia de manufatura será entendida neste trabalho àquela relacionada com o processo de fabricação de um bem ou produto. Desta forma, máquinas com processamento eletrônico de dados, tais como comando numérico, são inseridas dentro da tecnologia de manufatura [CIM89-1].

Segundo Eaton e Smithers, o Departamento de Indústria Americano define a Tecnologia de Informação como sendo "a aquisição, processamento, armazenamento e disseminação de informações vocais, pictóricas, textuais e numéricas, mediante uma combinação baseada na microeletrônica, de computadorização e telecomunicações" [EAT84]. O principal fator tecnológico são os circuitos integrados, sendo hoje, o seu componente básico.

A **Figura 2.3** mostra a evolução dos circuitos integrados quanto a sua quantidade de transistores e capacidade de memória. Estes são fatores importantes que justificam a crescente aplicação de computadores e da microeletrônica nas indústrias de manufatura [CAR92].

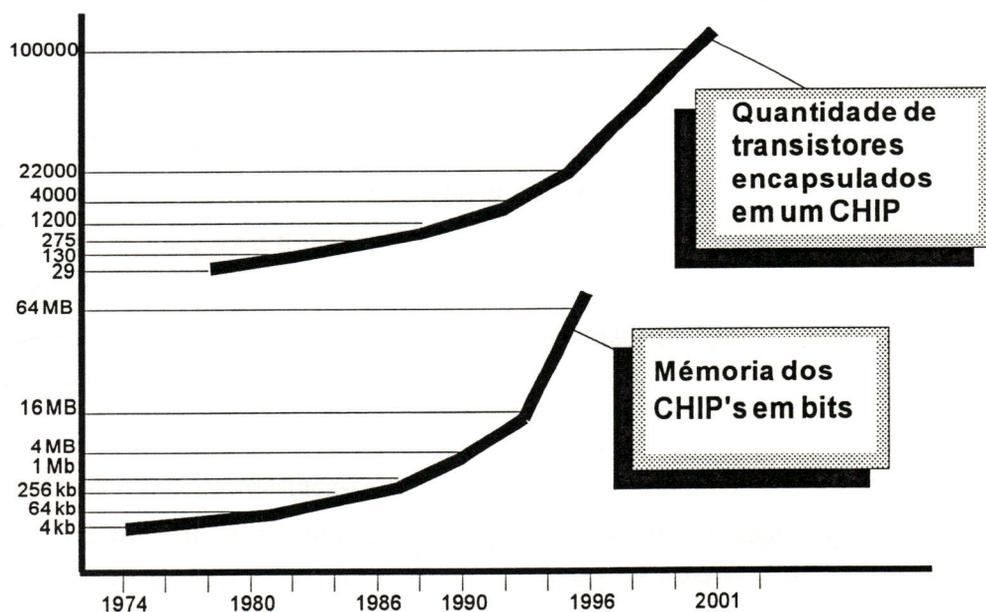


Figura 2.3 - Evolução dos Circuitos Integrados

Holden [HOL91] define como partes da Tecnologia de Informação:

- equipamentos;
- aplicativos;
- linguagens de programação;
- sistemas operacionais;
- sistemas especialistas;
- linguagens de inteligência artificial;
- redes neurais;
- bases de dados e
- redes de comunicação.

Já a informação, pode ser considerada como uma alteração do conhecimento ocorrida por um determinado receptor através do recebimento de um sinal [SÜS91]. Este sinal tanto pode ser formal (textos, palavras), quanto informal (visão). Dentro dos sinais formais estão inseridos os dados. Assim, pode-se definir que através da interpretação de dados são geradas informações, que por sua vez mudam o conhecimento de seu receptor. Logicamente, este receptor será afetado somente se ele possuir um conhecimento prévio para a interpretação dos dados recebidos.

Para que uma informação seja gerada são necessários então dados, emissores e receptores. Os emissores e receptores podem ser tanto pessoas, quanto máquinas, computadores ou não. Para a transmissão dos dados são necessários determinados meios, tais como cabos e equipamentos. Para se determinar o fluxo de informações de uma empresa, torna-se importante conhecer:

- quem são emissores ou receptores;
- quais e que tipos de dados existem na empresa;
- quais os meios para a transmissão de dados;
- onde os dados são armazenados e
- quais informações são afetadas pelos dados, por conseguinte, quais conhecimentos.

Desta maneira, destaca-se a importância de elementos como a base de dados, responsável pela armazenagem de dados; redes de comunicação, que viabilizam a troca de informações e softwares, que são os emissores e receptores de informações.

Finalmente, cabe ressaltar que a sincronização entre o fluxo de informações e de material é fundamental para que o ciclo produtivo de uma empresa seja eficiente, ou seja, produza no tempo, na qualidade e no custo determinado. A informação pode ser encarada como o recurso mais valioso para uma empresa [PET92].

A evolução da tecnologia de manufatura e principalmente de informação, e sua conseqüente aplicação integrada, podem ser interpretados como requisitos fundamentais para a crescente evolução da manufatura integrada por computador [CIM89-1].

Eversheim, chefe do Laboratório de Máquinas Ferramentas da Universidade de Aachen, estabelece o conceito de CIM como "a utilização do processamento de dados eletrônico e o fluxo de informações auxiliado por computador em todos os setores da empresa" [EVE87].

Spur, chefe do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Berlim, definiu em 1983 CIM como a "combinação de Hardware, software, base de dados e sistemas de comunicação com o objetivo de:

- fabricação automática de uma programação da produção variável controlada diretamente por computador;
- uma otimização contínua do controle de fabricação e planejamento;
- um balanceamento direto do fluxo de material e das operações de trabalho assim como
- uma disposição, coordenação e ordenação dinâmica de todos os meios de produção, como, por exemplo, de materiais, ferramentas e máquinas, assim como de meios de transporte, fixação e medição" [SÜS91].

Para Süssenguth, integração significa "fazer algo em um todo" e integração por computador, aquela que é realizada através do uso de tecnologia de informação (Figura 2.4) [SÜS91].

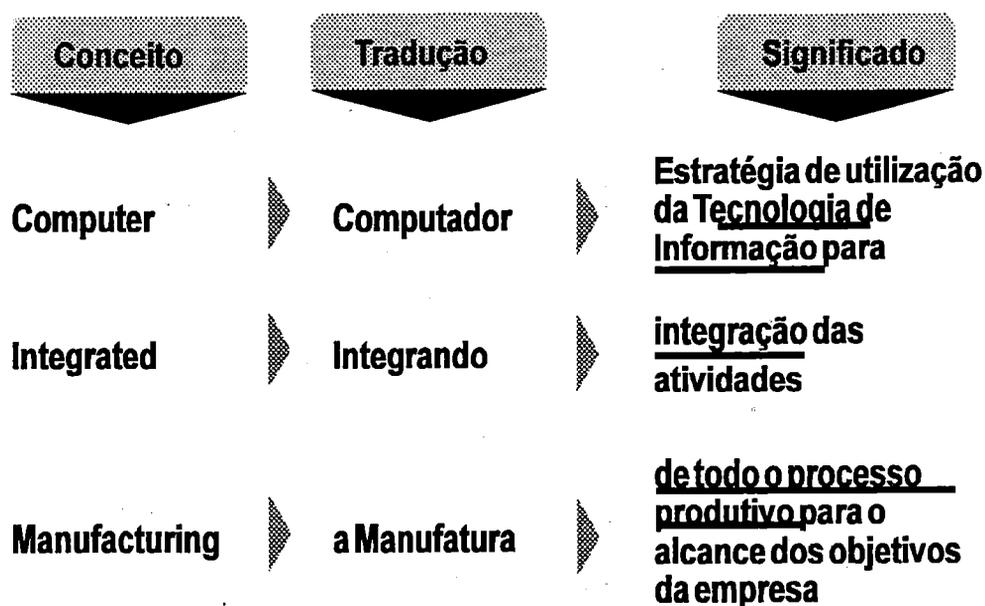


Figura 2.4 - Conceito de CIM segundo Süssenguth [SÜS91]

2.1.4. Abordagem Sistêmica

O conceito de processo sistêmico surgiu com os trabalhos publicados por Wiener sobre cibernética, do termo grego "Kybernetics" que significa timoneiro [COU88]. Para Wiener, a cibernética é a forma como dominar a entropia através da

realimentação, ou seja, a capacidade de ajustamento a um ambiente em constante modificação [LOD71].

Bertalanffy desenvolveu a Teoria dos Sistemas, também conhecida como a teoria da Totalidade, onde elementos não podem ser entendidos pela sua análise localizada, mas sim, pelo papel que desempenha no sistema mais amplo que o contém. Isto implica em uma investigação do todo ao invés das partes [LOD71].

A visão funcionalista da organização, onde esta é composta por um agrupamento de unidades isoladas (departamentos) executando e controlando suas atividades, tem como grande problema, a falta de visão do todo [DIA85]. A maximização dos resultados de cada parte não implica na maximização dos resultados globais. A teoria dos sistemas busca a integração das partes e de suas atividades, visando o cumprimento dos objetivos e metas do todo, a partir da sub-otimização de alguma de suas partes.

Beer aplicou estes conceitos no contexto de sistemas, com base nos conhecimentos adquiridos com a Teoria de Sistemas desenvolvida por Bertalanffy, colocando que:

"A empresa é classificada na categoria dos sistemas probabilísticos excessivamente complexos, pois, apesar de não ter vida, ela é concebida como um organismo vivo desenvolvendo técnicas de sobrevivência num ambiente em constante alteração" [LOD71].

Sistemas podem ser definidos como:

- "um conjunto de partes que se interagem de modo a atingir um determinado fim, de acordo com um plano ou princípio ou
- um conjunto de procedimentos, doutrinas, idéias ou princípios, logicamente ordenados e coesos com intenção de descrever, explicar ou dirigir o funcionamento de um todo" [ENG73].

Existem dois enfoques para sistemas, como mostra a **Figura 2.5**:

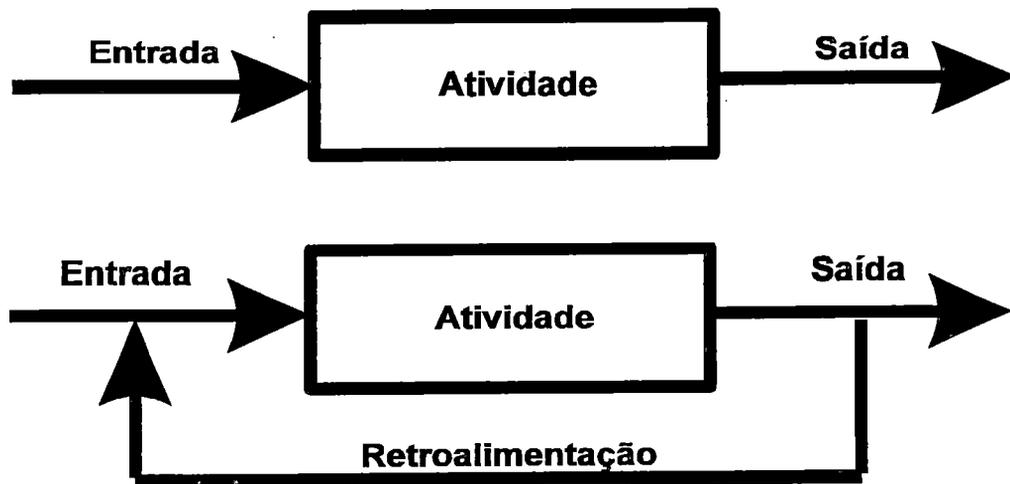


Figura 2.5 - Representações de Sistema [ENG73]

Em um primeiro enfoque, este é encarado como um processo, onde os recursos ou entradas são processados e há um resultado ou saída. No segundo, o sistema possui uma realimentação, tendo como objetivo o controle.

De acordo com Greene, o conceito de sistema se baseia na seguinte definição:

- "Todas as atividades da organização se interrelacionam e;
- os objetivos da organização abrangem um conjunto de conceitos auxiliares que identificam e descrevem a natureza do sistema. Os conceitos mais importantes são: entrada, processamento, saída, realimentação, objetivos e metas" [GRE70].

Já Mélere conceitua sistema como "um conjunto de elementos que estão dinamicamente relacionados entre si, formando uma atividade para atingir um objetivo, operando sobre entradas (informações, energia ou matéria) e fornecendo saídas (informações, energia ou matéria) processadas [MÉL73]. Em um sistema tem-se:

- um conjunto de elementos (partes ou órgãos do sistema);
- que estão dinamicamente relacionados em uma rede de comunicações (em decorrência da interação dos elementos);
- formando uma atividade (que é a operação ou processamento do sistema)
- para atingir um objetivo ou propósito (finalidade do sistema);
- operando sobre informações/matéria/energia (que são os insumos ou entradas de recursos para o sistema operar);

- para fornecer informações/energia/matéria (que são as saídas do sistema)" [MÉL73].

A interpretação da manufatura como um sistema significa considerar uma interligação e interdependência entre as partes componentes da empresa (subsistemas), visando a entrega de um produto [POR90].

A Figura 2.6 mostra uma representação da manufatura segundo o enfoque sistêmico, baseado nos conceitos de entrada, processamento, saída e realimentação, segundo Greene, citado por Couto [COU88].

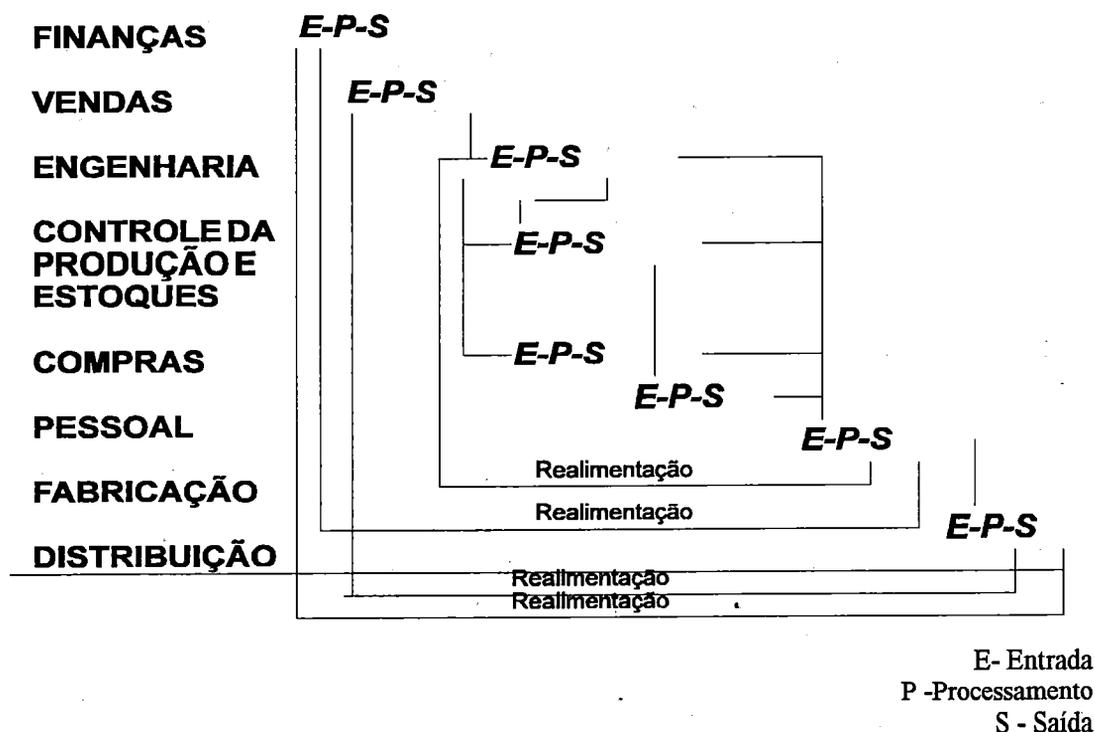


Figura 2.6 - A Manufatura como Sistema [COU88]

Com isto pode-se caracterizar uma empresa de manufatura como um sistema, a qual são aplicáveis os conceitos do enfoque sistêmico, ou seja, a utilização de todas as técnicas e métodos de análise e projeto de sistemas.

Para o "International Institution for Production Engineering Research - CIRP", através de Merchant, ex-chefe do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Cincinnati, citado por Agostinho, com o CIM "a automação flexível da manufatura pode ser obtida pela aplicação dos software na automação do sistema de manufatura completo - em um sistema que se inicia com o modelamento geométrico e projeto do produto e envolve todos os estágios da produção" [AGO90].

Scheer, chefe do "Institut für Wirtschaftsinformatik - IWi" da Universidade de Saarbrücken, define CIM como o fluxo conjunto de dados administrativos e técnicos, existindo a integração de dados e funções [SCH93].

2.1.5. Abordagem Mercadológica

Uma crítica às definições existentes, principalmente por parte das empresas fornecedoras de softwares, é a de que finalmente encontrou-se uma palavra sobre a qual todos os seus softwares podem ser aplicados conjuntamente. A implantação de softwares, principalmente de forma integrada, exige da empresa fornecedora muito mais conhecimento do que apenas vender um software, e da empresa usuária, uma despesa agregada de treinamento, organização, racionalização, que, invariavelmente, não é oferecida pelo fornecedor da solução [HOL88, SCH92].

Análise semelhante é realizada por Hellwig & Hellwig, onde é colocado que empresas fornecedoras, com conceito ainda não fundamentados ou consolidados, já propõem soluções completas de integração, baseadas em softwares isolados que estas comercializam. Tais empresas colocam o CIM como um conceito estratégico e de longo prazo, interessante para que novos softwares sejam comprados por parte das empresas [SCH92].

2.2. Componentes do CIM

Como descrito anteriormente, alguns conceitos adotados de CIM o definem como uma soma de algumas tecnologias auxiliadas por computador. Tecnologias auxiliadas por computador são entendidas como funções administrativas ou técnicas do ambiente de uma empresa de manufatura, para as quais foram desenvolvidos softwares que as assistem e suportam [SCH93]. Estes softwares são entendidos como componentes de CIM.

Há na literatura uma ampla e numerosa lista de softwares que podem ser considerados como componentes do CIM. Não há nenhuma norma aceita quanto à nomenclatura dos componentes de CIM, sendo que siglas diferentes podem se relacionar aos mesmos aspectos tecnológicos. A seguir, são descritos os componentes de CIM adotados neste trabalho e uma descrição resumida para o seu entendimento.

Para desenvolvimento do trabalho foi adotada uma classificação e descrição próprias, adaptada e baseada na obra de Steinhilper [STE89]. A principal classificação dos componentes é a sua divisão em aplicativos (que são direcionados a determinadas funções de um departamento da empresa) e infraestrutura de integração (que presta

serviços comuns aos componentes aplicativos). Os principais componentes aplicativos de CIM e suas definições são relacionados a seguir, sendo que suas abreviaturas derivam da língua inglesa:

- ❑ CAD - Do termo "Computer Aided Design" ou "Computer Aided Drafting". No primeiro caso, seu significado é todo projeto auxiliado por computador, enquanto na segunda definição é entendido como desenho auxiliado por computador. O CAD pode ser definido como todo o processo auxiliado por computador de concepção física e desenvolvimento de um projeto de produto assistido por sistemas bidimensionais ou tridimensionais de elaboração dos desenhos, bem como de funções complementares: definição da lista de peças, parametrização de desenhos, entre outros.
- ❑ CAE - Do termo "Computer Aided Engineering", pode ser definido como o sistema auxiliado por computador dedicado ao apoio nas atividades de concepção, projeto e engenharia. Ele permite a avaliação e otimização do projeto de um produto através de determinadas funções tais como simulação, cálculos de resistência, vibração, com base no modelo desenvolvido em sistemas CAD, ou no próprio CAE.
- ❑ PPC - Do termo "Production Planning and Control", é conhecido como a função e planejamento e controle da produção (PCP). O termo a ser adotado é PCP. Ela é responsável pela administração de materiais e programação e controle das atividades de produção, em função da capacidade, prazos e quantidades disponíveis.
- ❑ CAPP ou CAP - Do termo "Computer Aided Process Planning". ou "Computer Aided Planning". O termo CAP é mais utilizado na literatura alemã, e o CAPP na literatura inglesa. Neste trabalho será adotado o termo CAPP. Significa o planejamento do processo auxiliado por computador, ou seja, a função de elaboração de folhas de processo, montagem e inspeção. Para os autores alemães a programação de máquinas comando numérico é função do CAPP.
- ❑ CAM - Do termo "Computer Aided Manufacturing". Na literatura de língua inglesa significa, basicamente, a programação de máquinas comando numérico ou de outros componentes do chão de fábrica (robôs, controladores lógico programáveis - CLP, etc.). Pode ser definido como a função de controle e de execução das atividades de fabricação.
- ❑ CAQ ou CAQC ou CAQA - Do termo "Computer Aided Quality" ou "Computer Aided Quality Control" ou "Computer Aided Quality Assurance", respectivamente a qualidade, o controle da qualidade e a garantia da qualidade auxiliadas por

computador. O termo adotado é CAQ. São os sistemas responsáveis pelo gerenciamento, planejamento, controle ou garantia da qualidade dos produtos fabricados. Um exemplo são os sistemas de Controle Estatístico de Processo.

A "Ausschuss für Wirtschaftliche Fertigung - AWF", uma Associação de Normalização Alemã para Fabricação propõe os componentes que devem ser relacionados ao CIM. Em sua proposta, a AWF relaciona os componentes de CAD/CAM dividido em CAD, CAP, CAM e CAQ e PCP (Figura 2.7). Esta figura é útil para representar o CIM como uma associação de tecnologias. Contudo, esta representação é muito genérica, não detalhando como estas tecnologias se interrelacionam e são integradas.

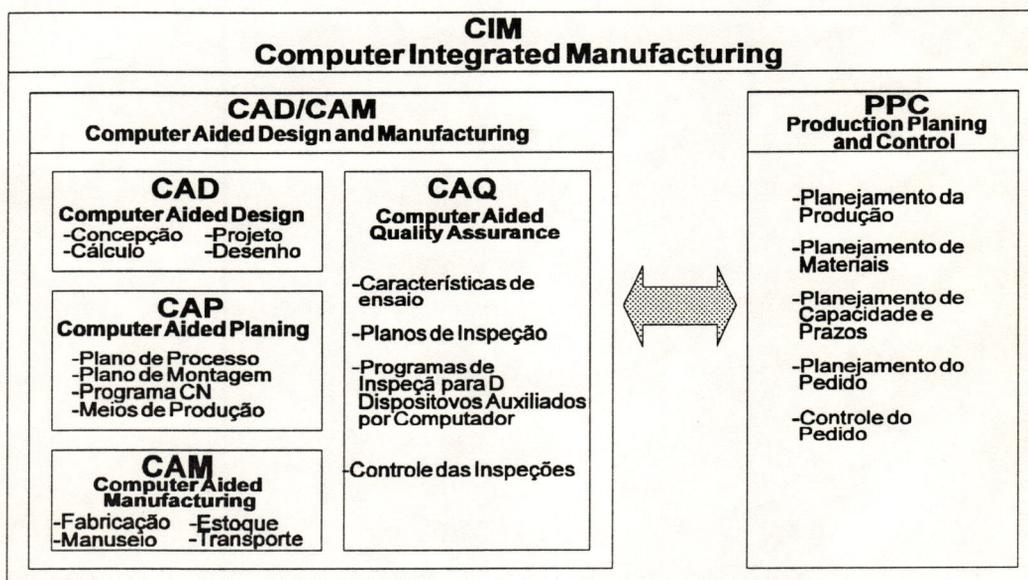


Figura 2.7 - Modelo AWF [SÜS91]

Já os componentes de infraestrutura de integração são:

- sistema gerenciadores de base de dados, responsável pelo armazenamento e gerenciamento de dados;
 - redes de comunicação, responsáveis pela comunicação dentro do fluxo de informações. Podem ser destacados as redes de comunicação e seus protocolos;
 - interfaces, responsáveis pela viabilização da troca de informações entre softwares.
- Neste sentido existem diversos trabalhos de normalização destas interfaces [CIM88] e

- Metabase de Dados ou repositório, que é um conceito, onde todas as informações sobre as informações de uma empresa são registradas em uma base de dados. Este registro contém quais funções usam quais informações e qual a situação, localização e formato destas informações [HSU90, IBM90, ROZ89].

2.3. Modelos de Representação

A diversidade de componentes e respectivas siglas, apresentada anteriormente, incorre em um sério problema de comunicação e entendimento do que é compreendido como o CIM. Uma forma encontrada para esclarecimento é a representação dos componentes em um modelo, definido neste trabalho como sendo um **modelo de representação**.

Um modelo de representação visa, portanto, representar o que uma empresa, centro de pesquisa, associação ou qualquer instituição relacionada com o CIM adota como seu conceito em forma figurada, servindo como um meio de divulgação externa e interna. Neste modelo podem ser representadas as tecnologias, funções, áreas, softwares implantados, ou seja, tudo aquilo que a instituição considera necessária para figurar seu conceito.

Para exemplificação serão mostrados a seguir uma série de modelos de representação, descrevendo-se quais os componentes relacionados e como estes são integrados. Foram selecionados três exemplos das seguintes categorias:

- empresas fornecedoras de software;
- empresas usuárias de software e
- centros de pesquisa.

2.3.1. Empresas Fornecedoras de Software

O modelo apresentado pela Siemens, empresa alemã fornecedora de software, (**Figura 2.8**) possui os componentes de CAE, dividido em CAD e CAP, CAQ, CAM, PCP e Planejamento das Necessidades de Material - PNM e Planejamento da Produção. Entre estes são descritas as informações básicas que são trocadas. Neste modelo é representado também o fluxo de materiais.

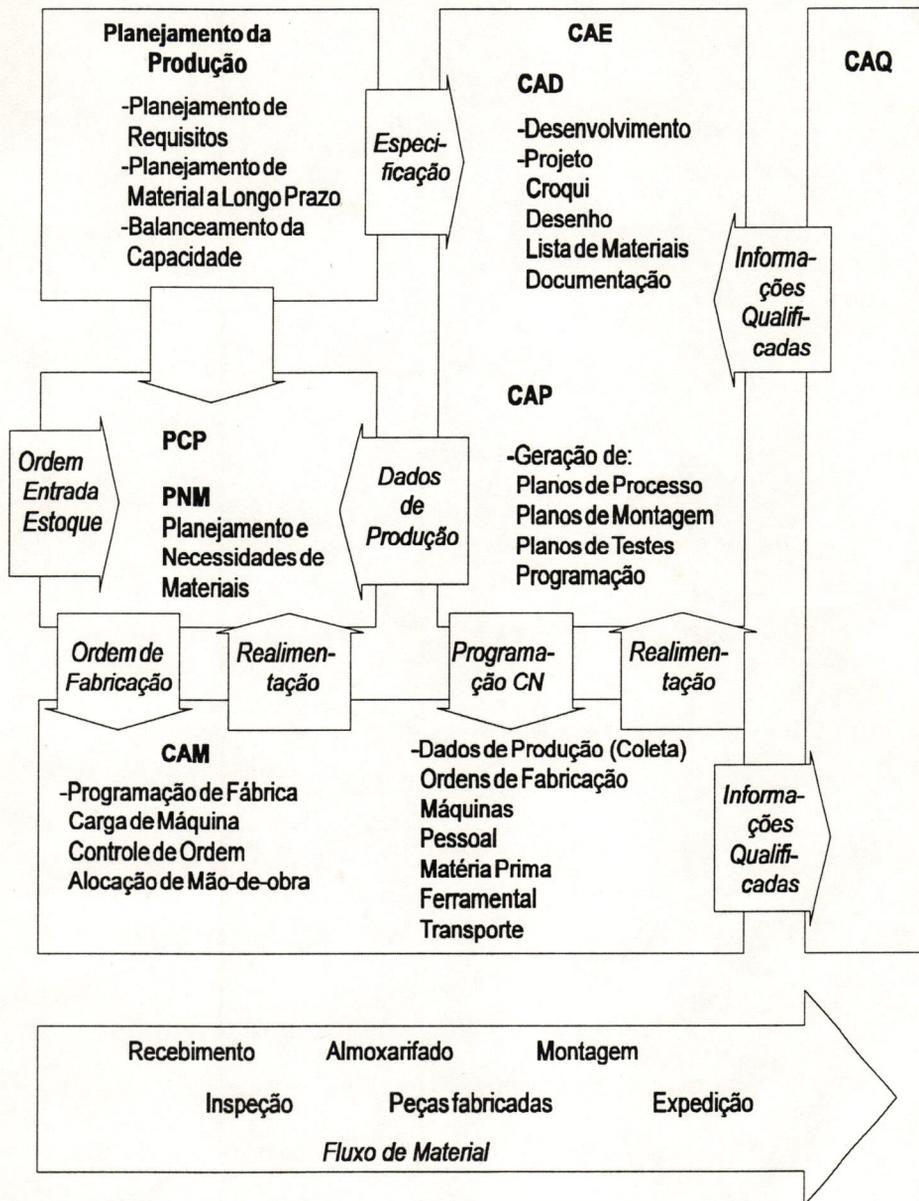


Figura 2.8 - Modelo Siemens [REM90]

No modelo da Hewlett-Packard - HP, empresa americana fornecedora de software, (Figura 2.9) existe uma divisão em quatro áreas principais:

- Administração e Automação do Escritório,
- CAE,
- Automação da Fabricação e da Empresa e
- Sistemas de Planejamento e Controle da Empresa.

Característica deste modelo é a inclusão da área de automação do escritório. Dentro de cada uma das quatro áreas são especificados seus demais setores. Neste

modelo estão relacionados somente seus componentes e elementos, sem demonstrar-se uma lógica de integração.

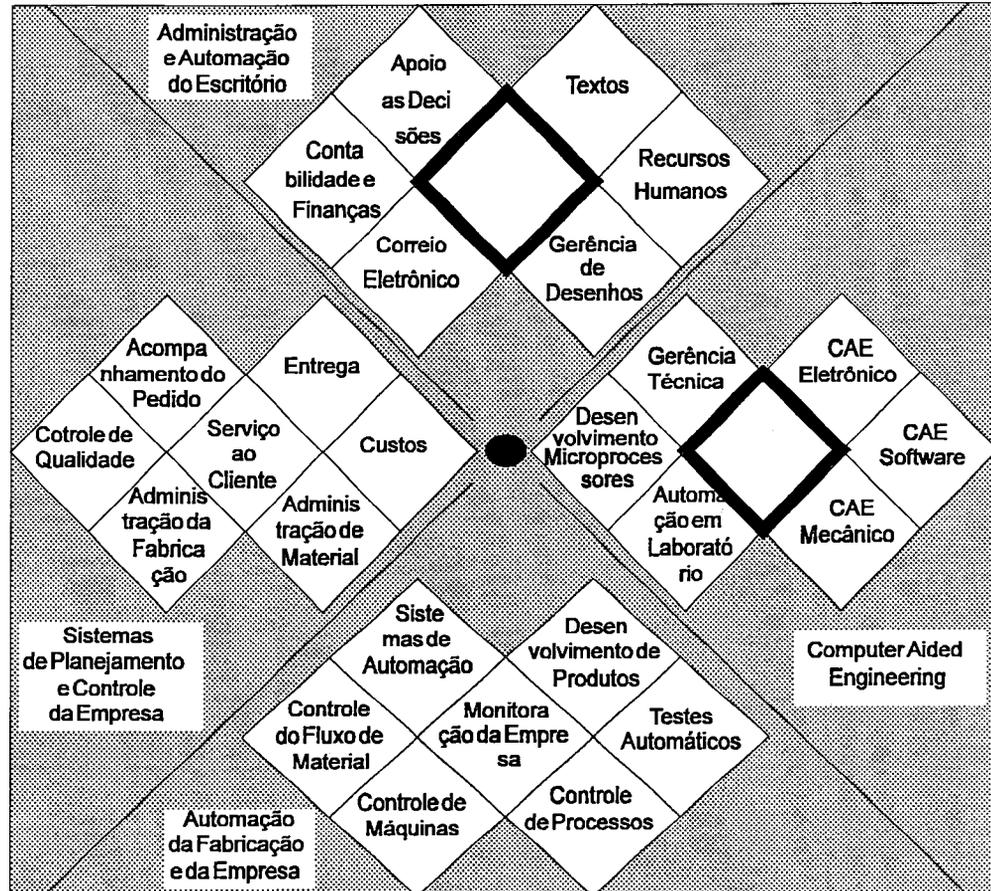


Figura 2.9 - Modelo HP [HEL86]

O modelo da "International Business Machine - IBM", empresa americana fornecedora de software, (Figura 2.10) não especifica componentes, mas representa a sua filosofia de integração, tendo como núcleo os:

- dados;
- comunicação e
- forma de apresentação dos dados.

Em um segundo nível o modelo apresenta um conceito de apoio de determinadas funções e por fim, em um terceiro nível, a divisão funcional da empresa [IBM90].

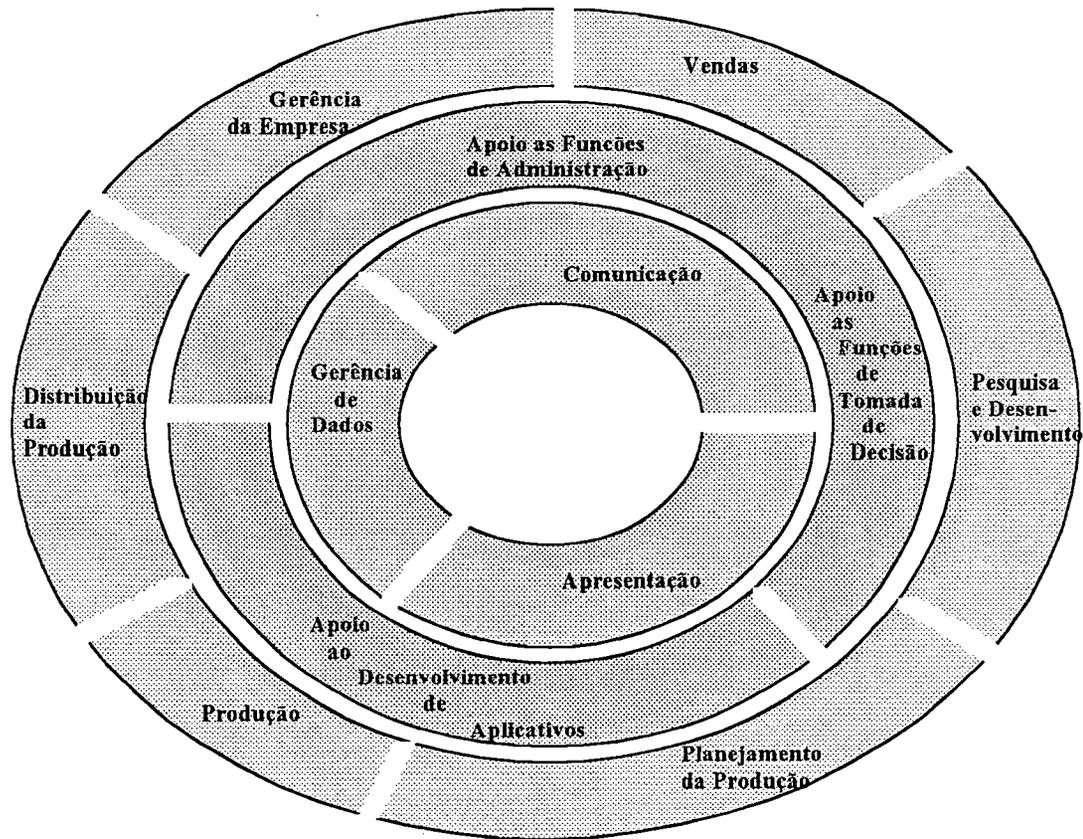


Figura 2.10 - Modelo IBM [IBM90]

2.3.2. Empresas Usuárias de Software

O modelo da "General Eletric - GE" (Figura 2.11), empresa americana de produção, possui cinco áreas básicas:

- CAE;
- Gerência de Dados e Comunicação Central;
- CAM (Montagem e Controle);
- Sistema de Estoque e Transporte Inteligentes;
- CAM (Fabricação e Controle) e
- Sistema para o Planejamento Operacional e Execução.

Para cada área são representados seus componentes e elementos. É feita também uma diferenciação entre fluxo de dados e materiais. Redes externas, Mercado, Compras e Expedição fazem o contato externo da empresa.

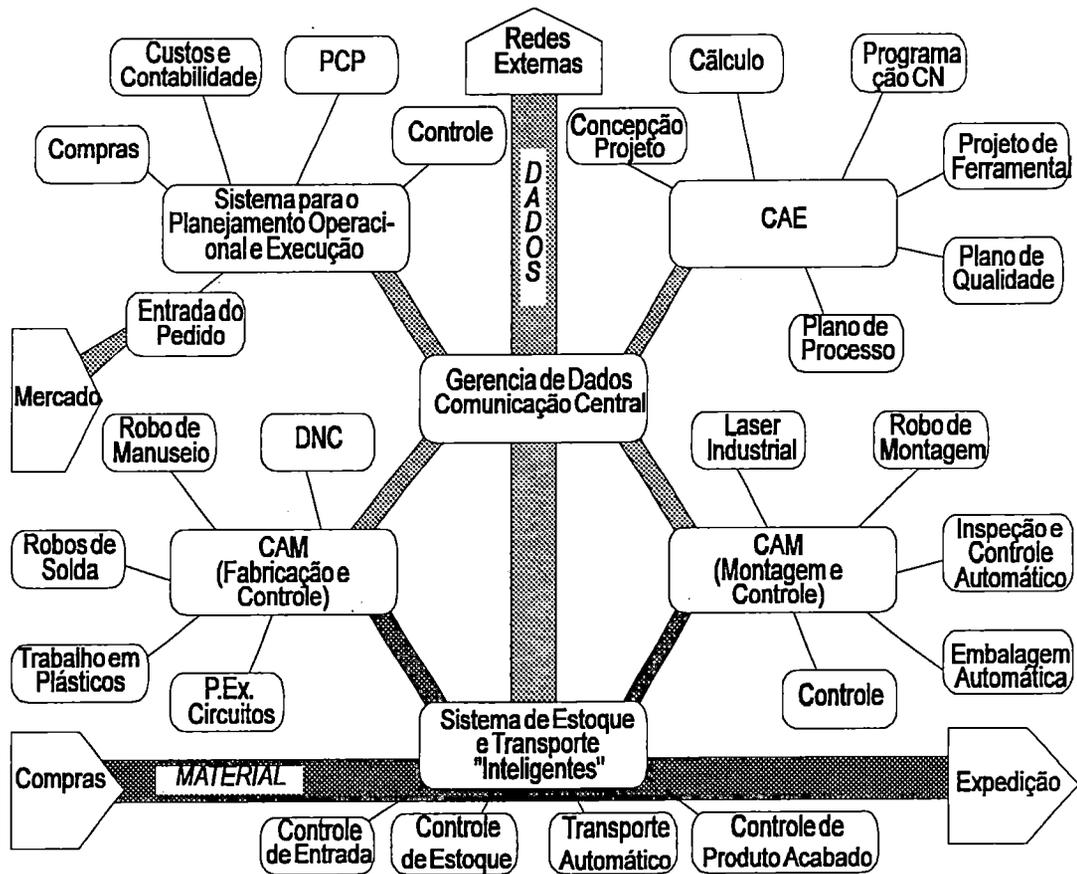


Figura 2.11 - Modelo GE [HEL86]

O modelo da "National Cash Register - NCR", empresa americana de produção, divide a empresa em cinco níveis (Figura 2.12):

- Empresa;
- Departamento;
- Fabricação;
- Células de Fabricação e
- Máquinas.

São componentes deste modelo:

- "Computer Aided Administration - CAA",
- PCP,
- CAE dividido em CAD e CAP,
- CAQ e
- CAM com "Shop Floor Control - SFC" (Controle do Chão de Fábrica).

Neste modelo é colocado o conceito de CAA, ou seja, a execução das funções de administração auxiliadas por computador. Além disso, caracteriza-se como é realizada a comunicação entre os diferentes softwares, ou seja, quais as redes e protocolos utilizados.

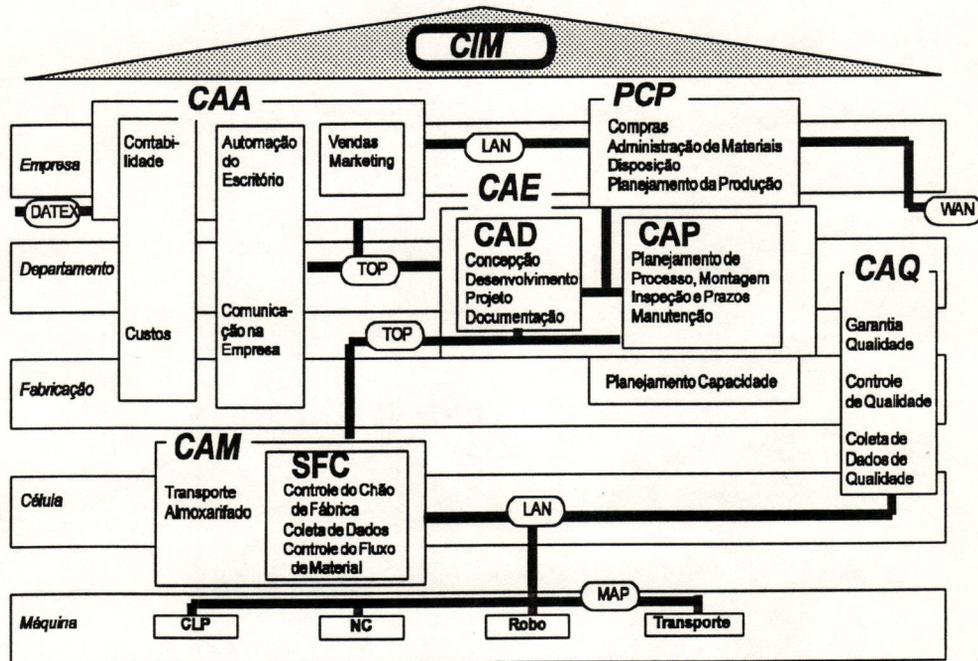


Figura 2.12 - Modelo NCR [NCR86]

No modelo da "Bayerische Motor Werk - BMW", empresa automobilística alemã, (Figura 2.13) não são citados os componentes, mas sim, a divisão das áreas da empresa e a integração prevista entre elas.

A característica principal deste modelo de representação é a existência de uma base de dados central [SHA87]. São especificados dois fluxos, referentes aos materiais e ao pedido.

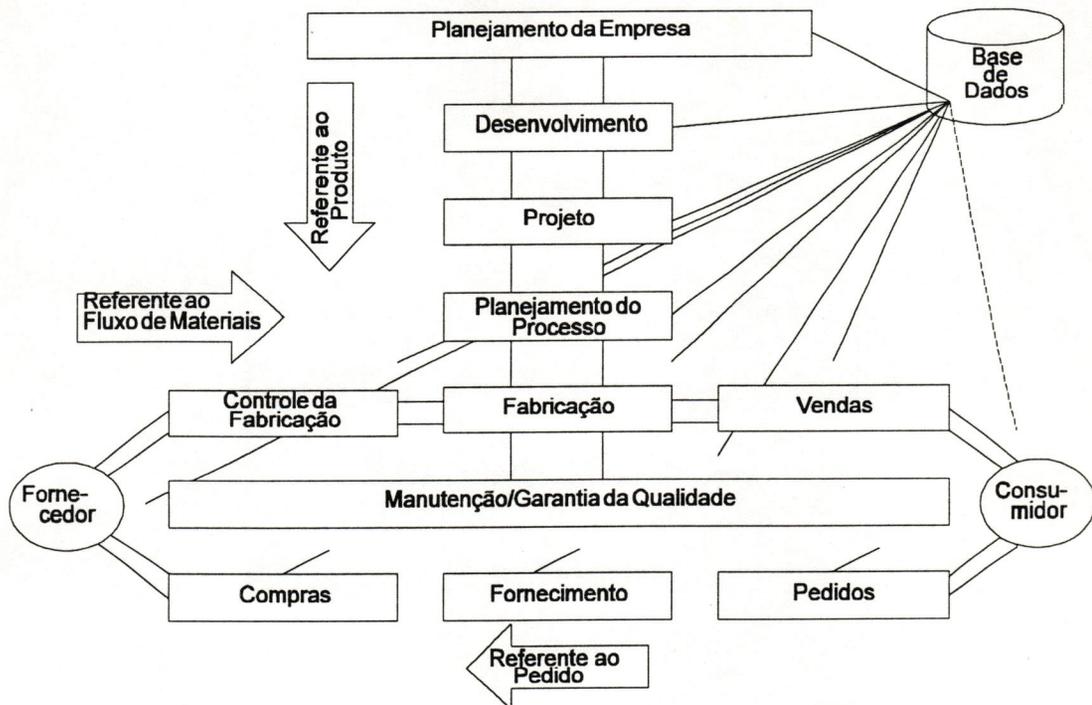


Figura 2.13 - Modelo BMW [SHA87]

2.3.3. Centros de Pesquisa

Este modelo, representado na **Figura 2.14**, foi proposto pelo Prof. Dr. Scheer na Alemanha e encontra hoje uma grande divulgação dentro e fora de seu país. O Prof. Dr. Scheer é coordenador do projeto CIM da Universidade de Saarbrücken e é dono de uma empresa desenvolvedora de software.

Como pode ser observado, possui como componentes o

- CAE,
- CAD,
- CAP,
- CAM,
- CAQ e
- PCP.

No planejamento a integração é realizada através das folhas de processo, lista de peças e meios de produção. Já no controle esta integração se realiza diretamente [SCH90].

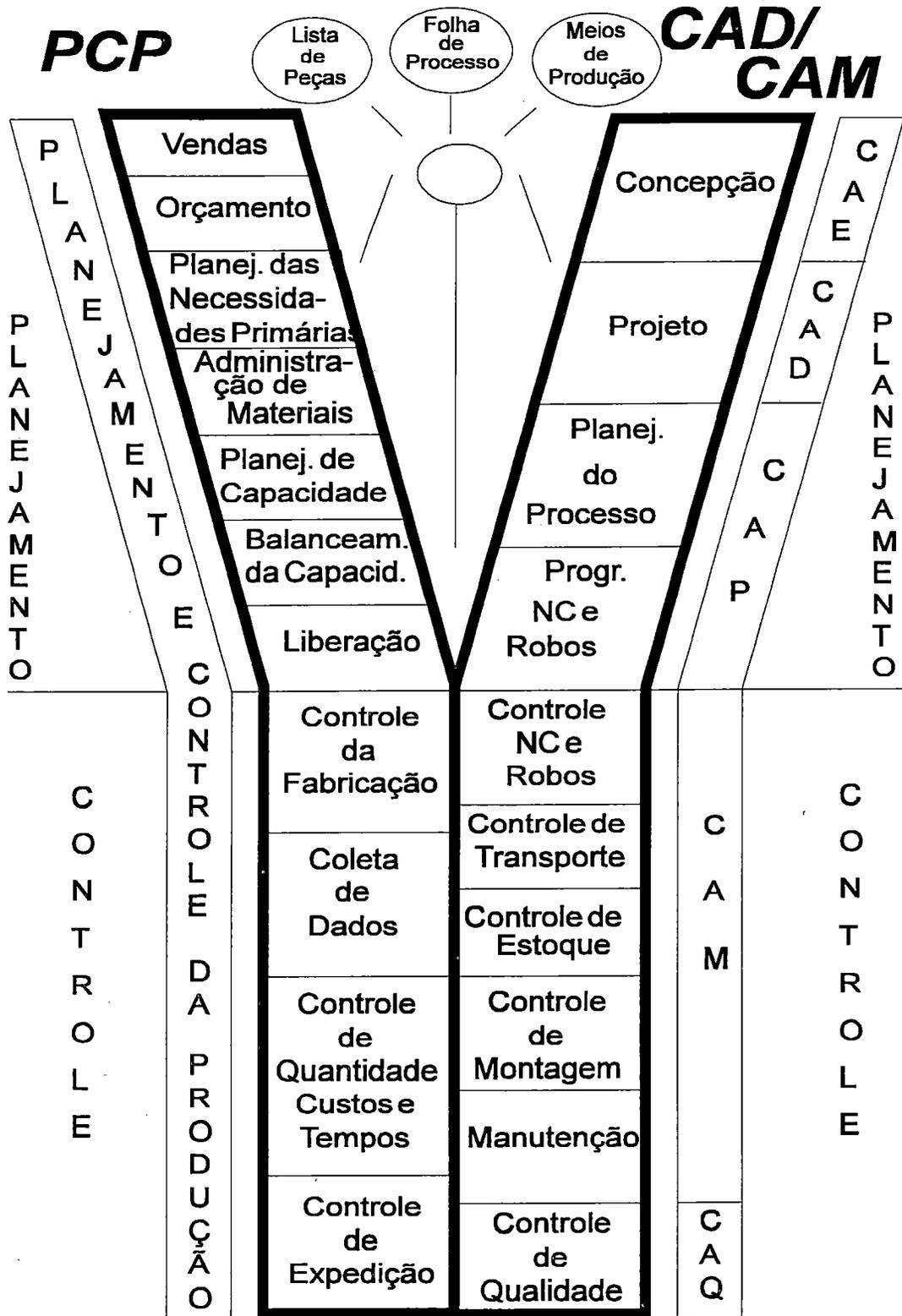


Figura 2.14 - Modelo em Y [SCH90]

A USP de São Carlos realiza trabalhos na área de CIM desde 1987, através da construção de um laboratório de CAD/CAM [LIR89]. Seu modelo, apresentado na **Figura 2.15**, apresenta os componentes de:

- CAD/CAE,
- PCP,
- CAPP,
- CAQ e
- CAM [ROZ89].

São especificados os elementos de troca entre os componentes com base em funções.

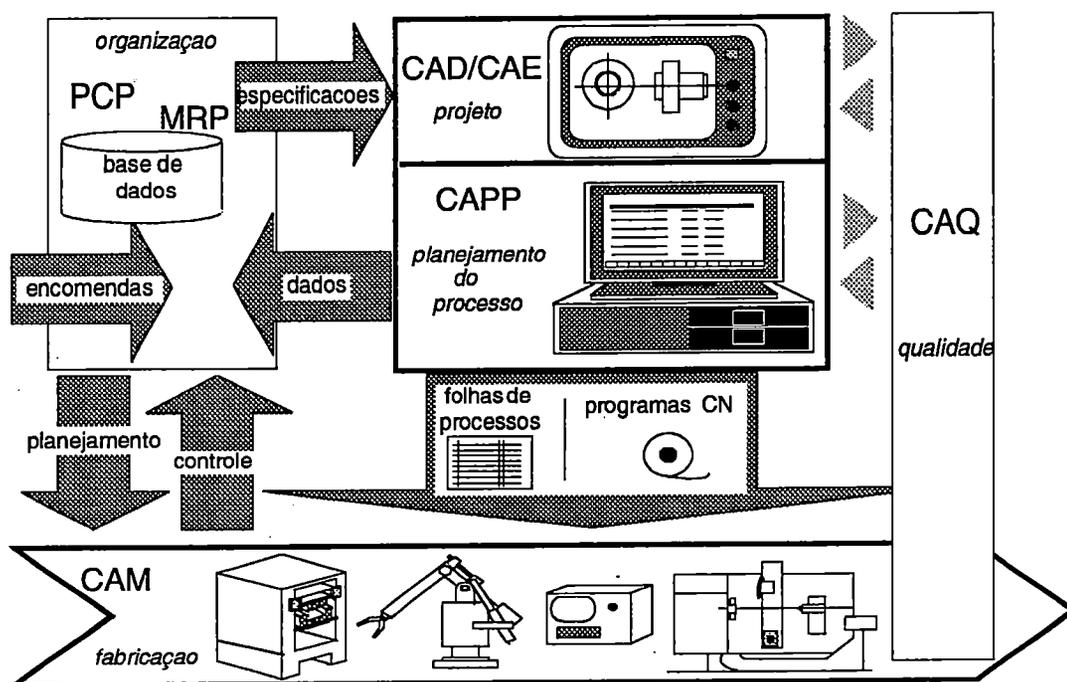


Figura 2.15 - Modelo da USP de São Carlos [ROZ89] -

O modelo do Centro Tecnológica para Informática de Campinas apresenta como característica a idéia de uma base de dados central, fazendo as funções relacionarem-se com dois fluxos (**Figura 2.16**). Um fluxo é relacionado com o cliente e o outro com o produto. O elemento de junção dos fluxos é a manufatura [VAL91].

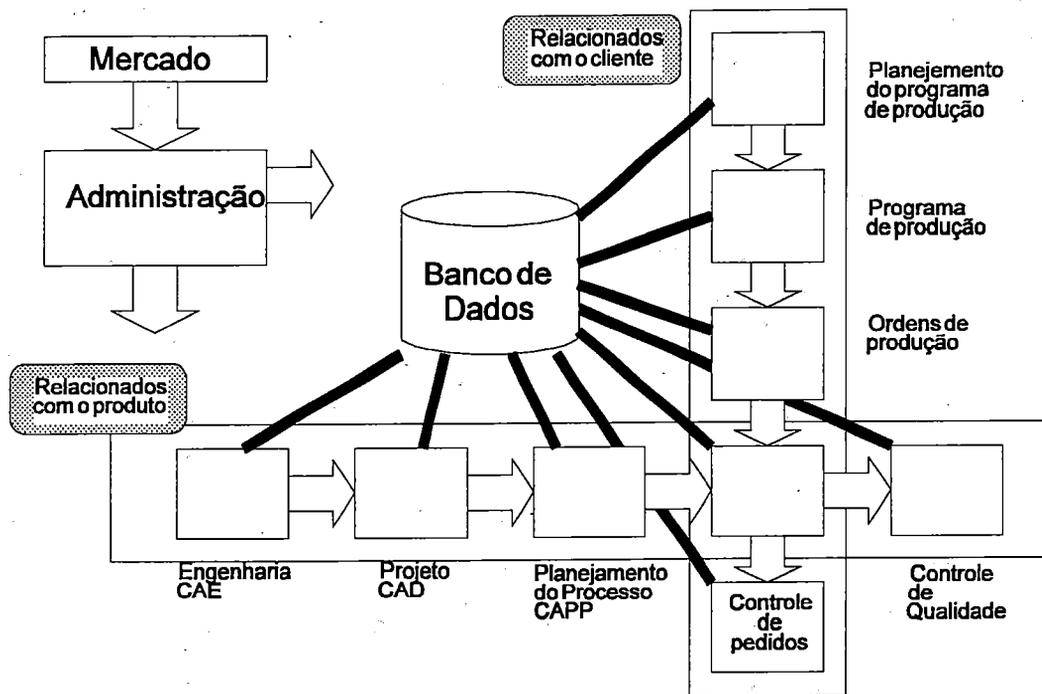


Figura 2.16 - Modelo do CTI de Campinas [VAL91]

2.4. Planejamento e Implantação

Nesta parte da revisão bibliográfica é realizado um estudo dos aspectos relacionados com o planejamento e implantação do CIM. De maneira geral, o planejamento e implantação do CIM visa desenvolver ou adquirir componentes CIM e implementá-los para atingir determinados objetivos de negócio da empresa, garantindo sempre a sua integração. Aspectos como:

- grande variedade de componentes CIM no mercado;
- diferentes tecnologias de processamento de informações;
- custo envolvido nos componentes CIM;
- dinâmica dos negócios;
- rápida evolução tecnológica;
- a complexidade dos sistemas de manufatura;

entre outros tornam o planejamento e implantação do CIM uma atividade extremamente complexa e importante para as empresas.

Foram identificados na bibliografia diversos itens que visam executar ou apoiar o processo de planejamento e implantação do CIM. Todavia estes estavam descritos de forma não estruturada. Para uma apresentação sistemática de

planejamento e implantação foi estabelecida a seguinte divisão, segundo os itens considerados mais significativos, e que são descritos em seguida:

- metodologias de planejamento e implantação, que definem quais, como e quando os componentes CIM são implantados na empresa e
- arquiteturas de integração, que definem uma estrutura para garantia da integração contínua dos componentes CIM, tanto em seu desenvolvimento como em sua aquisição até sua implantação;
- modelos de empresa, que são essenciais para fazer a ligação entre a estrutura definida na arquitetura de integração e a operacionalização definida nas metodologias de planejamento e implantação.

2.4.1. Metodologias de Planejamento e Implantação

O conceito de CIM, como caracterizado anteriormente, tem um aspecto estratégico relevante dentro de uma empresa. Sua adoção, por parte de uma indústria de manufatura, exige uma justificativa clara e fundamentada, já que esta incorre em profundas alterações em todos os níveis da empresa. Contudo, muitos dos ganhos com a integração são caracterizados pelo seu efeito de longo prazo e de difícil mensuração.

Muitas das justificativas apresentadas por empresas para a implantação do CIM, baseiam-se em um caráter subjetivo, ou seja, não quantificados, tomando-se como aspecto principal seu fator de incremento tecnológico e, conseqüentemente, de aumento de competitividade.

Para Taraman, citado em Goldstein, :

"Se quisermos (Brasil) entrar no mercado mundial, a absorção de tecnologia é o mais importante. Nos países recentemente industrializados como o Brasil, Taiwan e Coréia do Sul, para conseguirem conquistar mercados e se manter nos mercados já conquistados, têm que se adaptar às novas tecnologias". [GOL89]

Goldstein exemplifica:

"Então o presidente de nossa empresa falou com a diretoria e pediu 17 milhões de dólares para fazer uma instalação CIM. A única justificativa que ele conseguiu dar para a diretoria foi a de que se não fizermos isso nós saímos do ramo". [GOL89]

Em um relato de nove empresários do setor metal-mecânico que realizaram a implantação de CIM em suas empresas, a principal justificativa apresentada é o temor que a concorrência o fizesse antes, aumentando sua competitividade. O diretor de produção da empresa de motores diesel Lister - Petter da Inglaterra, comenta que se não tivessem investido em CIM, talvez não estivessem mais no mercado. [IBM87]

A implantação do CIM em uma empresa caracteriza-se por ser uma atividade não imediata, ou seja, há a necessidade de que sua concretização, através da implantação e integração de seus componentes, seja feita ao longo de um determinado período [SCH90, EVE90]. Para que isso seja efetuado de maneira adequada, faz-se necessária a realização de um planejamento.

Süssenguth apresenta em seu trabalho dois caminhos distintos por onde pode-se chegar ao CIM (Figura 2.17) [SÜS91]. No caminho representado em 1, é proposta primeiramente a definição por parte da empresa de uma conceituação e visão do CIM. Em seguida é elaborado um modelo que represente a empresa, pelo qual possa se verificar as possibilidades e conseqüências da integração. Esta maneira de integração tem a característica de fornecer uma visão global da empresa e evitar a problemática das interfaces entre os componentes do CIM. Seu problema é tornar-se um plano pouco detalhado quanto à implantação de seus componentes.

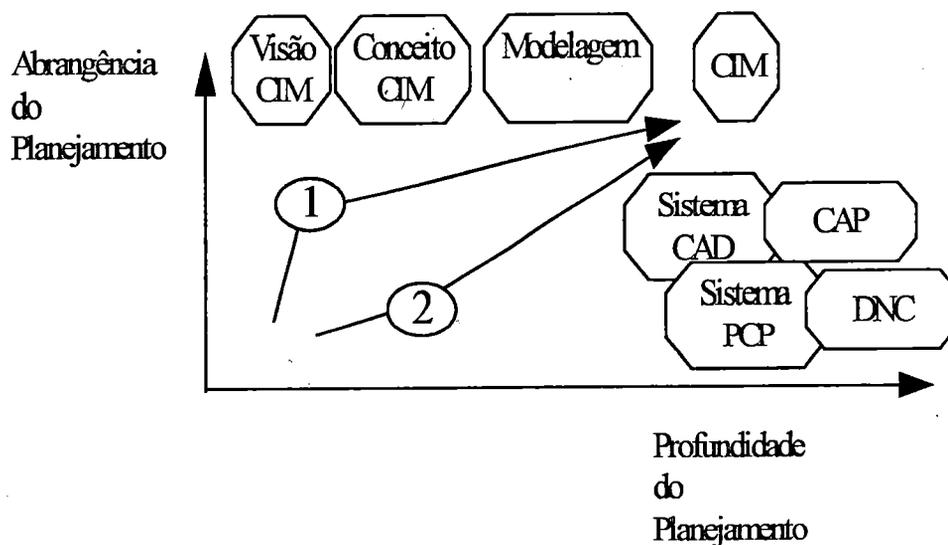


Figura 2.17 - "Caminhos para o CIM" [SÜS91]

A Figura 2.18 demonstra os problemas das duas abordagens descritas. A estratégia mais eficaz para a adoção por parte de uma empresa do conceito de CIM é seu planejamento de cima para baixo ("top down") e sua implantação de baixo para

cima ("bottom up), para se evitar a formação de ilhas de integração ou que se fique apenas a nível de proposição [IBM87, SCH90, ROZ92].

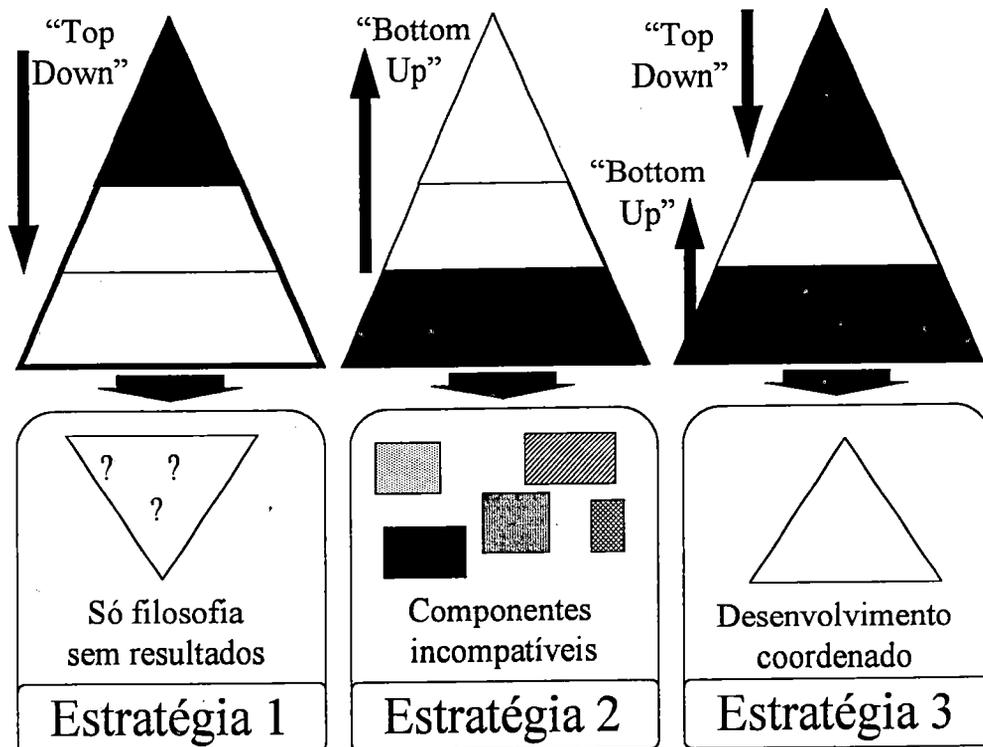


Figura 2.18 - "As Diferentes Estratégias de Integração" [ROZ92]

Diversos trabalhos tem se direcionado para a definição de uma metodologia de planejamento de CIM e da elaboração de ferramentas que auxiliem na sua implantação.

A seguir são descritas e analisadas algumas metodologias.

2.4.1.1. Binner e Zahlten

Binner e Zahlten propõe uma metodologia para a integração baseada no desenvolvimento de um modelo da situação atual da empresa e numa situação desejada, a qual será atingida com a implantação de componentes CIM. Estes dois modelos são divididos em um total de doze etapas, como mostrado nas Figuras 2.19 e 2.20 [BIN90-1, BIN90-2, BIN90-3, BIN90-4].

Para o desenvolvimento do modelo atual da empresa, a primeira etapa proposta é a realização de uma análise dos produtos da empresa, identificando-se uma

linha, família ou grupo a qual será aplicada toda a metodologia. Esta escolha reduz a complexidade de integração de toda as áreas da fábrica, reduzindo o número de funções e de informações envolvidas. Ao invés de criar ilhas de integração que envolvam mais de um conjunto de produtos, é proposto aqui, o desenvolvimento da integração completa para uma linha de produtos.

As etapas 2 e 3 são referentes aos processos da empresa e 5 e 6 à sua organização, enquanto que a 4 refere-se ao ambiente externo à empresa. A segunda etapa realiza uma análise macro das funções da empresa em função do tempo que estas necessitam para o seu desenvolvimento. Com a análise macro encerrada, é feito então seu detalhamento em um terceiro passo, igualmente em função do tempo. A descrição das condições de contorno com referência ao produto é feita em uma quarta etapa. Na quinta etapa de elaboração da situação atual da empresa, é determinada a organização das atividades por produto e os seus responsáveis. Finalmente, a organização atual é representada para o produto escolhido.

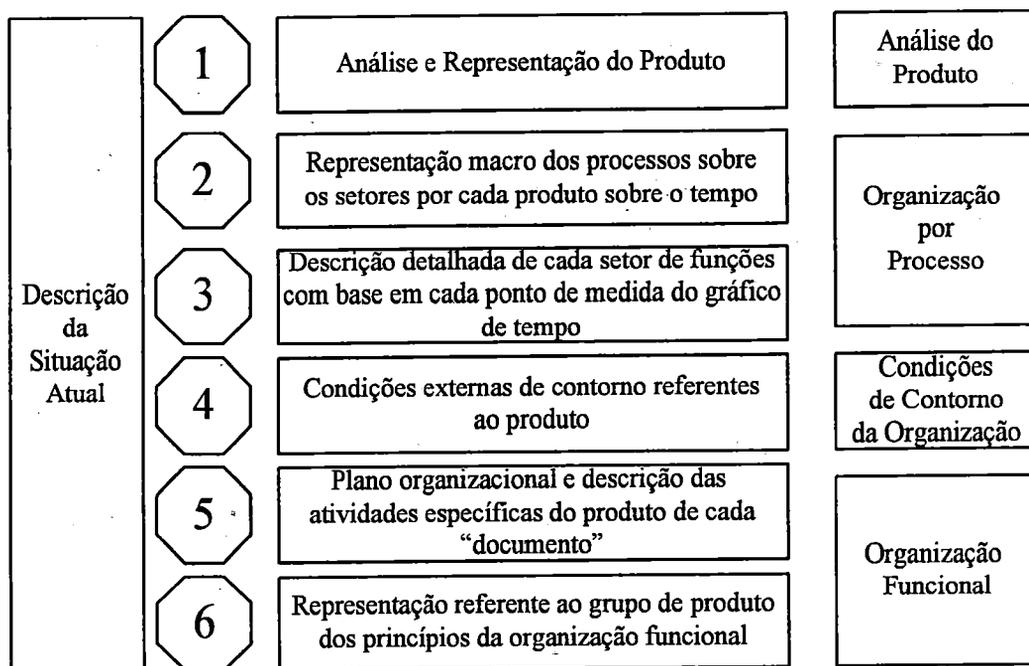


Figura 2.19 - Passos 1 a 6, Descrição da Situação Atual [BIN90-1]

A primeira etapa para elaboração da situação desejada, é a descrição das funções a serem executadas, para caracterizar o seu fluxo. Em uma segunda fase, é formulado qual o melhor fluxo específico ao produto escolhido, em função das suas condições externas (mercado e tecnologia). Na nona etapa, é formulada qual a melhor

organização ao produto através da ordenação dos responsáveis por cada função. Desenvolve-se então alternativas otimizadas de organização, em uma décima etapa.

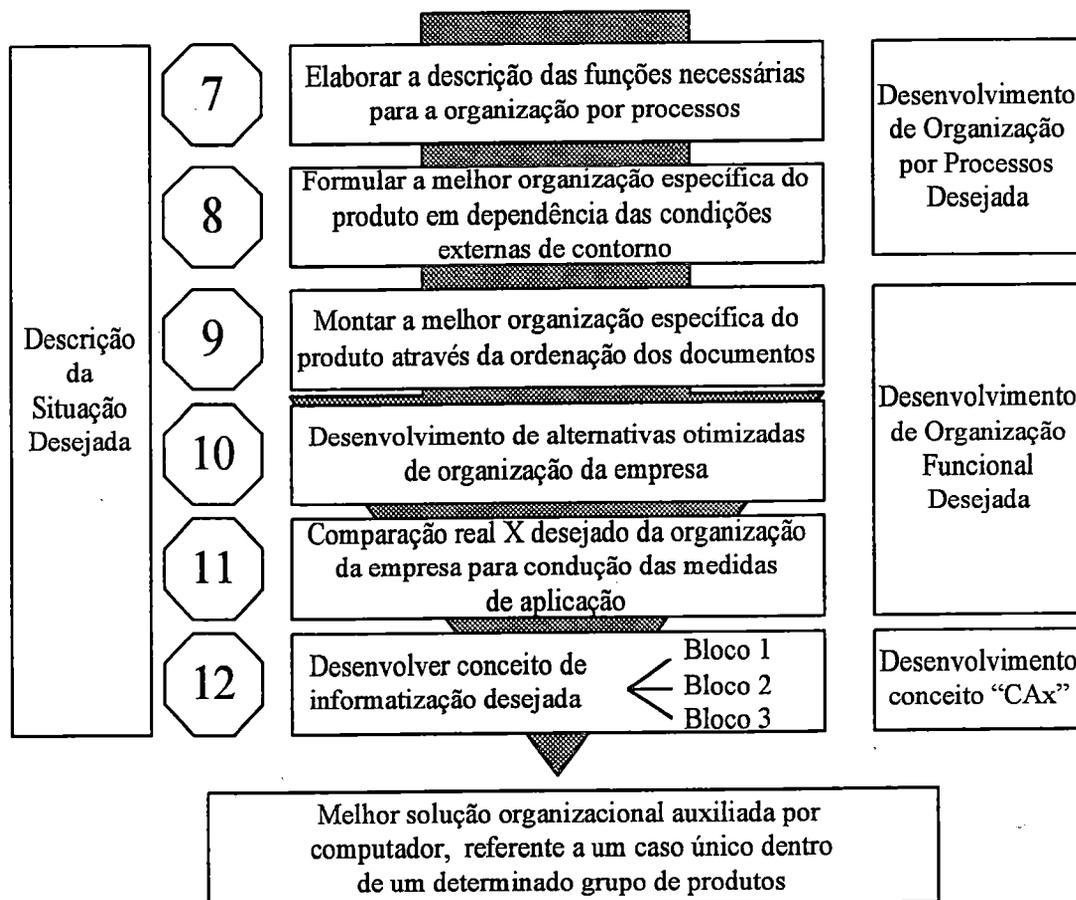


Figura 2.20 - Passos 7 a 12, Descrição da Situação Desejada [BIN90-3]

Feito isto, é realizada uma comparação do modelo atual com desejado, decidindo-se então medidas para a sua migração. O último passo é o desenvolvimento de uma estrutura da empresa baseado na informatização do processo completo. Esta etapa por sua vez é dividida em três grupos:

- Grupo 1, listar programas e suas funções; agrupar hardware e sua capacidade; matriz de ligação de todos os software; análise de informação e dados; hardware existente e concepção de rede; pontos fracos da Tecnologia de Informações (TI) existente.
- Grupo 2, definir a situação atual de funções auxiliadas por computador de cada função; definir uma matriz funcional da TI existente para o produto; definir a situação desejada de funções auxiliadas por computador de cada função; formular exigências de Tecnologia de Informações referente às funções; definir matriz

funcional da TI desejada para o produto; agrupar exigências de TI específico da empresa.

- Grupo 3, exigências de processamento de informações dos softwares; esclarecimento técnico destas exigências; conceito de balizamento de informática com hardware desejado e componentes de rede; definição da necessidade de computação e capacidade de memória; conceito de segurança de dados; organização da proteção de dados; definir projetos parciais; análise de custo e valor; caderno de encargos interno e com o fornecedor dos softwares.

2.4.1.2. IBM

Para a IBM, existem alguns fatores críticos que tornam a implementação correta do CIM mais adequada e "o CIM é um plano para o gerenciamento dos negócios de manufatura" [IBM90].

A **Figura 2.21** apresenta a metodologia proposta pela IBM. Esta metodologia divide-se em etapas, descritas a seguir.

A alta gerência deve ser responsável pela liderança no projeto CIM e participar do seu planejamento e implantação. Pode incluir estratégias a serem adotadas e aumento de competitividade, definir nichos de mercado, prover serviços aos clientes e estabelecer novas linhas de produto e os seus objetivos.

Um comitê, composto por pessoas do nível mais alto de decisão de todas as áreas da empresa deve dirigir as atividades. Sua missão é desenvolver a integração de processos e funções de negócio. Deve também priorizar, controlar e canalizar investimentos para alcançar os objetivos do plano.

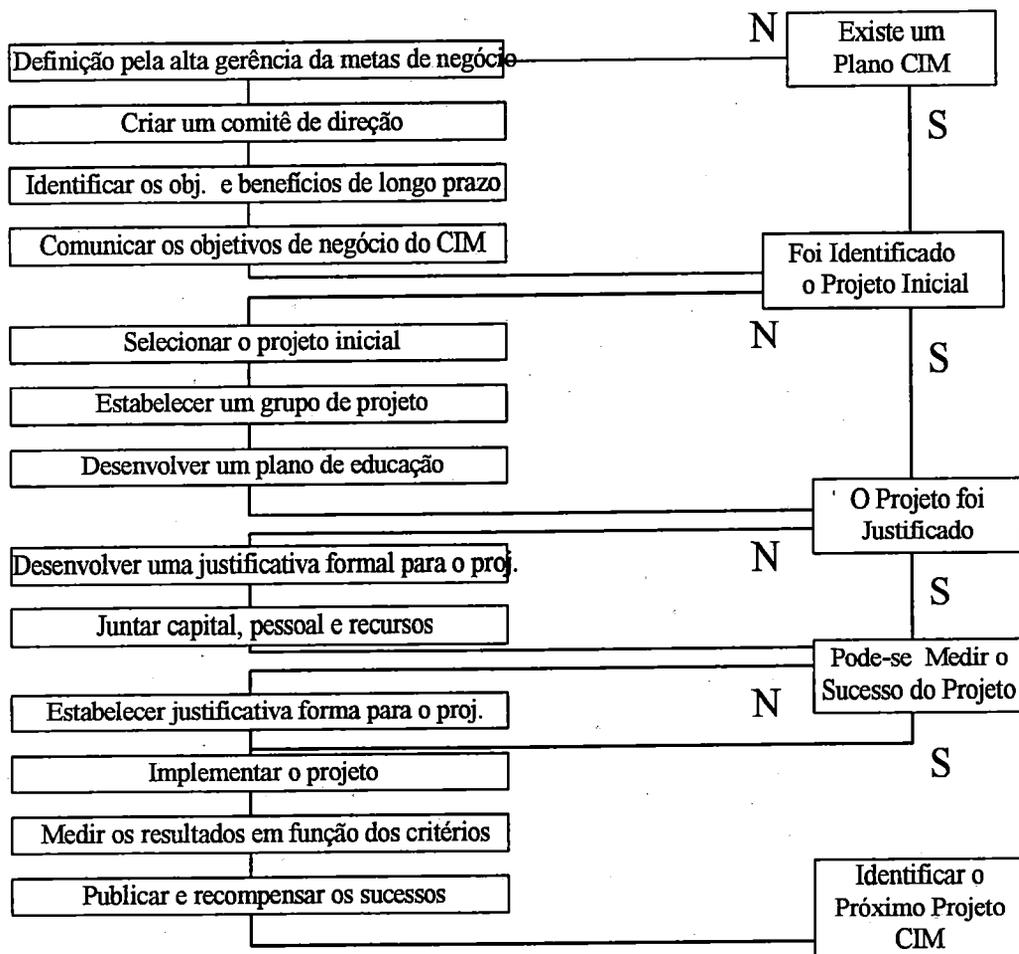


Figura 2.21 - Metodologia IBM

CIM não é uma atividade de curto prazo. A estratégia CIM deve ser revisão para atingir os requisitos da empresa. O comitê deve identificar novos projetos, formar grupos de projetos e quantificar benefícios antecipados.

A alta gerência deve comunicar toda a organização sobre os objetivos do CIM e de negócios. Isto deve garantir que projetos independentes sejam aptos a serem integrados.

O comitê deve priorizar os seguintes fatores:

- necessidades de negócios;
- benefícios potenciais;
- probabilidade de sucesso e
- facilidade de implementação.

É fundamental que o primeiro projeto seja claro e tenha um objetivo possível e mensurável. O ponto inicial pode ser onde a tecnologia seja estável e os softwares já estejam disponíveis.

O critério para formação dos grupos de projeto é de utilização de especialistas da área mais um conhecedor de componentes aplicativos. Estes devem planejar, analisar e implementar o componente CIM. Devem, igualmente, selecionar equipamentos, softwares e treinamento. Sua participação e engajamento são fundamentais.

Planejamento para educação, para usuários e implementadores, é muito relevante, ou seja, tanto para os tomadores de decisão quanto para o pessoal de operacionalização.

É importante quantificar, antecipadamente, os benefícios durante a fase de planejamento. Devem ser usadas técnicas de cálculo de retorno de investimento ou descontos no fluxo de caixa. As justificativas devem apoiar as metas de negócios e estarem em contexto com as estratégias da empresa.

A quantia de dinheiro deve ser determinada antes da implementação ser iniciada. Todos os custos devem ser considerados, inclusive, de recrutamento, atualização, entre outros. Baseado nas justificativas os gastos com equipamentos devem ser detalhados.

Um fator importante para o grupo de projeto é a definição de critérios de mensuração. Por exemplo o tempo entre liberar uma ordem e seu encerramento, ou proporção de peças boas e refugos. Isto deve incluir comparação e documentação das atividades do plano realmente executadas com as planejadas ou propostas.

Além da instalação de equipamentos e softwares, o grupo de projeto deve prover lideranças na educação e treinamento, assegurar que as atividades de implementação estejam sendo cumpridas dentro do prazo e ter a sensibilidade para prover as necessárias alterações na estrutura organizacional.

Todos os projetos devem ser medidos e controlados segundo critérios pré-definidos. Determina-se então se os benefícios foram atingidos como previsto, ou então se as expectativas foram superadas.

Motivação é importante, e pode ser obtida através de medidas durante o projeto e reconhecimento de desempenho pessoal. O sucesso antecipado do CIM cria um entusiasmo e auxilia na confiança e importância através da empresa, funcionando como um catalizador no andamento de outros projetos.

Não é necessário que um projeto seja encerrado para que o outro tenha início, portanto é possível que haja paralelismo. Sua mensuração e quantificação porém devem ser realizadas separadamente.

2.4.1.3. Süssenguth

Süssenguth em seu trabalho coloca que alguns aspectos diferenciam o planejamento do CIM dos Planos Diretores de Automação e Informatização (PDA e PDI respectivamente). A interdisciplinaridade é um dos fatores mais importantes, pois o CIM necessita da participação e motivação das pessoas e da forma como a empresa é organizada. Além disso, existe a tendência em Planos Diretores de criação de ilhas fechadas de integração, já que o aspecto de integração não é ressaltado. As atividades de um planejamento são compiladas em um plano CIM.

Para Süssenguth existem três fases características no planejamento do CIM:

- definição dos objetivos estratégicos;
- elaboração de uma concepção de balizamento e
- planejamento e implantação dos softwares parciais.

A maioria dos planos CIM coloca uma das ilhas de integração como foco principal. Os trabalhos que apresentam um caminho mais geral, buscam conhecer as funções e dados da empresa.

Na **Figura 2.22** Süssenguth apresenta, esquematicamente, as fases de planejamento e implantação do CIM. O primeiro passo dentro da empresa é chegar-se a uma definição concensual do CIM, em um processo de cima para baixo. Em seguida, é formada uma equipe responsável pela concepção e elaboração do plano CIM. A ajuda externa é considerada, quando houver a necessidade. É importante a abertura do planejamento para o resto da empresa. Isto leva ao conhecimento de todas as pessoas da empresa dos caminhos a serem seguidos na integração, possuindo um forte motivação. É realizado então, um processo para definição das estratégias de inovação de mercado, produto e processos. Os objetivos da estratégia adotada devem ser quantificados, como, por exemplo, reduzir o tempo de desenvolvimento de novos produtos de três para dois anos no prazo de quatro de anos. A criação de unidades de negócio ou mini-fábricas é também uma das possibilidades de estratégia resultantes desta fase.

Em seguida é realizada uma análise da situação atual da empresa. Esta análise é efetuada, basicamente, através de entrevistas e do estudo dos documentos existentes. Pode-se então identificar pontos falhos assim como potencialidades de integração, ou seja, onde começar a integração. Para a identificação das potencialidades de integração, pode-se fazer uma comparação com a concorrência ou

também uma análise do mercado de fornecedores de soluções de integração. Desta etapa são estabelecidos os objetivos da integração.

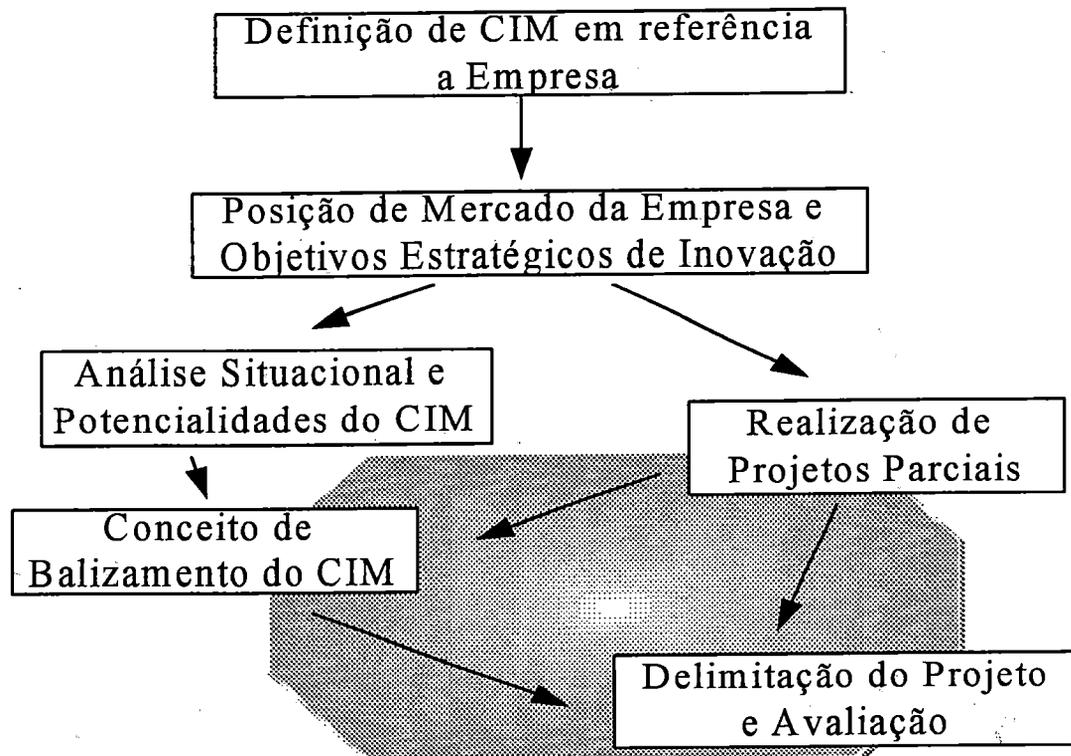


Figura 2.22 - Fases de Planejamento

A fase da concepção de balizamento, do termo alemão "Rahmenkonzept", destina-se a encontrar as soluções para os objetivos de integração estabelecidos. Nesta etapa, é obtida uma documentação da situação atual e a identificação dos projetos parciais a serem desenvolvidos. Para a formalização da concepção de balizamento, é utilizado um modelo de referência da empresa. Desta fase resulta um caderno CIM, que fornece transparência à empresa das medidas a serem adotadas. Com isto, a equipe formada inicialmente encerra suas atividades, passando-se as atividades posteriores aos projetos parciais, onde é realizada a parte operacional do trabalho de planejamento e implantação do CIM.

Na fase seguinte, são definidos a abrangência do projeto e a sua justificativa econômica. Para a justificativa econômica dos projetos, Süssenguth indica três aspectos a serem analisados, já que existem aspectos quantificáveis e não quantificáveis:

- valores monetários;
- valores quantificáveis, mas não monetariamente e
- valores não quantificáveis e não monetários.

Os projetos escolhidos são implementados de baixo para cima. Para a execução dos projetos são formadas equipes de trabalho. Para que os projetos garantam sua integração e seu acompanhamento com o conceito global adotado, é escolhido um coordenador CIM. Elementos fundamentais nestes projetos são seu prazo, marcos, resultados parciais e estimativas de despesa. Deve-se também especificar detalhadamente a ajuda externa necessária. Paralelamente aos projetos e sua integração, faz-se necessário a reorganização e qualificação de pessoal. A **Figura 2.23** apresenta o esquema de implantação dos projetos parciais, dividindo em medidas técnicas, como a elaboração do caderno de encargos, escolha e instalação de softwares, e medidas não técnicas, como treinamento, reorganização, entre outras que são posteriormente integradas ao ambiente da empresa.

Através da análise dos resultados obtidos, é realizada a continuidade dos projetos. Deve-se levar em consideração sempre o surgimento de novas tecnologias e de possíveis mudanças internas e externas à empresa.

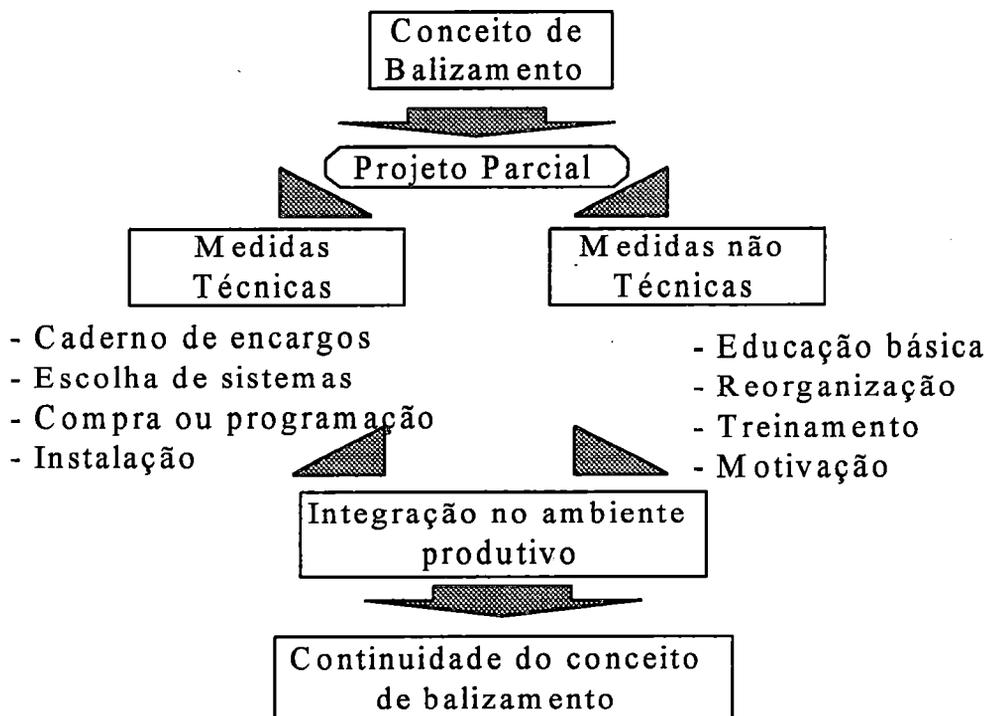


Figura 2.23 - Do Conceito de Balizamento para a Realização [SÜS91]

2.4.1.4. Mählick e Panskus

→ Para Mählick e Panskus, o planejamento e implantação do CIM deve ser realizado, inicialmente, com uma análise para que se conheça as potencialidades de CIM, do termo alemão "CIM- Fähigkeit". Os autores apresentam uma metodologia para o que é chamado de Fábrica com Futuro (Figura 2.24). [MÄH90]

Metodologia Estratégica para a Implantação do CIM

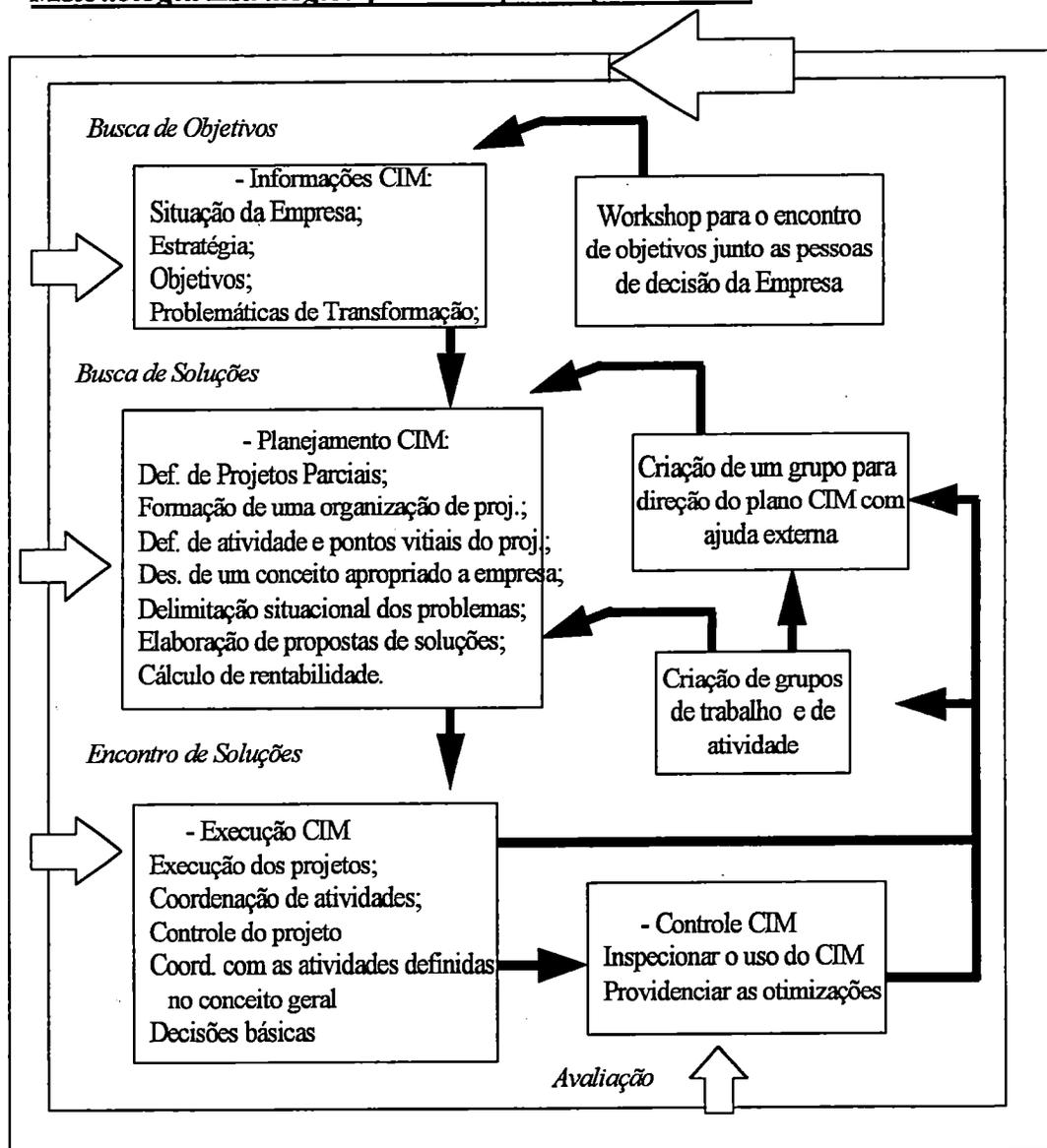


Figura 2.24 - Metodologia Estratégica para o Ingresso na Fábrica com Futuro [MÄH90]

A primeira fase é a busca de objetivos. Deve-se realizar um evento interno, com a ajuda de uma empresa de consultoria, para que seja definida a estratégia da empresa e seus objetivos. Nesta fase também é realizada uma análise da situação da empresa, identificando-se os pontos fracos e as potencialidades de integração. Resulta desta fase então, os objetivos de integração e a problemática para a transformação da situação atual para a desejada.

Na fase posterior são buscadas as soluções necessárias. Cria-se então, um grupo para a direção do planejamento do CIM, com a ajuda externa e grupos para a execução dos projetos a serem definidos. Basicamente, desta fase, são estabelecidos quais os projetos a serem executados, em função do concepção de integração adotada e do cálculo de rentabilidade. É importante também, a definição de atividades e pontos vitais de cada um dos projetos.

Em seguida os projetos definidos são implementados. Deve haver um controle e coordenação constantes dos projetos, de acordo com as diretrizes da concepção de integração. Ao final, é feita uma avaliação dos resultados obtidos, providenciando-se as otimizações necessárias.

É importante ressaltar que em todas as atividades descritas existe um constante retorno de informações com as fases anteriores, visando a constante otimização do planejamento e implantação do CIM.

2.4.1.5.Scheer

Para Scheer, a implantação do CIM e sua estratégia abrangem todo o futuro da empresa. Desta maneira, seu planejamento deve ser um processo de cima para baixo, permitindo uma visão global da empresa e de seus objetivos. Todavia, uma estratégia de implantação de baixo para cima também é importante.

Para que o CIM seja implantado com sucesso, é fundamental que a média gerência seja convencida da importância do CIM e que esta participe ativamente de sua implantação, já que estes são fortemente afetados na introdução de novas tecnologias.

Para Scheer, existem, basicamente, duas fases na elaboração de um conceito de integração:

- investigação do nível real de integração e
- geração da situação desejada.

Para que isto seja realizado, é necessário a criação de um comitê formado pelos coordenadores de cada departamento. A investigação a ser realizada sobre o nível de integração não deve limitar-se às funções automatizadas, mas também, àquelas manuais, pois pode-se identificar então importantes descontinuidades organizacionais dentro da empresa. Estas descontinuidades provocam, geralmente, redundância de dados e atrasos no cumprimento de prazos. Desta fase resulta também a identificação de pontos falhos da empresa.

A investigação é realizada através de entrevistas pré-concebidas e pela utilização de métodos gráficos de avaliação. O resultado da investigação realizada deve ser apresentada ao nível executivo da empresa.

Na segunda fase, são constituídos grupos de trabalho, entre três e sete pessoas, envolvidas em um projeto específico. A composição destes grupos deve refletir o fato da existência de sobreposição de funções em diferentes departamentos, que então podem ser discutidos e otimizados pela participação de pessoas de diferentes áreas dentro de um projeto.

A **Figura 2.25** mostra esquematicamente as fases consideradas importantes para o planejamento e implantação do CIM. Segundo o autor, uma empresa com mil funcionários, necessita de aproximadamente entre 150 a 250 dias de projeto para a finalização da concepção de integração. A ajuda externa à empresa também é considerada, caso haja a necessidade.

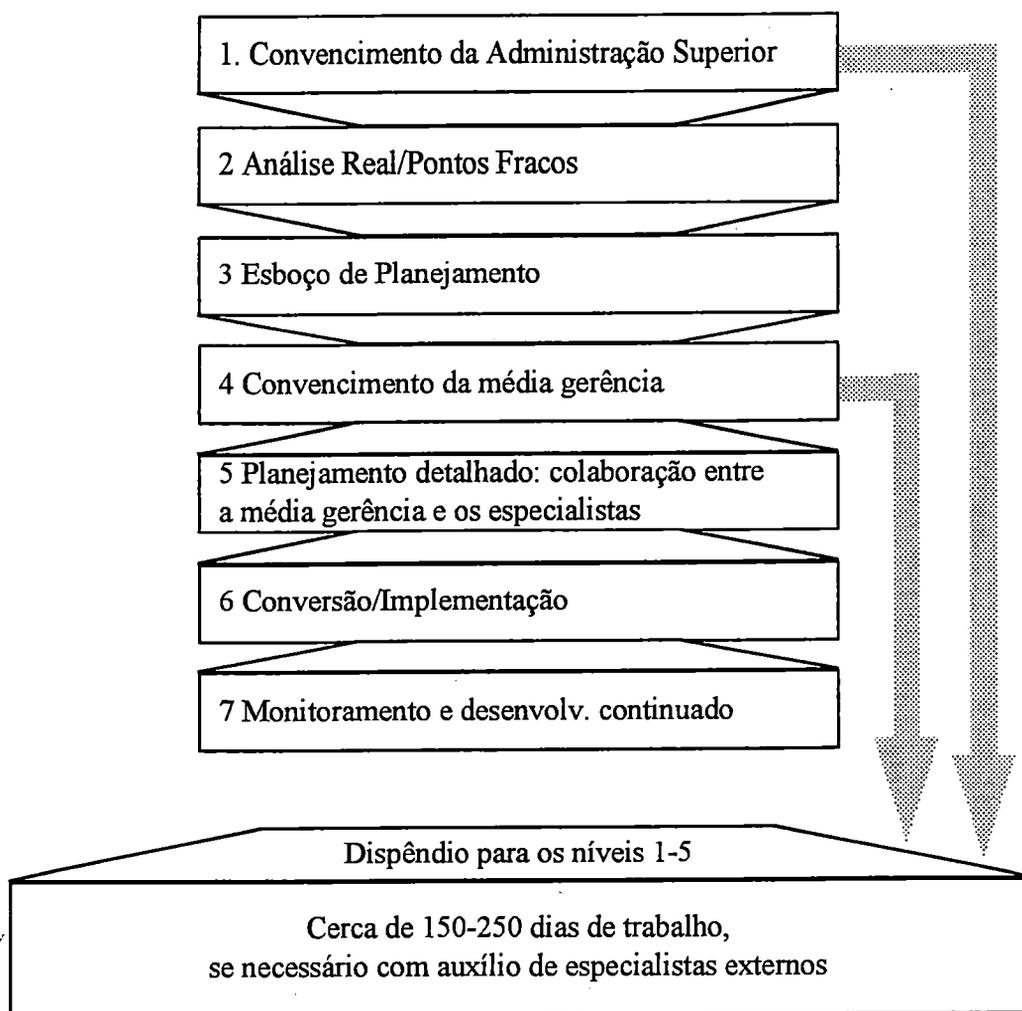


Figura 2.25 - "Estratégia CIM" [SCH90]

Finalmente, Scheer define vias para a implantação do CIM, como mostrado na **Figura 2.26**. Estas vias seguem a uma abordagem tecnológica do CIM, ou seja, a integração de componentes CIM. As integrações são realizadas incrementalmente, através de integrações parciais, até a integração completa, representada pelo modelo de representação em Y.

A empresa pode iniciar a implantação por qualquer das integrações parciais, dependendo de suas características. Assim, empresas com grande esforço de projeto, podem iniciar pelos dados técnicos, através da integração do CAD com a programação NC, caminhando para a integração com dados comerciais. O importante é que todos os caminhos representados levam a uma integração completa.

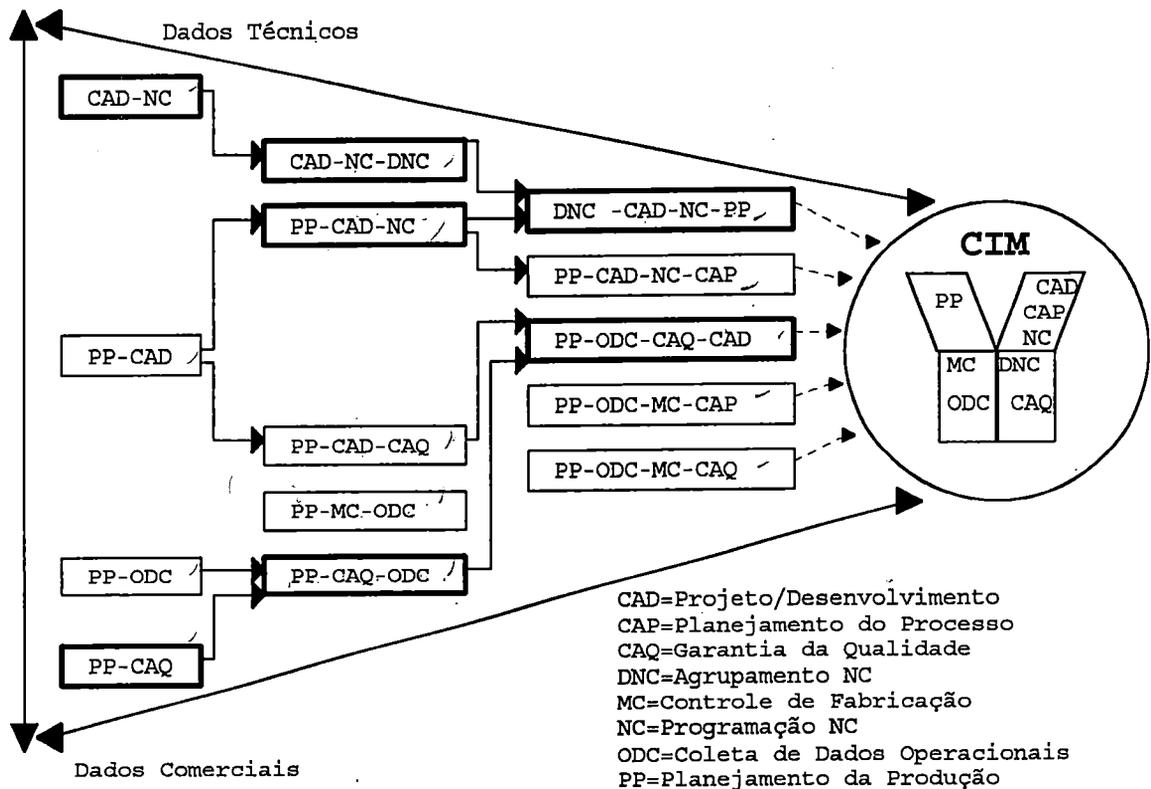


Figura 2.26 - Vias para Implementação do CIM

2.4.1.6.CIM-OSA

O CIM-OSA não possui uma metodologia de implantação como as descritas anteriormente, contém todavia, uma representação da migração de um modelo de um setor de indústria (referência) para um modelo particular (ou de empresa), através de um ciclo de vida, como mostrado na **Figura 2.27**.

A partir do modelo de referência são especificados os requisitos do software. Deste, é obtido o modelo de requisitos particular da empresa. Com este modelo, é projetado o software que resulta tanto no modelo de projeto, quanto na especificação das entidades funcionais do ambiente real.

Do modelo de projeto particular é iniciado a implementação e validação do software, que pode ser comprado ou desenvolvido. Desta fase as entidades funcionais são implementadas, verificadas e validadas. O modelo particular é então validado e o software entra em operação e as entidades funcionais são certificadas. Finalmente, na fase de manutenção do software, tanto o modelo como as entidades funcionais podem ser modificadas.

O ciclo de vida do software portanto demonstra como é a transição entre modelo e a realidade, sem contudo especificar uma metodologia.

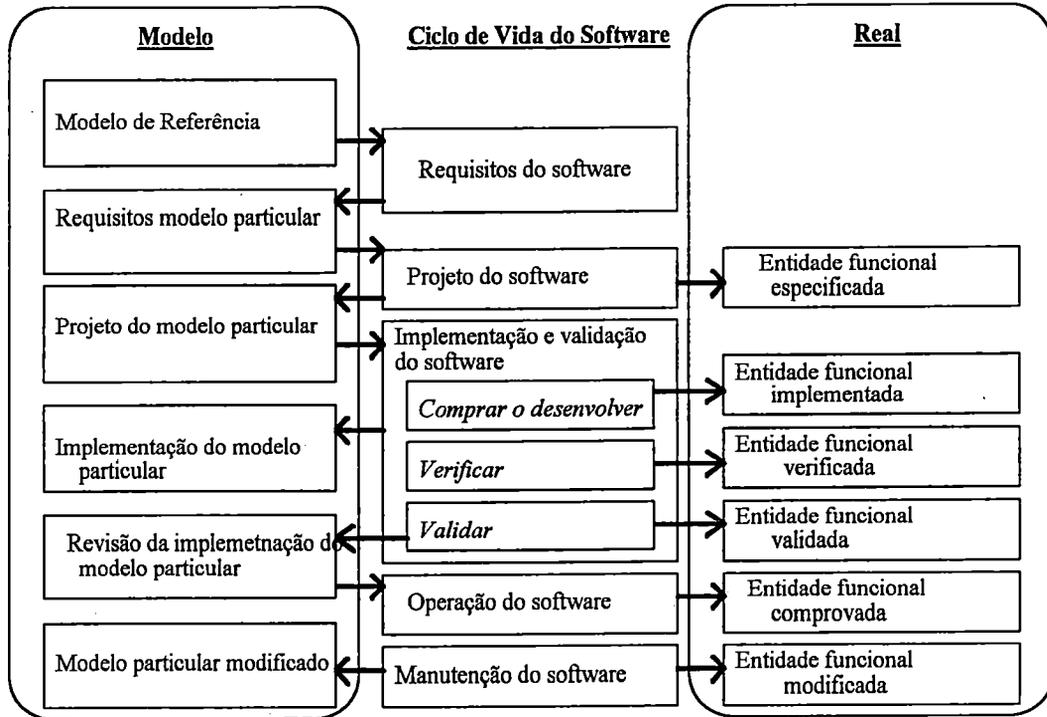


Figura 2.27 - Ciclo de Vida de um Software Segundo o CIM-OSA

Finalmente a **Figura 2.28** demonstra como se interrelacionam os ambientes do CIM-OSA. Do lado esquerdo, é representado o ambiente de desenvolvimento de software (projeto) e ao lado direito, o ambiente de execução (operacional). No lado superior, é colocado o ambiente de modelo e no lado inferior, o ambiente real. Quem une estas quatro divisões é a Infraestrutura de Integração, que presta os serviços para:

- gerenciamento de negócios;
- gerenciamento de informações;
- distribuição e comunicação e
- acesso aos periféricos dos softwares para pessoas, máquinas, aplicativos, dados e comunicação.

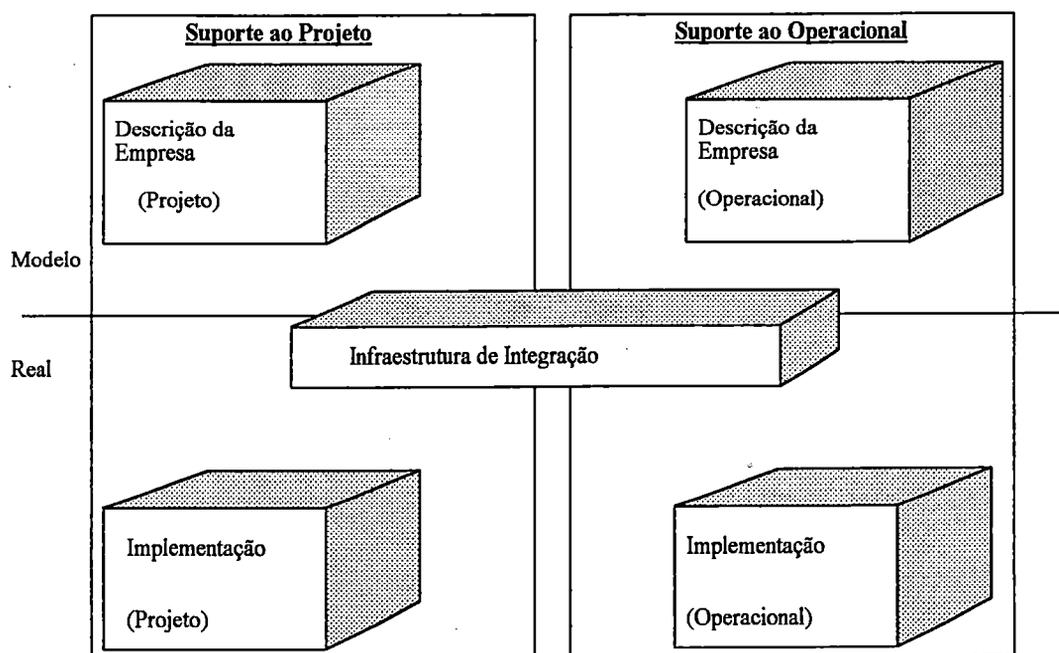


Figura 2.28 - Infraestrutura de Integração - IBM

O entendimento destes aspectos de implementação do CIM-OSA são extremamente dependentes do profundo conhecimento de todo o seu conceito.

2.4.1.7. Considerações sobre a Aplicação de Metodologias no Brasil

Poucos trabalhos no Brasil foram efetuados com relação a metodologias de planejamento e implantação de CIM. As propostas existentes são, na maioria dos casos, trazidas do exterior por empresas de consultoria com escritórios no país, sendo feita uma adaptação à realidade brasileira. Existem, contudo, estudos sobre características importantes quanto à implantação do CIM no país.

Valle enfatiza que no projeto CIM "as microdecisões ganharam uma nova importância, já que estes se referem à integração de sistemas" [VAL91]. Além disso, Valle discute os problemas da falta de estratégia definida por parte das empresas nacionais, ressaltando a necessidade desta ser incremental. Devem ser formalizados os aspectos de gerenciamento de produção, através do planejamento do processo e da produção e dos sistemas de produção, com células de fabricação e montagem.

É também destacado que nas empresas nacionais a cultura técnica é incompatível para a informatização da produção, onde a cultura técnica "é o reservatório de saber partilhado intersubjetivamente pelos agentes técnicos de uma organização, ao qual remetem os enunciados técnicos por ocasião de uma tomada de

decisão" [VAL91]. Desta forma, como o país não possui tradição tecnológica, baixo investimento em qualificação, instabilidade econômica e um baixo nível de satisfação social, a reação das microdecisões até sua execução são prejudicadas.

Já Agostinho cita em seu trabalho de conceitos fundamentais de CIM uma sequência de estágios para o planejamento do CIM, visando evitar a ruptura das organizações estruturais [AGO91].

O ciclo inicia-se com a automação do chão de fábrica com máquinas integradas pelo CNC. Em seguida, é aplicada a Tecnologia de Grupo, visando a formação de Sistemas Flexíveis de Manufatura. A aplicação de sistemas gráficos CAD/CAM é então realizado, permitindo a integração do fluxo de informações de Engenharia e Manufatura. Por fim, existe uma fábrica "altamente automatizada, controlada por um conjunto hierárquico de computadores, com mínimas necessidades de mão-de-obra" [AGO91].

2.4.2. Arquiteturas de Integração

Arquitetura, segundo Holanda, significa "a arte de criar espaços organizados e animados por meio do agenciamento urbano e da edificação, para abrigar os diferentes tipos de atividades humanas; disposição das partes ou elementos de um edifício ou espaço urbano; os princípios, as normas, os materiais e as técnicas utilizadas para criar o espaço arquitetônico" [HOL86].

Para Biemans e Blonk uma arquitetura CIM "é a especificação que descreve, de uma maneira independente da implementação, como partes do sistema CIM devem cooperar na troca de mensagens e produtos. Boas arquiteturas CIM previnem reprojatos caros de sistemas CIM já instalados que não podem cooperar" [BIE85].

Para especificar os diferentes conceitos de arquitetura no processamento de informações, tais como arquitetura de desenvolvimento, arquitetura de sistemas de base de dados, entre outros, foi adotado o termo de **arquitetura de integração**.

Pode-se interpretar então que a arquitetura de integração para uma empresa de manufatura significa dispor as suas partes constituintes, de forma organizada, para criar um espaço ou ambiente integrado [RAN91].

Para o conhecimento das partes constituintes de uma empresa de manufatura e uma visão global de seu interrelacionamento, é criado ou utilizado um modelo. Um modelo deve abstrair a realidade total ou de parte de um ambiente, permitindo um entendimento de sua constituição e disposição das partes. Os modelos são utilizados também para representar e entender os sistemas. A utilidade de modelos para compreensão, e possível simulação, pode ser verificada em diversas aplicações tais

como: testes em túneis de vento para verificação da aerodinâmica de aviões; desenhos são utilizados para se projetar e construir prédios.

Arquiteturas e modelos estão relacionados, sendo que arquiteturas se utilizam de modelos. Para uma diferenciação dos modelos utilizados pelas arquiteturas de integração para os modelos de representação apresentados anteriormente, estes foram denominados neste trabalho de **modelos de referência**, quando não se referem especificamente a uma empresa e **modelos de empresa**, que são um modelo específico a uma empresa [ISA89, SÜS91, SCH90].

Arquiteturas de integração têm, portanto, como objetivo, nortear o processo de planejamento e implantação ao longo do tempo, enquanto que o modelo de referência destina-se a atuar como seu padrão de referência.

O desenvolvimento de uma arquitetura de integração não é função de uma empresa usuária de software, sendo a ela necessário adotar uma. A adoção de uma arquitetura é, porém, uma fase essencial a qual deve ser destinada muita atenção, pois ela baliza a integração ao longo do tempo e tem uma grande importância na presente metodologia. Existem, basicamente, dois tipos de instituições que desenvolvem arquiteturas de integração.

Uma são as grandes empresas fornecedoras de sistemas, que buscam assim fornecer uma solução completa a seus clientes. O aspecto negativo de se adotar uma arquitetura de uma empresa fornecedora é a dependência que é criada, já que é improvável afirmar que empresas concorrentes desenvolvam produtos comerciais que sigam o padrão da arquitetura de integração de uma empresa concorrente.

O outro tipo de instituição que propõe arquiteturas, são as associações de padronização e os centros de pesquisa. A grande vantagem destas arquiteturas são sua neutralidade e abrangência. A desvantagem é o risco de ocorrerem poucas aplicações que sigam a arquitetura.

Um descrição resumida de diversas definições e propostas existentes de arquiteturas de integração foi realizada por Doumeingts e Chen [DOU92]. Neste trabalho pode-se observar que diversos países possuem propostas de arquiteturas de integração, de forma isolada (de uma instituição), ou de forma conjunta (como por exemplo o programa ESPRIT). Não existe, contudo, uma visão unificada das arquiteturas, sendo que a possui maior divulgação e abrangência é a CIM-OSA.

Outra iniciativa, no sentido de unificar as diferentes propostas de arquitetura de integração, está sendo desenvolvida no Programa "Intelligent Manufacturing Systems - IMS", liderado pelo Japão e com participantes dos Estados Unidos, Canadá, Europa e Austrália [FUR92]. Todavia, poucas referências foram encontradas para detalhar-se suas propostas.

Para uma visão mais detalhada de arquiteturas de integração, foram selecionadas três propostas, a serem descritas a seguir:

- CIM-OSA;
- IBM e
- ARIS

2.4.2.1.CIM-OSA

A arquitetura CIM-OSA, de "CIM Open System Architecture", é uma proposta do Projeto AMICE (a sigla invertida de "European Computer Integrated Manufacturing Architecture") do programa ESPRIT ("European Strategic Programm for Research and Development of Information Technology"). Deste projeto participam centros de pesquisa, indústrias e fornecedores europeus de software.

O objetivo do CIM-OSA é fornecer uma arquitetura aberta de sistemas que permita:

- às empresas planejarem e implantarem o CIM de forma mais adequada e rápida e
- aos fornecedores de softwares adotar um padrão para o desenvolvimento de seus componentes CIM [JOR90-1].

O CIM-OSA propõe em sua arquitetura (**Figura 2.29**):

- derivação, que é um ciclo de desenvolvimento de software, dividido em definição de requisitos, descrição de implementação e entre estes, especificação de projeto;
- instanciação, onde parte-se de um modelo geral e parcial para o modelo particular da empresa. Os níveis geral e parcial constituem o modelo de referência e o nível particular, o modelo da empresa e
- geração incremental, onde são definidas as visões de função, informação, recursos e organização. Para cada uma destas visões é proposto um método de modelamento [JOR90-1].

O primeiro passo definido na arquitetura de integração é a definição dos requisitos da empresa para um ou mais níveis de geração incremental. Para isso são usados elementos funcionais pré-definidos ("building blocks"). Uma vez determinados os requisitos, o projetista de integração faz a descrição de implementação,

especificando assim o projeto de software. Estas duas fases utilizam igualmente elementos funcionais previamente definidos, podendo-se criar novos para os elementos funcionais não existentes.

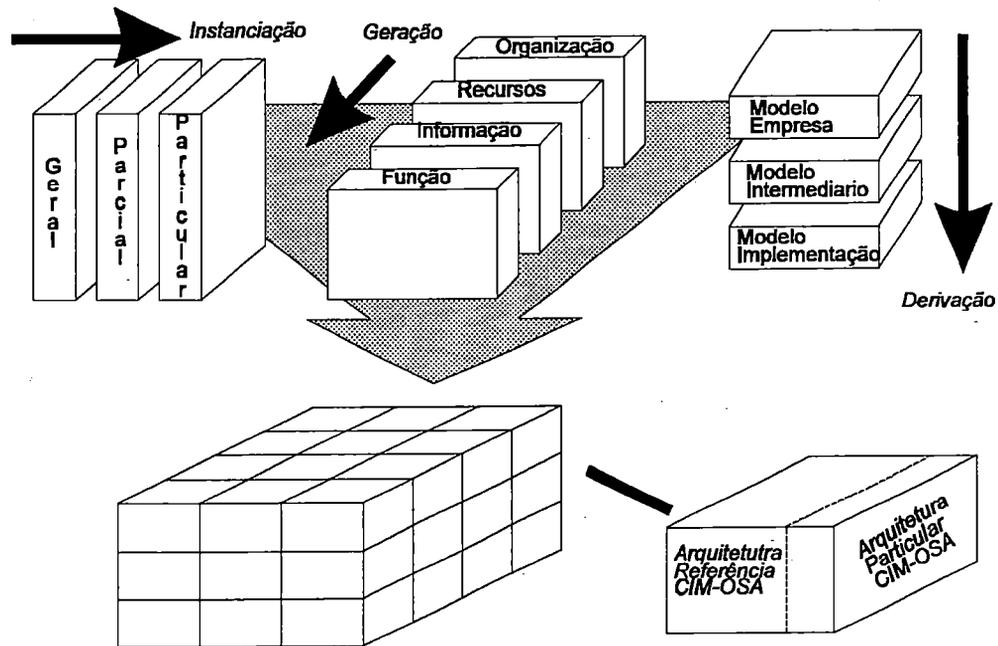


Figura 2.29 - A arquitetura CIM-OSA [JOR90-1]

Os elementos funcionais dos níveis geral e parcial formam um modelo de referência para a empresa. Desta forma, pode-se agrupar no nível parcial, por exemplo, alguns elementos para o setor automobilístico e assim por diante. Qualquer empresa deste setor, ao iniciar um projeto de integração já possuiria um modelo no qual se basear para especificar, projetar e implementar seu planejamento e desenvolvimento. Da mesma forma, as empresas fornecedoras podem oferecer softwares padronizados segundo os elementos funcionais do CIM-OSA, ocorrendo uma padronização da oferta. O desenvolvimento destas etapas para os quatro níveis de geração incremental completam o modelo particular da empresa.

Outra proposta do CIM-OSA é a criação de uma infraestrutura de integração, que presta os serviços de troca entre os softwares e está representada na **Figura 2.30**. Estes serviços são classificados em:

- Negócios;
- Informação e
- Apresentação.

A infraestrutura de integração cria então todo um ambiente de integração a nível de implantação dos softwares.

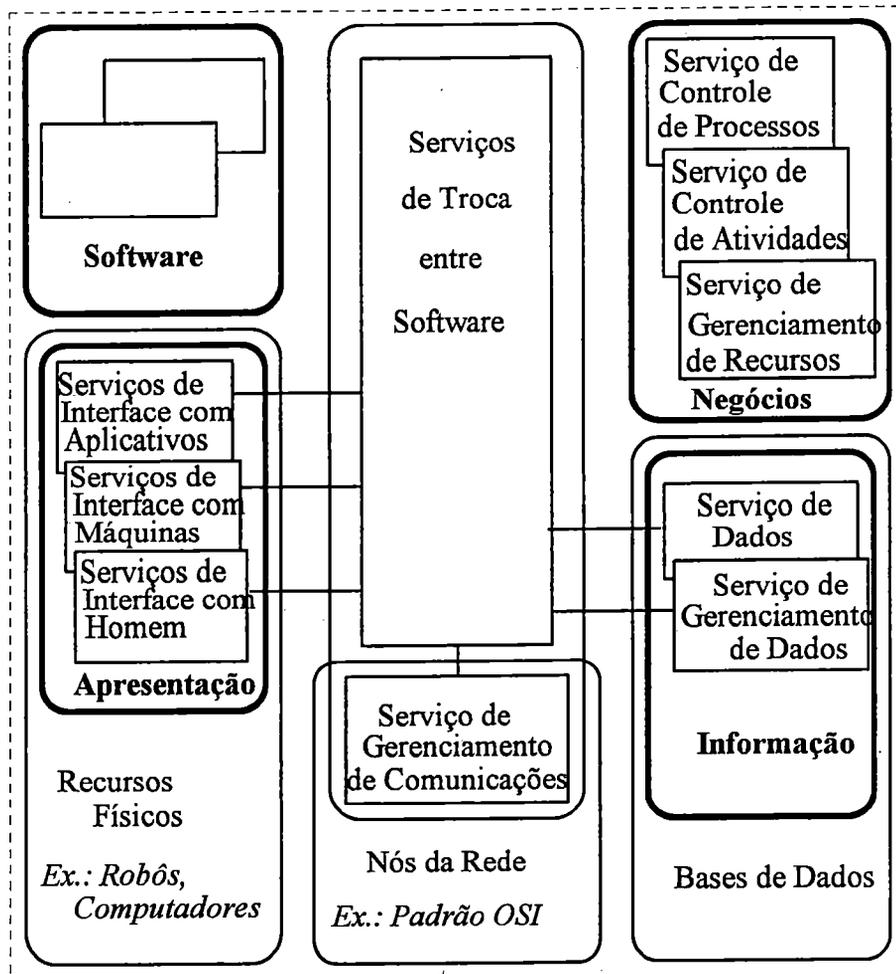


Figura 2.30 - Infraestrutura de Integração - CIM-OSA

O suporte da AMICE ao projeto CIM OSA foi encerrado em 1994, sendo agora o CIM OSA uma associação de usuários com sede na Universidade de Aachen [WZL94].

2.4.2.2. IBM

A arquitetura CIM para a IBM é definida como "uma sólida fundação para uma empresa desenvolver a sua estratégia e solução CIM. Uma arquitetura CIM é uma estrutura de informações que possibilita empresas de manufatura integrar informações e processos de negócio" [IBM87].

Esta arquitetura visa uma estrutura que satisfaça as exigências de integração. Na IBM a arquitetura CIM é usada para se obter produtos CIM-IBM (Figura 2.31) [IBM90].

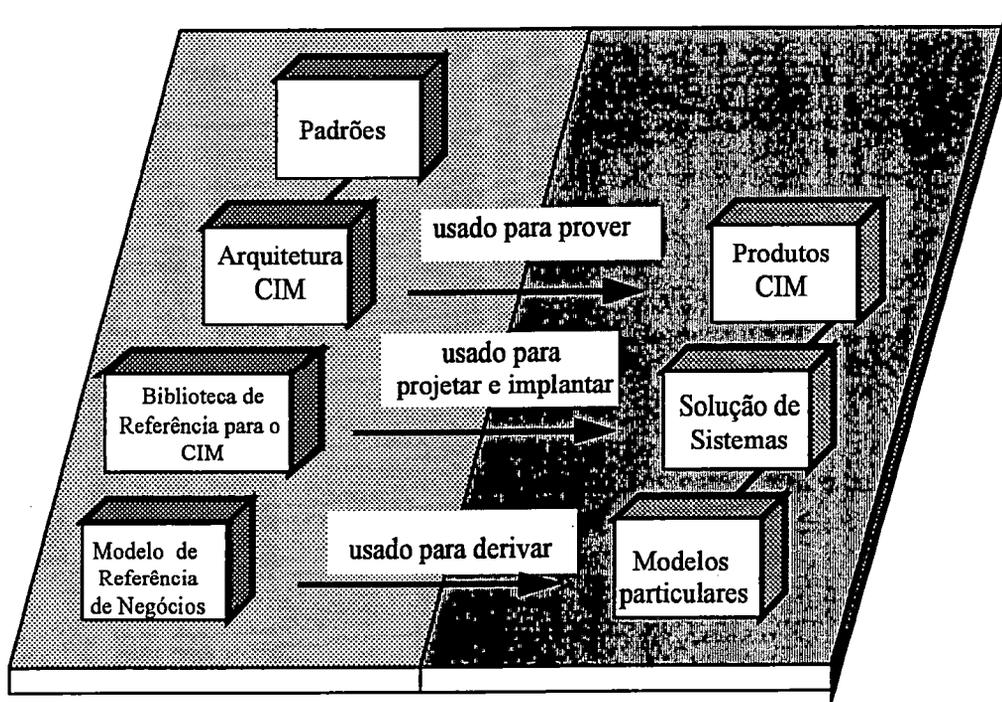


Figura 2.31 - Arquitetura para Desenvolvimento de Produtos [IBM90]

A IBM mostra como vários de seus conceitos se interrelacionam em função de uma arquitetura CIM (Figura 2.32). A arquitetura possui os elementos de Base de Dados, Comunicação e Apresentação, que são o núcleo do modelo de representação apresentado anteriormente. Utilizando estes elementos pode-se prover uma base consistente para integração de dados de produtos, processos e negócios. Ele pode definir a estrutura de hardware, software e serviços requeridos para os requisitos da empresa. São eles que podem transformar as informações em uma forma que pode ser usada por pessoas e softwares.

Os conceitos da arquitetura são repositório, habilitadores de sistema e aplicativos, visão estruturada e "Build e Run-Time". O conceito de repositório provê um único ponto pelo qual o usuário pode acessar os dados que estão distribuídos pela empresa. O repositório sabe a localização e o relacionamento entre elementos de dados, aplicativos e usuários de dados.

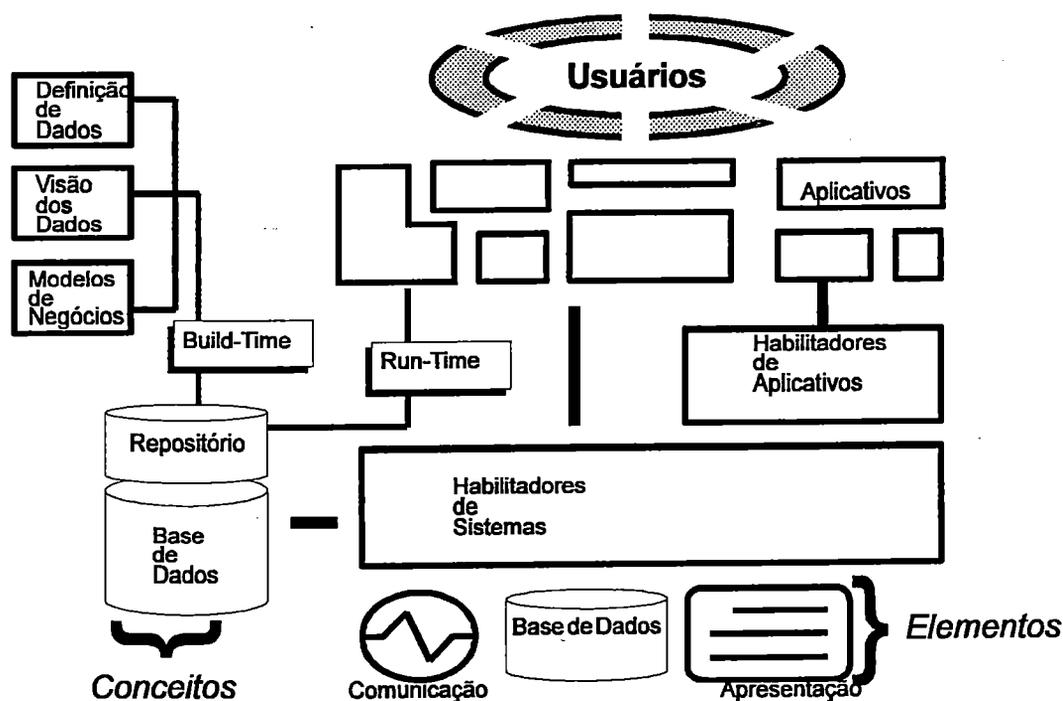


Figura 2.32 - Arquitetura CIM na IBM [IBM90]

Os habilitadores de sistema administram o acesso dos aplicativos para vários recursos de gerenciamento, comunicação e apresentação de dados. Os habilitadores de aplicativo proveêm aos aplicativos uma interface única para todas as funções e serviços, aumentando a produtividade dos programadores.

Os usuários CIM se classificam segundo as funções representadas no setor externo do modelo. A este modelo são destinados aplicativos, os quais trabalham de forma integrada, já que utilizam serviços comuns para acesso de informações através de toda a empresa.

O conceito de "Build e Run-Time" permite a utilização das informações da empresa durante o desenvolvimento de um software ("Build time") e, posteriormente, na sua operação ("Run time") de forma transparente e contínua, não havendo nenhuma interrupção ou problema de inconsistência de dados.

2.4.2.3. ARIS

ARIS é a sigla de "Architecture for Integrated Information Systems" ou Arquitetura para Sistemas Integrados de Informação [SCH92]. A ARIS foi desenvolvida pelo Prof. Scheer e tem como objetivo propiciar à administração de negócios da empresa analisar os seus sistemas de informação, para então, implantar

suas metas de negócio através do desenvolvimento e otimização de sistemas integrados.

O requisito inicial para a utilização da ARIS é a expressão do modelo da empresa como um conjunto de processos, que fornece uma base essencial para o CIM. Exemplos de processos são: gerenciamento de pedidos, desenvolvimento de produto entre outros. A **Figura 2.33** mostra o relacionamento entre os componentes básicos da classe processos, a qual representa o conjunto de processos da empresa na ARIS.

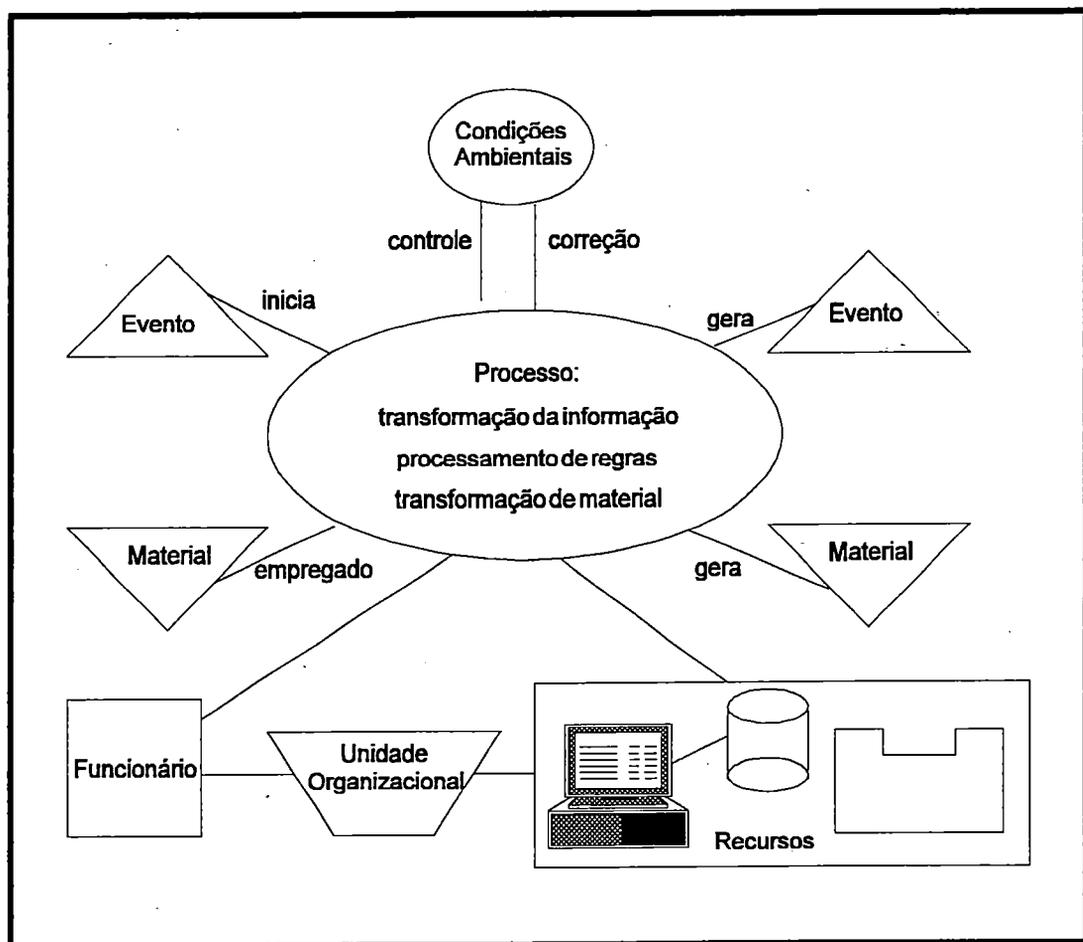


Figura 2.33 - Modelo Geral de Processos

Com base na figura 2.33 pode-se evidenciar que:

- processo é uma ocorrência com uma certa duração, delimitado por eventos. Os eventos inicial e final determinam o início e fim de cada processo, onde, geralmente, eventos consistem de informações que circulam entre os processos;

- há três tipos de processos: transformação de informação, processamento de regras e transformação de material;
- para controlar os processos, condições ambientais necessitam ser consideradas. Estas fornecem parâmetros para o processamento de regras e
- cada processo é relacionado com uma unidade organizacional, que por sua vez, relaciona-se com funcionários e recursos.

A ARIS foi desenvolvida enfatizando a transformação da informação. É importante notar que o modelo geral de processos apresenta as informações de maneira concentrada. Existe, portanto, a necessidade de derivação deste modelo para a definição das visões do modelo de empresa da ARIS a ser descrita posteriormente

A ARIS possui três níveis de abstração, como mostrado na **Figura 2.34**

- camada de negócios que analisa os fatores relevantes para a empresa sem considerar os requisitos de implementação. Todavia, a estrutura do modelo de referência é formalizada o suficiente para permitir a transformação subsequente com suporte computacional;
- camada de projeto que representa as áreas de negócios que foram definidas na camada conceitual e que usarão as tecnologias de processamento eletrônico de informação e
- camada de implementação que trata das estruturas de dados físicos, dos códigos de programa e da configuração da comunicação.

Para analisar as interdependências das visões acima, é necessário uma linguagem descritiva aplicada a todos eles. Esta linguagem serve para descrever os objetos e seus relacionamentos dentro de cada visão como entre as visões da ARIS. Para esta finalidade, é utilizado o Modelo de Entidade-Relacionamento [CHE90]. Com ele, uma descrição conceitual da base de dados da empresa é estabelecida, no qual os sistemas desenvolvidos podem ser armazenados. Esta base de dados, pelo fato de armazenar a descrição conceitual da empresa (dados, funções, organização e controle) é denominada de meta base de dados ou repositório.

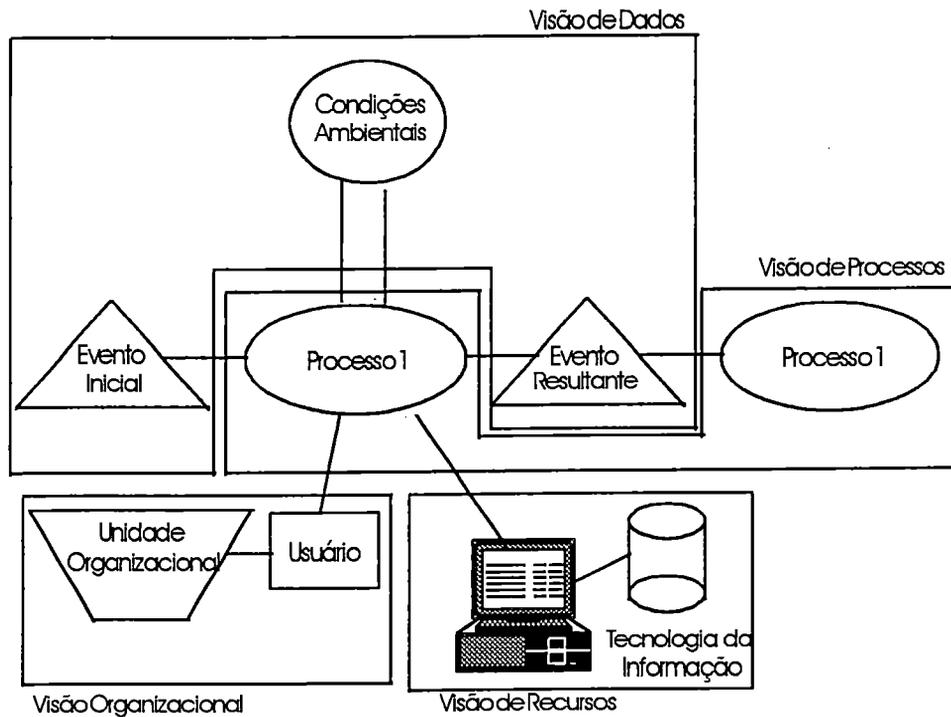


Figura 2.34 - Níveis de Abstração da ARIS

2.4.3. Modelos de Empresa

Modelos são utilizados para representar uma realidade [IBM90, ICE92, ING85]. Um modelo pode ser considerado também um corte que se faz para selecionar uma maneira de se olhar um ambiente, definindo algumas variáveis e relações críticas para análise [BAC82]. Um modelo de empresa diferencia-se de um modelo de uma área da empresa por tentar representar toda a sua realidade e complexidade.

Para Takahashi, o modelo de empresa consiste em um padrão de referência contendo as informações sobre o funcionamento da empresa de forma estruturada, hierárquica e modular, estabelecendo assim uma lógica explícita da empresa [TAK91].

O modelamento da realidade de uma empresa todavia deve levar em consideração os seguintes aspectos [ICE92]:

- qual o objetivo e aplicação do modelo;
- até que nível de detalhamento deve ser atingido;

- quais as visões da empresa que serão representadas no modelo;
- qual a relação custo/benefício de um modelo completo;
- quais os benefícios indiretos do modelo;
- qual o seu custo de manutenção e de atualização e
- como desenvolver o modelo.

O desenvolvimento de modelos de sistemas encontra um grande avanço em função do crescimento da aplicação da Tecnologia de Informação como visto anteriormente. Vários conceitos, métodos e ferramentas têm sido desenvolvidos para este fim [SHI91]. A adequação destes conceitos, métodos e ferramentas para modelos de empresa podem ser considerados limitados, visto que novos trabalhos têm sido, constantemente, desenvolvidos [DOU92].

Basicamente, um modelo de empresa é composto de [ICE92]:

- visões, onde as visões podem ser modeladas separadamente, mas em conjunto criam um modelo único (o modelo de empresa) e
- métodos, que podem ser utilizados para cada visão do modelo geral.

Para a análise de adequação dos modelos de empresa em metodologias de planejamento e implantação serão estudadas as aplicações dos modelos de empresa, suas estruturas e métodos existentes.

2.4.3.1.O Modelo de Empresa e suas Aplicações

A representação da realidade de uma empresa através de um modelo pode ter diversas aplicações, como descritas a seguir [ICE92, SCH94]:

- comunicação, uma vez que um modelo bem documentado, de fácil entendimento e com uma interface amigável com o usuário, pode ser usado por uma empresa como um elemento de comunicação, ou seja, como um mapa ou guia. Neste modelo estão relacionados os elementos de uma empresa, e todos podem discutir e tomar decisões com base nas suas informações;
- referência, onde o modelo possui as informações a respeito de uma empresa ou de um setor de empresas. Assim, o modelo é utilizado como referência, permitindo que uma empresa use-o como comparação;

- desenvolvimento de software, que é uma utilização já com ampla aplicação. Do modelo de empresa, uma vez definida uma área a ser desenvolvido um software, e usando os mesmos métodos, as informações contidas no modelo já podem ser usadas no detalhamento do modelo do software;
- simulação, onde o modelo incorpora a variável de tempo. Assim, pode-se simular ou emular diferentes situações, tendo-se como resultado qual a melhor situação entre diferentes alternativas. Exemplo: modelos para o projeto de Sistemas Flexíveis de Manufatura - FMS;
- entendimento, já que o modelo contém diversas informações a respeito da empresa. Independente do nível de detalhamento, diversas visões do modelo, e consequentemente da empresa, podem ser extraídos, na forma de relatórios, comunicados, gráficos, entre outros. Um exemplo é a utilização do modelo por parte de uma empresa de auditoria;
- qualidade, pois a documentação gerada no desenvolvimento do modelo pode ser utilizado, como mencionado anteriormente, por empresas de auditoria e certificação da qualidade. Um exemplo é a utilização do modelo para a certificação na série ISO 9000 e
- custos, já que pode agregar-se o custo de cada atividade representada no modelo, definindo-se com maior precisão os custos indiretos da empresa.

2.4.3.2. As Visões de um Modelo de Empresa

Para poder representar adequadamente a complexidade de uma empresa, uma simplificação é realizada através da divisão do modelo de empresa em visões. Uma visão de um modelo de empresa é, portanto, a representação de uma parte de sua realidade, através de determinados meios, tais como texto descritivo, fluxograma, entre outros. Um modelo de empresa pode ter diversas visões. Quanto maior o número de visões maior a capacidade de representar a realidade da empresa. Por outro lado, maior o custo de modelamento e a dificuldade de integrar estas visões em um modelo único.

Uma analogia pode ser feita com o modelo de uma casa, onde pode-se representá-lo pelos seus esquemas hidráulico, elétrico, estrutural, arquitetônico, entre outros. Cada um destes esquemas é uma visão do modelo da casa. O modelamento, neste caso, é feito, principalmente, através de representação gráfica (desenhos).

Uma vez estabelecidas as visões do modelo de empresa, estas devem ter seu relacionamento definido, como por exemplo, de que forma uma alteração de uma

função da empresa afeta a qualificação de uma pessoa e assim por diante. Neste caso, as visões do modelo são funções e qualificação de pessoal. Este relacionamento define uma estrutura, que é denominada de meta base de dados [SCH93]. A meta base de dados é um modelo lógico de informações, onde está representado o relacionamento entre as informações contidas em cada visão.

A seguir são apresentados alguns modelos de empresa e suas respectivas visões.

CIM OSA

O CIM-OSA possui quatro visões em seu modelo:

- funções;
- informações;
- recursos e
- organização.

Na literatura estudada somente as visões de funções e dados foram detalhadas, porém, sem caracterizar sua estrutura de relacionamento. Desta forma, optou-se por não realizar uma descrição da estrutura do CIM-OSA.

Süssenguth

O modelo proposto por Süssenguth, mostrado na **Figura 2.35**, apresenta em sua estrutura oito visões classificadas em processo de produção, informações técnicas e informações não técnicas. Dentro do processo de produção, que é considerado o núcleo do modelo de empresa¹, estão as visões de funções e dados. Já nas informações técnicas estão contidas as visões de aplicativos, sistemas de armazenagem de dados, sistemas de comunicação e hardware. Por fim, nas informações não técnicas são alocadas as visões de pessoal e qualificação e de unidades organizacionais.

¹Na proposta de Süssenguth, o modelo de empresa é derivado do modelo de referência. Neste trabalho adotou-se como o maior nível de derivação o termo modelo de empresa. Portanto, apesar de em seu trabalho original este modelo ser denominado de referência ("CIM-Referenzmodell"), este será denominado de empresa.

Este modelo é utilizado na proposta de planejamento e implantação do CIM de Süssenguth, apresentando como característica uma descrição mais detalhada da empresa, abstraindo da realidade aspectos pertinentes ao CIM.

O relacionamento entre as oito visões é dado por três classes/objeto:

- pedido,
- recursos e
- produto

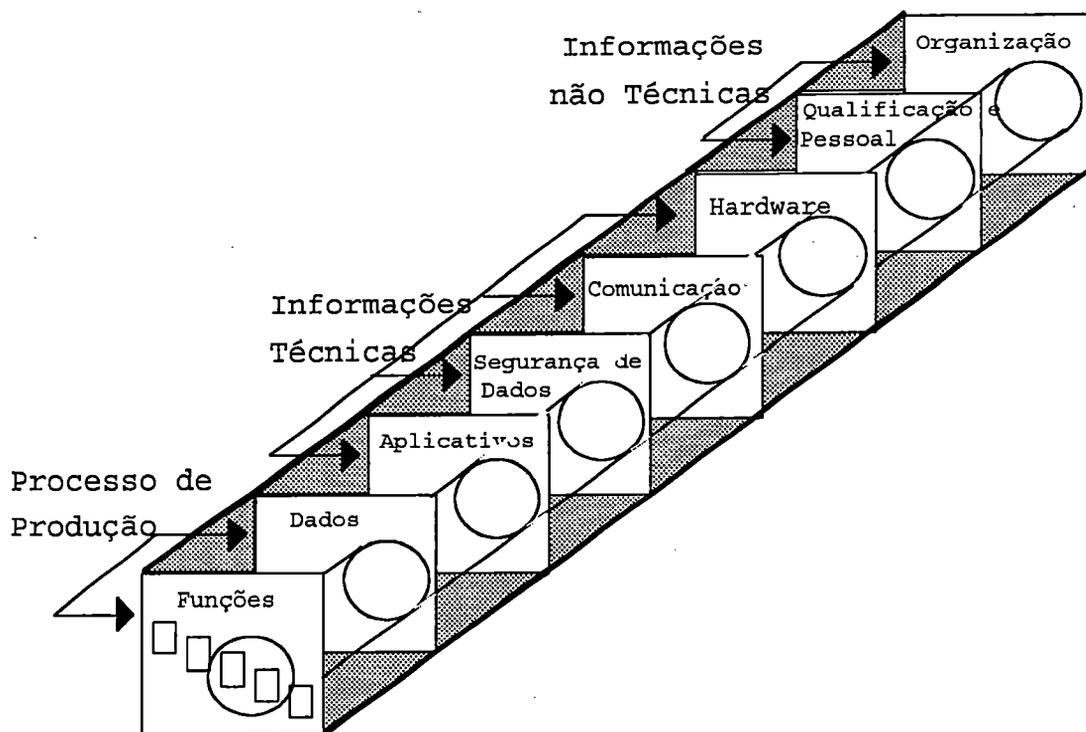


Figura 2.35 - Modelo de empresa CIM segundo Süssenguth [SÜS92]

utilizando-se dos conceitos do paradigma de orientação por objeto. Desta forma, apesar de existirem oito visões, estas estão relacionadas através das três classes/objeto que herdaram suas propriedades aos demais objetos da empresa. O modelo de empresa é constituído, portanto, das diversas instanciações das classes/objeto definidas nas visões.

ARIS

O modelo de empresa da ARIS possui quatro visões iniciais resultantes da derivação do modelo geral de processos e que estão representadas na **Figura 2.36**:

- dados, que constitui de eventos e condições ambientais que são representados como objetos de informação;
- processos, que contém a descrição de regras de processos e sua estrutura;
- organização, que constitui de unidade organizacional e usuários devido a forte relação entre esses dois elementos e
- recursos, que contém equipamentos de tecnologia de informação.

Uma quinta visão, de controle, é desenvolvida para controlar as ligações entre as outras visões. Esta visão, tem como principal finalidade, indicar a dinâmica existente entre as visões de processos e dados. Com relação ao processo de desenvolvimento de visões observa-se que:

- uma visão pode ser desenvolvida sem que as outras visões estejam disponíveis e
- o fato da visão de recursos suportar o desenvolvimento a integração dos sistemas de informação faz com que ela seja tratada dentro das demais visões.

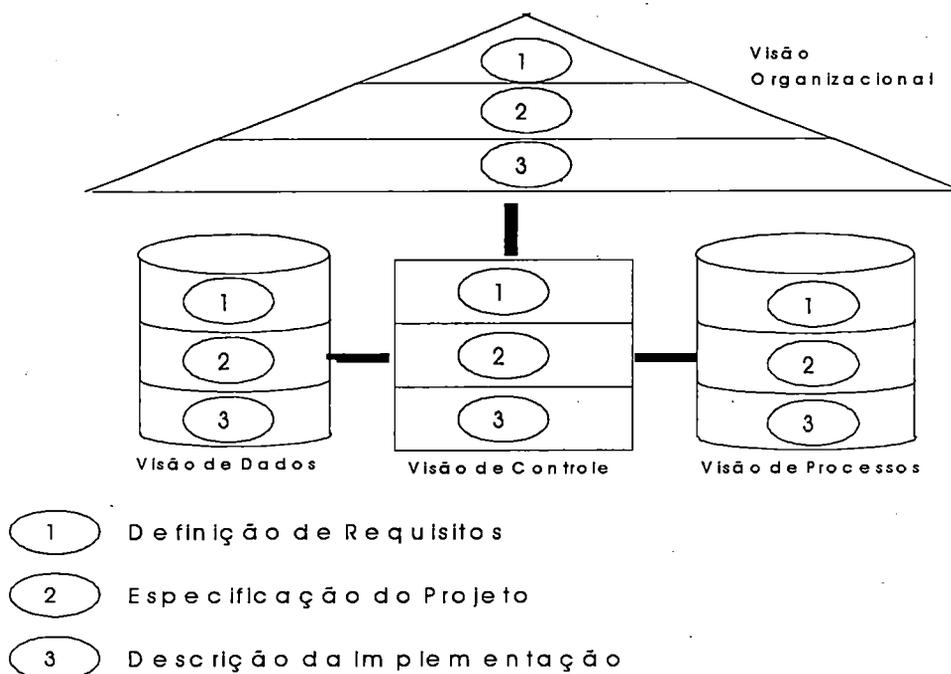


Figura 2.36 - As Quatro Visões da Derivação

Uma nova derivação é realizada para definir as visões finais do modelo de empresa da ARIS, que são então:

- visão de dados que contém as informações e seus relacionamentos os quais são relevantes para as estratégias da empresa;
- visão de função que contém os procedimentos que transformam as informações;
- visão de organização que focaliza a estrutura da organização e usuários dos sistemas de informação. Os modelos para o projeto de interfaces com usuários e organogramas são relevantes nesta visão e
- visão de controle que é o elo de ligação entre as três visões anteriores.

A seguir são mencionados e analisados alguns métodos de desenvolvimento de modelos.

2.4.3.3. Métodos para o Desenvolvimento de Modelos de Empresa

Alguns trabalhos realizaram um estudo comparativo entre métodos de modelagem, direcionados segundo uma necessidade ou aplicação [SÜS91, KLE90, TRA90]. Nenhum destes, porém, foi direcionado para a aplicação específica no planejamento e implantação do CIM.

Foram selecionados alguns métodos para uma análise mais detalhada, segundo sua aplicação prática citada nos estudos comparativos. Foram selecionados, portanto, os seguintes métodos:

“Structured Analysis and Design Technique - SADT”

Este método foi desenvolvido na década de 70, sendo utilizado para análise e projeto de software [KLE90]. A análise ocorre de forma hierárquica de cima para baixo. O método possui elementos básicos de construção, os quais são utilizados para representação de seus objetos. A função é representada por um retângulo e as (Figura 2.37):

- informações de entrada;
- informações de saída;
- informações de controle e

□ os recursos

são representadas por setas.

Cada função é uma parte de outra de maior nível, caracterizando uma decomposição hierárquica. Para cada nível de modelamento é permitida no máximo a representação de seis funções. Para identificação das funções é atribuída a estas um número, semelhante a um índice.

Esta estrutura pode ser usada também para se modelar os dados, onde então as entradas e saídas são funções.

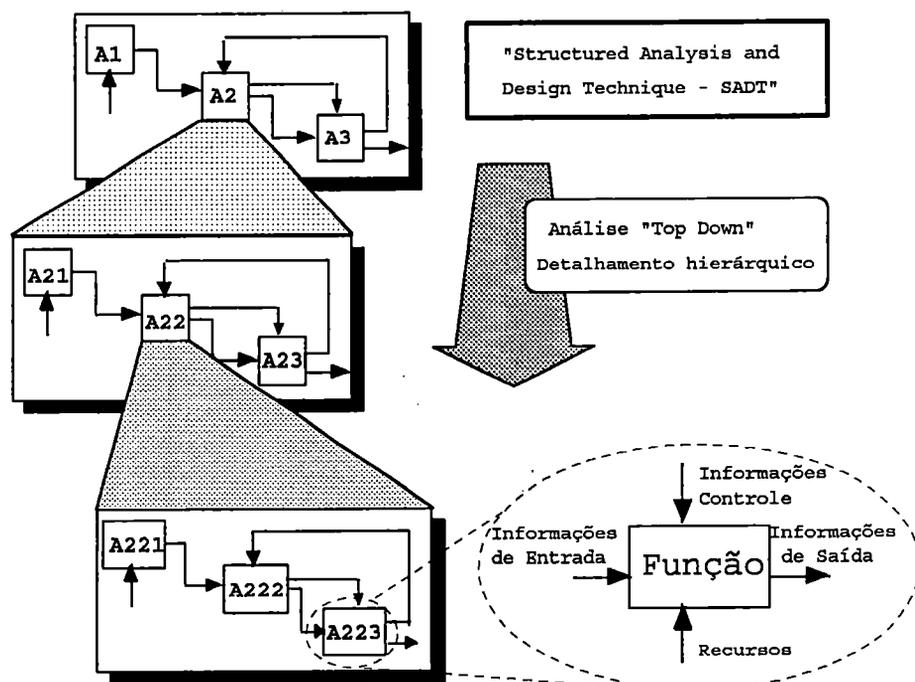


Figura 2.37 - Diagrama SADT

ICAM Definition - IDEF

Esta definição foi desenvolvida pela Força Aérea Americana dentro do Projeto "US-Air Force Program for Integrated Computer Aided Manufacturing - ICAM".

O IDEF foi desenvolvido com base no SADT, porém, com uma função principal de auxílio na implantação de softwares dentro dos ambientes de produção. As entradas e saídas podem ser informações ou objetos [TRA90].

O IDEF é composto por três métodos:

- IDEF 0, que faz o modelamento de funções;
- IDEF 1, que faz o modelamento de dados e
- IDEF 2, que serve para representar um modelo dinâmico, com base nos dois métodos anteriores.

O IDEF 0 permite a divisão ou conjunção de funções, além de ter um sentido bidirecional de informações, que permite uma melhor visualização de interações entre as funções.

Assim como no SADT, o IDEF é estruturado de maneira hierárquica, com no máximo seis funções por nível de detalhamento. Usa também do SADT o sistema de identificação numérica.

Modelo de Entidade/Relacionamento

Este método foi desenvolvido por Peter Chen para auxiliar o desenvolvimento de sistemas de informação. Com este método é possível se determinar quais os dados existentes e necessários para o sistema e qual o seu relacionamento [CHE90].

O objetivo de utilização do modelo é de se analisar o fluxo interno de informações da empresa e auxiliar na especificação da base de dados da empresa. O modelo divide o sistema em entidades e seus relacionamentos. As entidades e relacionamentos possuem informações sobre estes, que são seus atributos e possuem uma representação, como mostrado no Diagrama de Entidade/Relacionamento da **Figura 2.38**. Para identificação única de uma entidade é atribuída uma identificação denominada de chave, que é na realidade de um ou uma combinação de atributos.

Os relacionamentos podem ser de (cardinalidade):

- uma entidade para outra (1:1);
- uma para outras (1:n) ou
- de várias entidades para outras (n:m).

Este modelo não permite uma representação ou decomposição hierárquica, estando portanto todos os seus elementos em um mesmo nível. Seu detalhamento fica a critério da pessoa responsável pelo modelamento.

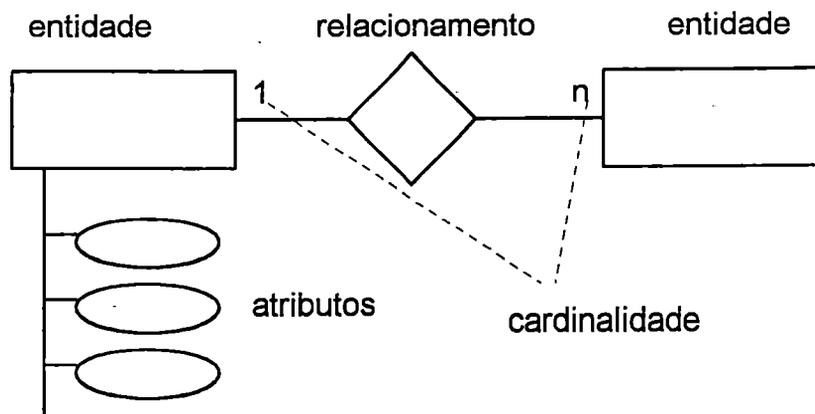


Figura 2.38 - Elementos do Diagrama de Entidade/Relacionamento

Redes de Petri

Este método foi desenvolvido por Petri, e possui hoje diversas variações. A sua utilização dá-se principalmente no planejamento de sistemas de produção, processos de controle e no desenvolvimento de sistemas operacionais. Ele permite uma análise dinâmica de funções ou processos, tendo grande aplicação em softwares com necessidades de tempo real ou simulação.

A rede de Petri possui quatro elementos básicos (**Figura 2.39**):

- condições, que descrevem a situação de um sistema ou processo, representado por um círculo (○);
- eventos, que são funções, representado por um retângulo (□);
- arcos orientados, que fornece a ligação entre os elementos anteriores, dando assim sua lógica, representado por uma flecha (→) e
- marcas ⊙

As condições podem ser requisitos de uma função ou resultado, dependendo do sentido dos arcos orientados. Ao contrário de outros métodos de modelamento, não existe uma metodologia no procedimento de modelamento. É sugerido iniciar-se com uma representação estática da situação, com a definição das condições e das funções. Com a ligação destes em pares, são formados os processos elementares. Assim é formada uma rede, que permite o desenvolvimento de um modelo dinâmico de um sistema, possibilitando uma simulação.

A rede de Petri é uma ferramenta formal acompanhada de representação gráfica que possibilita modelar situações ou sistemas, sem possuir um nível diferenciado de descrição de sistemas. Pela sua composição, é um método de

modelamento que se inicia de baixo para cima ("bottom-up"), que permite uma visão global ao longo do tempo. (encontra-se na literatura modelagens "up-down" em formas hierárquicas, principalmente com GRAFSET que é uma das extensões da Rede de Petri).

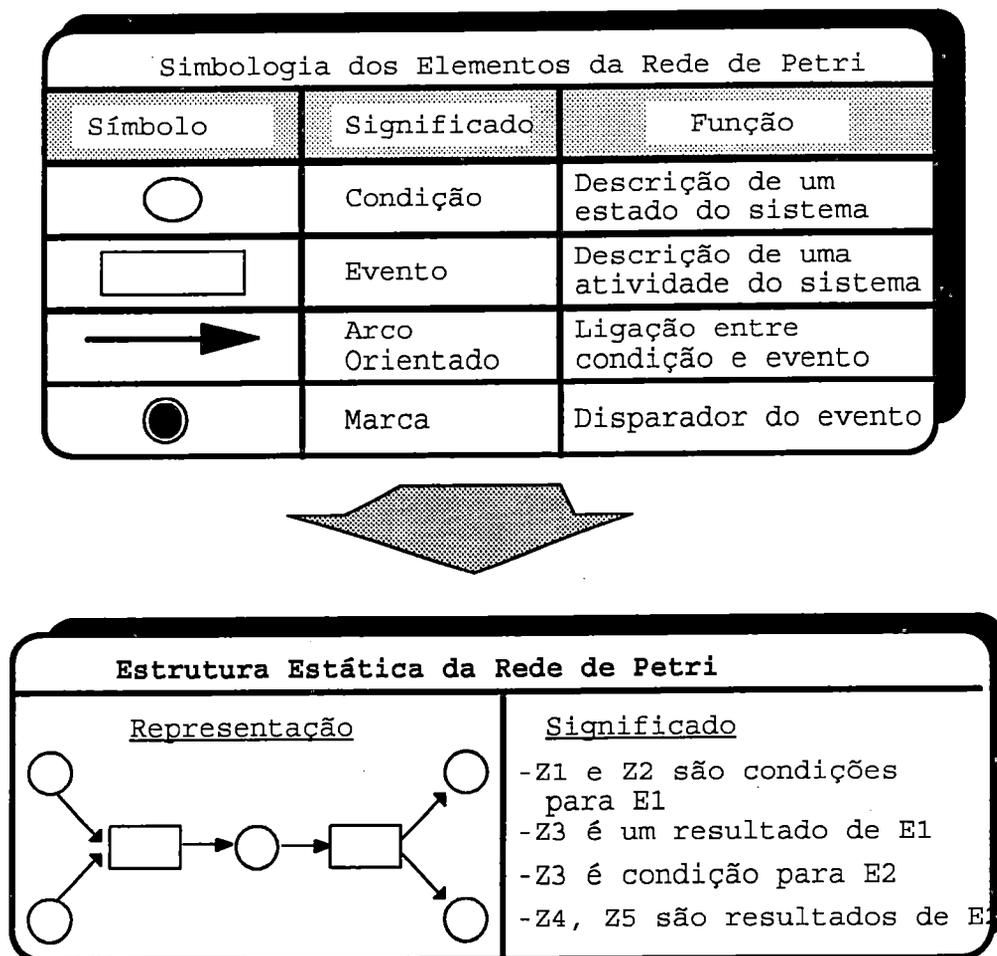


Figura 2.39 - Simbologia da Rede de Petri

Diagrama de Fluxo de Dados

O Diagrama de Fluxo de Dados - DFD é um método hierárquico de modelamento, em um processo de cima para baixo [GAN83]. Representa, basicamente, o local de armazenagem dos dados e seu fluxo para dois tipos de objeto, que são as entidades externas e os processos. O DFD utiliza portanto basicamente quatro elementos, descritos a seguir (**Figura 2.40**):

- depósito de dados, que representa o local onde os dados são armazenados;

- entidade externa, que representa um elemento que se situa fora do ambiente modelado, sendo um contudo um elemento final de transações;
- processo, que significa uma atividade ou função e
- fluxo, que une os três elementos anteriores, representando um determinado sentido do fluxo de dados.

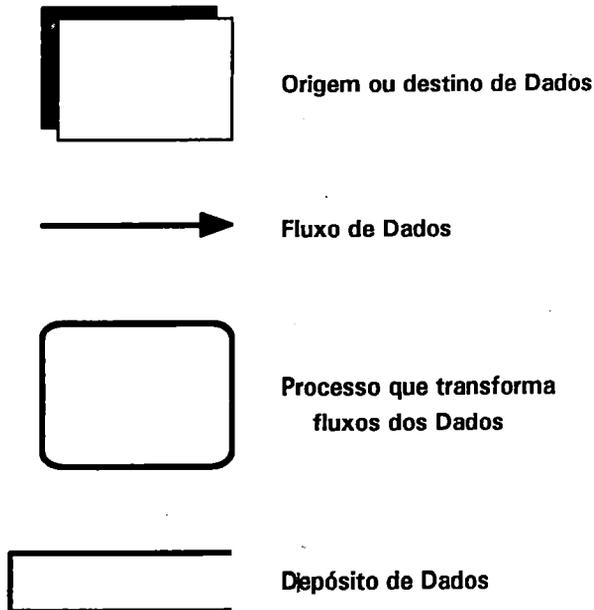


Figura 2.40 - Elementos do Diagrama de Fluxo de Dados - DFD

Orientação por objetos

A orientação por objetos não é um método, e sim um novo paradigma de desenvolvimento de sistemas. Tradicionalmente, o paradigma estruturado foi o enfoque que mais utilizado. O objetivo da orientação por objetos é aumentar o nível de abstração do desenvolvimento, tornando-o mais próximo da maneira do homem de pensar. Além disso, possibilita maior expansibilidade do sistema, já que mudanças funcionais não alteram a estrutura do sistema.

Alguns métodos foram apresentados no sentido de suportar a orientação a objetos. Por ser bastante recente, no entanto, ainda existe discussão com relação aos requisitos dos métodos a serem adotados. De todo modo, os conceitos básicos apresentados por este paradigma, segundo a notação de Coad & Yourdon, são os seguintes [COA93]:

- ❑ Objeto: uma entidade do mundo real, a qual possui características (conteúdo de seus atributos) e apresenta um comportamento (respostas de seus serviços);
- ❑ Classe : uma forma de agrupar objetos que contém atributos e serviços comuns. Desta forma, objetos são instâncias de uma classe. Por exemplo, os objetos João, 23 anos, e José, 35 anos, são instâncias da classe Pessoa, de atributos Nome e Idade.
- ❑ Abstração: forma de lidar com a complexidade, ignorando aspectos que não sejam relevantes ao assunto em estudo.

Os principais mecanismos de abstração são mostrados a seguir.

- ❑ Agregação: quando um ou mais objetos são componentes de um outro, forma-se uma relação chamada parte/todo. Por exemplo, chassi e motor são partes de um automóvel.
- ❑ Herança: classes que contém características comuns podem possuir uma *classe-base*, a qual contempla tais características. Exemplo: as classes Aluno e Professor possuem características comuns, apresentadas na classe Pessoa.
- ❑ Associação: mecanismo de abstração onde as classes são agrupadas, sendo encaradas como elementos de um conjunto de nível mais alto.
- ❑ Encapsulamento: cada módulo tem uma interface definida, de modo a fornecer aos demais módulos as informações necessárias, sem revelar sua estrutura.
- ❑ Extensibilidade: conceito relacionado ao mecanismo de herança, e que permite a adição de novas classes sem que alterações profundas sejam feitas.
- ❑ Comunicação por mensagens: a obtenção de informações sobre um objeto por um outro é feita através da emissão de uma mensagem do objeto emissor (o que deseja a informação) para o receptor (o que responde a mensagem), o que privilegia o encapsulamento.

A abrangência destes princípios deixa claro que a orientação por objetos, apesar de necessitar de uma análise mais criteriosa que nos paradigmas tradicionais, traz aumentos de produtividade e qualidade ao projeto e seu desenvolvimento, já que, ao aproximar-se da forma humana de pensar, aproxima também a linguagem do analista à do usuário. Além disso, a modularidade que se cria permite a reutilização de código em outros projetos.

3. IDENTIFICAÇÃO DOS REQUISITOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA

O presente capítulo realiza uma análise da revisão bibliográfica, principalmente sobre o planejamento e implantação do CIM, buscando identificar os requisitos a serem atendidos pela metodologia. São analisados aspectos complementares que devem ser considerados na metodologia, segundo as abordagens das definições de CIM.

3.1. Análise Sistemática da Revisão

A análise realizada enfoca todos os itens da revisão bibliográfica, com exceção do item Componentes CIM. Dentro do item metodologia são analisados determinados pontos identificados como importantes para a proposição da metodologia. Dentro da própria análise são levantados os requisitos, identificados por uma numeração entre parênteses (Rx). Os requisitos levantados são listados na parte final do capítulo.

3.1.1. Definições do CIM

A diversidade de definições apresentadas no Capítulo 2 demonstram que o CIM pode ser interpretado de diferentes formas e abordagens. Cada empresa irá adotar uma definição, ou criar uma nova, segundo suas particularidades (R1).

Todavia existem pontos de concordância entre as definições. O mais evidente é de que o CIM não é um produto a ser adquirido (R2). O CIM é segundo diversos dos autores citados uma nova forma de produção, estratégia, concepção ou filosofia que tem implicações em toda a empresa, como em sua organização, qualificação de pessoal, visualização e definição de seus processos de produção, fluxos de materiais e informação e outros mais.

A abordagem mercadológica não apresenta importância do ponto de vista das empresas usuárias do CIM, mas é significativa para que estas sejam alertadas contra fornecedores de software que não tenham uma proposta real de integração de seus produtos.

A definição que melhor se adequa ao presente trabalho é a terminologia definida por Süssenguth em 1991, onde o CIM é uma estratégia de utilização da

tecnologia de informações, para integração das atividades do processo produtivo da empresa para atingir os seus objetivos de negócio [SÜS91] (R3).

Esta estratégia, submetida a metas quantificadas, em um determinado prazo e com os recursos necessários torna-se um projeto, definido neste trabalho como **projeto de integração (R4) (Figura 3.1)**. O projeto de integração é um conjunto de etapas e de sub-projetos, denominados no presente trabalho de **projetos parciais (R5)**. Os projetos parciais são definidos com base na estratégia de negócios da empresa, os recursos disponíveis e suas potencialidades. Em quase todas as definições apresentadas, o resultado da implantação da integração da manufatura por computador, caracterizado como um projeto, auxilia a empresa a atingir seus objetivos de negócio, através de projetos parciais, tais como a implantação dos seus componentes descritos em 2.2.

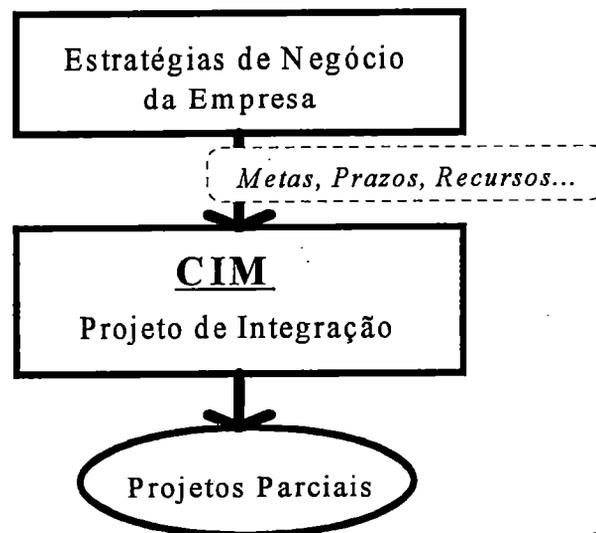


Figura 3.1. - Estrutura do Projeto de Integração

A interpretação do CIM como um produto ou um projeto isolado cria um problema de expectativa de resultados, pois como foi caracterizado na revisão das metodologias, existe uma grande dificuldade em se justificar economicamente a sua implantação.

3.1.2. Modelos de Representação

A grande utilidade dos modelos de representação é seu caráter de divulgação e comunicação internos e externos a uma empresa. A utilização de um modelo de representação permite apresentar a um determinado grupo ou a toda empresa determinados aspectos de um projeto de integração, tais como objetivos, recursos e componentes CIM utilizados, áreas beneficiadas, entre outros. Sua utilização foi mais intensa no fim da década de 80, quando o CIM encontrava-se em uma fase inicial de implantação e onde era considerado como um fator de competitividade pela sua simples utilização. Era importante portanto possuir uma forma de sua representação a clientes e aos setores industrial e acadêmico.

Nota-se uma distinção de representação entre os três setores estudados. As empresas usuárias demonstram em seus modelos os softwares implantados, buscando assim demonstrar a utilização de uma tecnologia avançada. Já as empresas fornecedoras de softwares buscam em seus modelos passar uma imagem de neutralidade, para que seu modelo seja independente de softwares específicos, garantindo assim que qualquer software novo a ser comercializado esteja inserido em seu modelo. Esta observação comprova a importância da abordagem mercadológica descrita na revisão de definições. Por fim, os modelos de representação das instituições de ensino e pesquisa norteiam-se igualmente pela neutralidade

A necessidade de uma metodologia desenvolver um modelo de representação não se justifica como essencial. A metodologia deve porém prever uma discussão sobre o desenvolvimento de um modelo de representação (R6).

3.1.3. Metodologias de Planejamento e Implantação

A análise sobre as metodologias foi dividida segundo os tópicos considerados mais significativos, como descrito a seguir.

3.1.3.1. Relacionamento com Estratégia de Negócios

A importância do estabelecimento ou da discussão da estratégia de negócios da empresa no projeto de integração não é consensual. Para alguns autores, a estratégia deve ser simplesmente fornecida ao projeto, sendo esta a diretriz para se definir as suas metas e as dos projetos parciais. Para outros autores, como Scheer e

Süssenguth, o próprio CIM é uma parte da estratégia da empresa, sendo então primeiramente necessária sua análise e definição em relação às outras estratégias existentes na empresa [SCH90-2, SÜS91]. Todas as metodologias definem CIM como um elemento fundamental para a garantia dos negócios da empresa no futuro.

A consonância dos objetivos de um projeto de integração com os objetivos de negócio da empresa é um fator primordial para o seu sucesso (R7). Fica claro, porém, que não existe uma definição precisa em que fase de um projeto de integração este relacionamento entre os objetivos é estabelecido e igualmente de quem é esta responsabilidade. A metodologia deve, portanto, definir qual enfoque irá ser adotado no projeto de integração (R8).

Tanto Süssenguth como Rozenfeld apresentam uma abordagem onde é essencial que se tenha uma visão de longo prazo no projeto de integração fornecida pelas estratégias de negócios, porém com implantação gradual e determinada segundo as condições da empresa (R9) [ROZ92, SÜS91].

Outra forma de se definir as metas de um projeto de integração é aplicá-lo somente a uma linha de produtos da empresa [BIN90-1]. Desta forma, incorre-se em uma simplificação, que pode ser importante em projetos de integração complexos. Todavia, esta opção pode comprometer todo um projeto de integração, uma vez escolhido uma linha de produtos que não possua penetração de mercado por motivos exógenos ao projeto de integração. Caso isto ocorra, a viabilidade de se aplicar o CIM como uma estratégia de competitividade a outras linhas de produto é baixa (R10).

3.1.3.2. Definição de Métodos para a Justificativa de Projetos

O ponto de maior divergência entre as metodologias apresentadas é quanto ao método para justificativa dos projetos de integração e de seus projetos parciais, seja ela econômica ou não. Como descrito na revisão por alguns profissionais de empresa sobre as suas justificativas para a implantação do CIM, pode-se observar uma utilização de critérios subjetivos. Estes critérios subjetivos não são todavia confiáveis para se tomar decisões entre um projeto parcial e outro (R11).

Talvez a maior barreira seja transformar os fatores não quantificáveis em fatores mensuráveis (R12). Nas propostas apresentadas é assumido um valor relativo ou de comparação entre os projetos, de acordo com a avaliação e importância atribuída pelas pessoas da empresa (R13). Estas pessoas podem ser de nível executivo, gerencial e operacional.

A forma de priorização de projetos apresentada pela IBM é interessante, mas não detalha como se quantificar a potencialidade e facilidade de implantação [IBM87]. Em projetos como os de integração deve-se realizar uma análise de risco (R14). A análise de risco fornece aos tomadores de decisão um parâmetro importante na priorização de projetos parciais, já que pode-se identificar projetos de baixo volume de capital, porém, com grande retorno em áreas consideradas estratégicas da empresa.

Por fim, é importante apresentar um número de alternativas a cada projeto proposto (R15). Estas alternativas, porém, devem evitar a formação de ilhas de integração, que no caso de projetos CIM possuem um custo indireto alto.

3.1.3.3. Formação e Desenvolvimento da Equipe

A qualificação e capacitação da equipe ou grupo responsável pelo projeto de integração é um dos aspectos mais ressaltados entre as metodologias para o sucesso da implantação. Apesar dos projetos terem um escopo técnico relevante, sua implantação depende fundamentalmente de aspectos não técnicos (R16).

O primeiro ponto de destaque, no que se refere a formação de uma equipe do projeto de integração é a participação da alta gerência, mesmo através de um representante ou pessoa indicada (R17). Esta participação é fundamental, já que é uma garantia que tanto o projeto de integração, quanto os projetos parciais estejam sempre alinhados aos objetivos de negócio da empresa. Além disso, ela cria um comprometimento e credibilidade essenciais ao projeto perante todos os níveis da empresa (R18).

Deve-se atentar ao fato da necessidade de criação de várias equipes, tantas quanto forem os projetos parciais, além da equipe do projeto de integração (R19). Não há, porém, um consenso quanto aos integrantes de uma equipe de projeto de integração, no que se refere aos seus conhecimentos, personalidade, relacionamento com os outros funcionários, atividades e responsabilidades, entre outros tópicos. Segundo alguns autores faz-se necessária a participação dos coordenadores de cada área da empresa, enquanto outros destacam a necessidade da participação de pessoa externas. Uma metodologia deve definir estes aspectos (R20).

Em empresas de grande porte, pode-se encontrar todos os tipos de profissional necessários à criação de um projeto de integração, já em empresas de médio e pequeno porte o auxílio externo é as vezes imprescindível (R21).

Um aspecto muito importante é o treinamento da equipe responsável pelo projeto de integração, antes mesmo de se definir alguns de seus projetos parciais (R22). Vários conhecimentos são necessários para a gerência de um projeto de integração, muitas vezes difíceis de se encontrar em uma pessoa. São exemplos destes conhecimentos a experiência profissional e familiarização com a empresa, a liderança perante todos os níveis da empresa, a capacidade de acompanhamento de novas tecnologias (principalmente de informação), a capacidade de gerenciamento de projetos e outros mais.

Não foi encontrado nenhum trabalho onde se detalhe a quantidade de pessoas de uma equipe de projeto de integração e parciais, seu perfil profissional e pessoal, atividades a serem desenvolvidas. Este aspecto é de relevante importância (R23).

Uma das primeiras necessidades de uma equipe responsável pelo projeto de integração é sua localização dentro da organização da empresa (R24). Esta localização significa definir a quem a equipe se reporta. Como seu objetivo é desenvolver e coordenar um projeto de integração, que é caracterizado pela sua longa duração e envolvimento com diferentes áreas de uma empresa, além de sua importância estratégica, é importante que a equipe esteja formalmente constituída. A IBM propõe a criação de um comitê para que o desenvolvimento do projeto esteja formalizado, não especificando a necessidade de dedicação integral ao projeto [IBM87]. Já Mählick e Panskus propõe a criação de grupos, sem contudo especificá-los [MÄH90].

3.1.3.4. Manutenção de uma Visão Geral da Empresa

Em todas as metodologias foi enfatizada a necessidade de se possuir uma visão global da empresa (R25), sem que estas tenham uma proposta para tanto. Esta visão é importante para evitar a formação de ilhas de integração (R26), um dos problemas mais citados na revisão. Outro fator que leva à necessidade de se obter uma visão global constante da empresa, é o caráter de interrelacionamento entre os projetos parciais, ou seja, o reflexo de um projeto sobre as demais áreas da empresa.

A forma de se atingir esta visão geral constante e atualizada é através do registro e documentação de diferentes visões da empresa. Isto pode ser obtido pela utilização de um modelo de empresa (R27). Tais modelos permitem que qualquer participante, desde que tenha familiarização com o método utilizado para se desenvolver o modelo (R28), possua rapidamente um entendimento e visualização de diferentes aspectos da empresa.

Diversas medidas podem ser tomadas quando da existência de uma forma de se entender e visualizar a empresa. Porém, poucas metodologias apresentadas na revisão possuem algum enfoque ou proposta neste sentido.

3.1.3.5. Levantamento da Situação Atual da Empresa

O levantamento da situação atual da empresa visa fornecer um entendimento e parâmetros para inicialização do projeto de integração (R29). Um projeto de integração, porém, possui uma característica de ser relacionado com a área de desenvolvimento de softwares, o que peculiariza a forma deste levantamento.

Este levantamento pode ser interpretado como a fase de especificação da engenharia de software e muito enfocada na metodologia do CIM-OSA [PET92]. É interessante, porém, que o formalismo (ou método) utilizado para se descrever a situação atual seja semelhante ao formalismo para especificação e projetos de software (R30).

Todas as metodologias apresentadas possuem uma fase de levantamento ou análise da situação atual, sendo que a única que relata formalmente a forma de descrição é a metodologia do CIM-OSA. Como já citado, é proposta por uma das metodologias uma análise inicial focada somente em um produto ou determinada linha. Este enfoque, porém, apresenta a problemática de ter que compartilhar funções comuns a vários produtos, principalmente, de áreas administrativas e de engenharia.

É discutível também o excesso de informações e de formalismos e o nível de detalhamento do levantamento da situação atual. É, portanto, fundamental que a equipe do projeto de integração estabeleça com clareza quais os objetivos a serem alcançados com o levantamento e que estabeleça prazos e marcos rigorosos, para que esta fase não ocupe muito tempo e recursos (R31). A demora, no levantamento, pode comprometer todo o projeto, já que pode desmotivar a equipe e a própria empresa pela demora de se definir melhorias, projetos e casos práticos de integração dentro da empresa.

Um levantamento bem realizado pode identificar projetos de curto prazo e com resultados significativos, o que é muito positivo pois traz um rápido retorno (R32). Pode também identificar possíveis falhas que até inviabilizem o projeto de integração. A abrangência do levantamento depende das visões que constituem o modelo da empresa.

Durante o processo de definição da situação atual várias pequenas soluções e sugestões devem surgir. É essencial que haja espaço pra a proposição destas alternativas (R33).

3.1.3.6. Definição da Situação Desejada

A definição de uma situação desejada, pode ou não ser definida em função dos recursos e da situação já existente na empresa (R34). Esta decisão deve ser tomada em relação aos negócios da empresa. Esta característica permite que as equipes dos projetos parciais se preocupem sempre com o objetivo de negócios e escolham componentes CIM atualizados tecnologicamente, que estejam de acordo com os padrões tecnológicos da empresa (R35).

É importante preservar as mesmas visões e métodos utilizados na análise da situação atual, o que deve facilitar o trabalho de identificação de potencialidades e deficiências no projeto de integração e parciais (R36, R37).

Um fator importante na definição de uma situação desejada é se analisar oportunidades de integração entre funções e áreas, mesmo que não estejam envolvidos softwares. Um exemplo deste tipo de integração é a Engenharia Simultânea, onde pessoas de diferentes áreas atuam conjuntamente para se conceber e projetar novos produtos. Uma representação deste tipo de integração é dada pela **Figura 3.2** [BRE91].

A utilização de um modelo de referência nesta fase pode ser extremamente útil, já que este pode fornecer uma série de índices e medidores de desempenho para uma situação desejada (R38). O modelo a ser utilizado deve possuir também alguns índices ou métricas que sirvam de parâmetro mensurável de desempenho (R39). Como citado, a alta gerência deve participar para definir a situação desejada fornecendo subsídios sobre a realidade de negócios da empresa (R40).

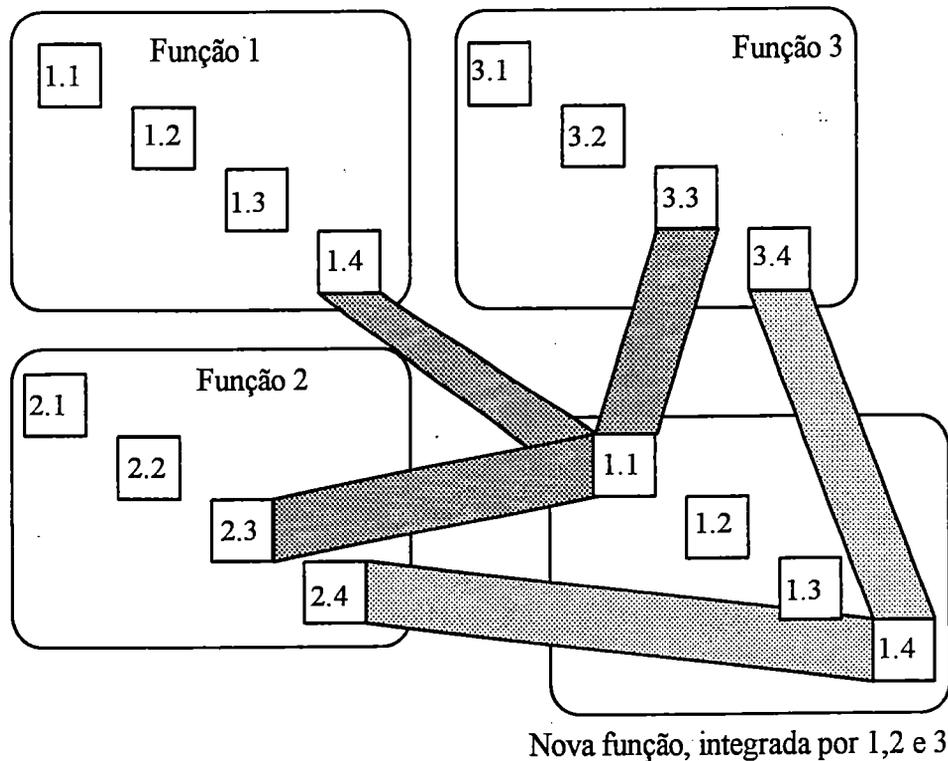


Figura 3.2 - Integração de Funções

3.1.3.7. Desenvolvimento ou Aquisição dos Componentes CIM

Um aspecto apresentado nas metodologias foi a escolha entre a aquisição de componentes CIM comerciais ou de seu desenvolvimento (R41). Uma tendência é a compra ao invés do desenvolvimento de softwares, pois a oferta é crescente a custos cada vez menores e o desenvolvimento pode não ser objetivo da empresa (R42).

A aquisição de softwares e equipamentos de apenas um fornecedor implica às vezes em uma dependência tecnológica e comercial, o que pode ser prejudicial. Em contrapartida, para o projeto de integração é interessante pois pode diminuir os custos de integração.

Neste sentido é que programas como o AMICE devem ser desenvolvidos, para se buscar um nível de padronização entre os fornecedores. Aliado a esta questão têm-se os constantes avanços no desenvolvimento de softwares, o que é difícil de ser acompanhado por uma empresa usuária. Não se deve descartar a possibilidade de desenvolvimento de software por pessoal próprio, mas este deve ser feito com um nível de formalismo muito grande, ou seja, documentação e modelos de dados e funções, entre outros aspectos que o tornem de fácil manutenção e integração.

Outro fator importante citado nas metodologias foi o da grande dificuldade para o acompanhamento dos avanços na tecnologia de informação (R43). O número de lançamentos de novos produtos, principalmente em áreas básicas como sistemas operacionais, sistemas gerenciadores de base de dados e redes, entre outros, torna-se um fator crítico na tomada de decisão de compra de componentes CIM. Desta forma, a decisão de compra de produtos sedimentados no mercado em relação a produtos novos, que porém apresentam um potencial de se tornar uma nova tendência, deve ser tomada cuidadosamente. Tais decisões criam um padrão e uma cultura de software e hardware na empresa, que não podem ser alterados rapidamente.

Por fim, deve-se ter claro qual o nível de investimento que a empresa possui para o desenvolvimento e aquisição dos componentes CIM (R44). Este item é um fator limitador nas tomadas de decisões.

3.1.3.8. Desenvolvimento de uma Infraestrutura de Integração

Algumas metodologias apresentadas têm como um ponto central a área de Tecnologia de Informações, como a arquitetura CIM-OSA e ARIS e a metodologia de Binner e Zahlten [BIN90-1, PET92]. Nestas metodologias a integração dá-se, principalmente, através desta tecnologia. Desta forma, estas metodologias buscam criar um ambiente onde a integração possa ocorrer gradualmente, mas sempre com uma baixa necessidade de alterações e novos investimentos.

A infraestrutura de integração é quem fornece os serviços comuns aos diferentes softwares existentes na empresa. Um exemplo de partes de uma infraestrutura de integração são os habilitadores de sistemas e aplicativos propostos pela IBM.

A maior dificuldade para o desenvolvimento de uma infraestrutura de integração é a diversidade de fabricantes, produtos e respectivas estratégias de desenvolvimento. É de interesse que programas como o AMICE busquem a padronização, mas é importante também que as empresas usuárias avaliem o momento de se adotar estes padrões (R46). Pode-se definir internamente uma infraestrutura de integração ou adotar de uma empresa fornecedora de softwares (R47).

3.1.3.9. Estabelecimento de Controles e Revisões

Os controles e revisões do projeto de integração devem ser definidos no seu início e planejados juntamente com as outras atividades (R48). Estes devem ocorrer com base em medidores de desempenho quantificados (prazo, custos, produtividade, entre outros), para que se possa comparar os resultados esperados com os atingidos, e então se tome as atitudes corretivas (R49).

Nenhuma das metodologias apresenta exemplos de medidas, mas destacam a sua importância e a necessidade de constantes correções nos projetos em andamento.

3.1.4. Arquiteturas de Integração

A utilização de arquiteturas de integração e modelos de referência como forma de planejamento e implantação do CIM mostra-se muito importante e com grande difusão, como descrito na revisão (R50). Existe também, uma ampla terminologia dentro desta área, sem que haja uma comumente aceita. Não há consenso também quanto às suas propostas.

Basicamente, as arquiteturas de integração propõe:

- um modelo de empresa, suas visões e métodos de construção e representação;
- um esquema para migrar do nível mais abstrato do modelo até um componente CIM e
- a utilização das informações de modelos de empresa semelhantes (modelos de referência).

Todavia nenhuma das arquiteturas revisadas enfoca aspectos do planejamento e implantação tais como capacitação de pessoal, análise de rentabilidade, entre outros.

Algumas das arquiteturas desenvolveram modelos próprios de referência, estabelecendo as suas visões e os métodos para seu desenvolvimento (R51). A aplicação das arquiteturas e seus modelos de referência tem contudo um objetivo claro, que é nortear e balizar, continuamente, a integração da manufatura, garantindo a implantação de forma integrada dos componentes CIM.

A adoção de uma arquitetura dentro de um projeto de integração permite uma comparação da situação da empresa com a de outras, através da comparação do modelo da empresa com o modelo de referência. Esta comparação traz diversos benefícios, tais como: identificação de potencialidades e deficiências de integração,

softwares comerciais que mais se adequem ao modelo da empresa, possibilidade de usá-lo como elemento de integração com clientes e fornecedores e outros (R52).

A proposta das arquiteturas de integração de padronizar o desenvolvimento de softwares, leva estas a propor metodologias direcionadas as empresas fornecedoras de softwares e não às empresas usuárias, como as de manufatura. Com isto, uma metodologia de planejamento e implantação do CIM não necessita ser àquela proposta pela arquitetura de integração, como no caso do CIM-OSA, mas deve procurar obedecer o seu formalismo (R53).

As empresas fornecedoras de softwares podem utilizar as arquiteturas de integração e modelos de referência como uma nova forma de comercializar seus produtos, pois ao garantir que seu software foi desenvolvido nos padrões de determinada arquitetura de integração, este atenda às necessidades da empresas que a adotem. Isto pode ser verificado na proposição da IBM, que desenvolveu uma arquitetura própria para seus produtos, mas também faz parte do projeto CIM-OSA. A participação da IBM mostra a importância que as empresas fornecedoras dedicam às iniciativas de padronização. Já isto não é notado na ARIS.

Em todas as propostas de modelos de empresa, nota-se que o seu núcleo são as visões de funções e dados (R54). Existe então uma diversidade no restante das visões, possibilitando a cada empresa definir quais as visões a serem representar em seu modelo. É importante ressaltar que quanto mais visões o modelo possuir, maior será a sua acuracidade, mas também maiores o tempo de desenvolvimento e o custo de sua manutenção e atualização. Outro fator fundamental é a integração entre as visões do modelo de referência, pois é ela que permite uma ampla visualização e entendimento da realidade da empresa (R55). É através da integração entre as visões do modelo que pode se avaliar por completo a implantação dos componentes CIM, permitindo uma análise de rentabilidade mais precisa. Além disso, este relacionamento entre as visões pode atuar como um integrador das funções da empresa, uma vez que pode registrar os seus responsáveis, organização executora e usuária e outros aspectos.

Nota-se que as arquiteturas de integração são direcionadas mais às empresas e instituições desenvolvedoras de softwares ou prestadoras de serviços na área de CIM. O modelo de referência é de maior utilidade à empresa que está planejando e implantando o CIM. É igualmente importante se analisar quais os métodos utilizados no desenvolvimento dos modelos, pois estes devem ser conhecidos e de fácil utilização (R56).

3.1.5. Modelo de Empresa

Todas as metodologias descritas na revisão citam a utilização de um modelo de empresa para o planejamento e implantação do CIM (R57). O modelo de empresa deriva de três formas da metodologia de planejamento e implantação, como mostrado a seguir:

- sem o suporte de arquiteturas de integração;
- com o suporte de arquiteturas de integração e sem modelos de referência e
- com o suporte de arquiteturas de integração e com modelos de referência.

A grande aplicação dos modelos de empresa se deve à complexidade e abrangência inerentes a um projeto de integração, como descrito na revisão. Os modelos de empresa propostos buscam, basicamente, representar diferentes visões da situação atual ou desejada de uma empresa, permitindo desta forma uma simplificação no gerenciamento do projeto de integração e em seus projetos parciais. Além disso, o modelo de empresa pode servir como ponto inicial para o desenvolvimento ou aquisição de software, como proposto pelo CIM-OSA e ARIS (R58).

Um ponto importante verificado na revisão para o desenvolvimento de um modelo de empresa é se trabalhar com as funções de uma empresa, independente do nível de implantação, ou seja, sem as limitações impostas por quem vai executá-las, seja manualmente ou com o apoio de softwares.

Outro aspecto positivo citado entre os usuários de modelos de empresa é sua capacidade de funcionar com um veículo de comunicação e motivação (R59). Os responsáveis pelas funções modeladas conseguem identificar rapidamente e com facilidade a relação de suas funções com as outras da empresa, possibilitando uma forma de comunicação mais direta e autônoma entre os profissionais, que é também um fator motivacional.

Pode ser observado também a utilização do modelo de empresa como entrada de dados para sistemas de repositório ou de Metabase de dados, como proposto na ARIS (R60). Estes sistemas utilizam-se dos dados existentes no modelo de empresa para coordenar a integração entre as funções da empresa.

3.2.Considerações Complementares para o Planejamento e Implantação do CIM

No item anterior foram identificados requisitos através da análise da revisão. A seguir, será feita uma análise complementar segundo a classificação por abordagem das definições de CIM (Capítulo 2), com o objetivo de identificar todos os requisitos necessários a proposição de uma metodologia, e também de se estabelecer alguns benefícios do CIM que devem ser buscados quando de seu planejamento.

3.2.1.Abordagem Estratégica

Os diferentes tipos de estratégias incorrem na determinação de planos e projetos, e conseqüentemente, na alocação de recursos e investimentos. A elaboração de diferentes estratégias sem o estabelecimento de um alinhamento entre elas pode incorrer em uma redundância entre projetos ou mesmo na sua incompatibilidade (R61). Muitos destes projetos possuem uma sobreposição, ou seja, decisões tomadas em um projeto acarretam conseqüências em outros projetos.

Os projetos parciais possuem um forte aspecto de interrelacionamento, como verificado no Capítulo 2. O estabelecimento de um padrão de comunicação de equipamentos no nível de chão de fábrica pode inviabilizar sua integração com softwares administrativos, ou então com softwares de empresas clientes ou fornecedoras, e assim por diante (R62). Este interrelacionamento pode ser acrescido em importância se analisada a perspectiva de um nível maior de integração de negócios entre empresas, como visto na Figura 1.1. Torna-se portanto essencial que haja uma coordenação entre os diferentes projetos dentro de uma empresa (R63).

3.2.2.Abordagem Organizacional

A Manufatura Integrada por Computador traz à empresa novas necessidades na sua forma de organização, principalmente para aquelas estruturas de forma muito "Taylorista", ou seja, com alto grau de divisão do trabalho. O CIM exige uma integração entre funções, pessoas e áreas da empresa, que é proporcionalmente mais difícil de se atingir quantos forem a sua quantidade, assim como o número de seus níveis hierárquicos (R64, R65).

A empresa deve buscar reduzir o seu número de níveis hierárquicos, trazendo assim menos entraves ao seu fluxo de informação e decisão. Esta redução tem como consequência uma maior exigência dos funcionários envolvidos, principalmente, do nível gerencial, que são submetidos a um maior número de decisões. Para isto é necessário que cada funcionário possua as informações que necessita atualizadas e de fácil acesso (R66). Os funcionários devem possuir também uma maior autonomia, que por muitas vezes, acarreta no aumento de sua motivação. Esta motivação se origina da eliminação de atividades repetitivas e rotineiras, contato mais intenso com outras áreas, maior visualização de seu trabalho e de suas interfaces com outras funções e outros. Neste caso, o treinamento e qualificação de pessoal assumem um papel de importância, pois deve-se preparar as pessoas para esta nova forma de organização da empresa (R67).

Para o sucesso da implantação do CIM em uma empresa deve-se criar um ambiente propício para o trabalho em grupo ou equipe. Estas equipes são, muitas vezes, constituídas por pessoas de diferentes departamentos ou unidades organizacionais da empresa. Nestes casos podem ocorrer conflitos internos, já que determinadas chefias podem não entender ou aceitar a participação de seus subordinados na execução de funções que não estejam diretamente relacionadas à sua unidade. A participação e engajamento do nível gerencial é de extrema relevância em projetos de integração (R68).

Uma medida importante é introduzir o conceito de gerência do processo (R69). Um processo pode ser definido como um fluxo de funções ou atividades, que fluem por diversas unidades organizacionais. Em uma organização tipicamente Taylorista, cada gerente de unidade, compreende e atua em uma parte do processo, e muitas vezes não possui sua visão global. Um exemplo de processo é vender, cujas funções para sua realização são executadas por unidades tais como: vendas, engenharia, planejamento do processo, planejamento da produção, custos e outros. A inexistência de um responsável pelo processo como um todo, leva a alguns problemas, tais como:

- existência de funções redundantes; diferentes unidades executam funções idênticas ou semelhantes;
- falta de controle; não se caracteriza o tempo gasto, recursos utilizados, e outros dados que permitam controlar um processo;
- falta de agilidade; não se garante que determinado gerente de uma área dê a mesma prioridade em suas funções no processo do que outro.

Estes problemas comprometem um dos aspectos mais relevantes em termos de competitividade, que é a agilidade e rapidez no atendimento aos clientes. Existem propostas de gerenciamento de processos, onde são definidos donos ou proprietários de processo, gerentes de linha que são os responsáveis pela parte do processo dentro das unidades e assim por diante [TAK91].

3.2.3. Abordagem Tecnológica

A rápida evolução tecnológica e o crescente lançamento de novos produtos e serviços podem comprometer o projeto de integração. O comprometimento pode ocorrer, por exemplo, pelo desenvolvimento de uma infraestrutura de integração com tecnologia obsoleta, ou aquisição de componentes com tecnologia não consolidada e sem suporte.

O projeto de integração deve prevenir ou eliminar o risco de obsolescência tecnológica de produtos e processos implantados durante o projeto de integração e permitir seu constante acompanhamento (R70). As pequenas e médias empresas são particularmente afetadas, pois não possuem pessoal e nem recursos disponíveis para se manter atualizadas. Neste sentido, a associação com centros de pesquisa ou empresas especializadas é uma alternativa interessante (R71). Às grandes empresas é possível a contratação de especialistas e a criação de um grupo com esta finalidade. Esta associação ou contratação deve possibilitar a uma empresa a decisão sobre a utilização e aplicação de novas tecnologias, incentivando o processo de inovação.

Este incentivo ao processo de inovação é um fator que deve ser incluído na metodologia de planejamento e implantação, visto que pode diminuir as barreiras na implantação de seus projetos parciais, assim como criar um ambiente favorável a proposição de mudança de funções, desenvolvimento de novos produtos ou processos e assim por diante (R72). Tanto os funcionários devem se sentir motivados a propor novas idéias, quanto os seus gerentes devem estar aptos a administrar ambientes criativos e inovativos.

3.3.Requisitos para o Desenvolvimento de uma Metodologia de Planejamento e Implantação

A seguir são listados todos os requisitos identificados. No próximo capítulo é descrita a metodologia de desenvolvimento do trabalho para atender a estes requisitos

- R1)Definir o CIM
 - R2)Entender o CIM como um atividade contínua, e não como um produto
 - R3)Atender estratégia de negócios da empresa
 - R4)Caracterizar o CIM como um projeto de integração
 - R5)Dividir o projeto de integração em projetos parciais
 - R6)Prever o desenvolvimento de um modelo de representação
 - R7)Relacionar os objetivos do projeto de integração com os objetivos de negócio da empresa
 - R8)Definir se o projeto de integração define, discute ou usa os objetivos de negócio
 - R9)A implantação do projeto de integração deve ser gradual
 - R10)Verificar o interesse da empresa em adotar o projeto para uma linha inicial de produtos
 - R11)Avaliar economicamente os projetos parciais
 - R12)Quantificar critérios subjetivos para avaliação dos projetos
 - R13)Levar em consideração a opinião das pessoas da empresa
 - R14)Analisar o risco dos projetos
 - R15)Prever alternativas aos projetos parciais
 - R16)Considerar aspectos não técnicos
 - R17)Prever participação da alta gerência
 - R18)Garantir comprometimento de todos os níveis da empresa com o projeto
 - R19)Criar uma equipe para cada projeto parcial
 - R20)Definir o perfil de cada participante das equipes dos projetos parciais
 - R21)Considerar auxílio externo
 - R22)Treinar equipe responsável pelo projeto de integração desde o início
 - R23)Definir o perfil de cada participante das equipes responsável pelo projeto de integração
 - R24)Localizar projeto de integração na organização da empresa
 - R25)Permitir visão geral da empresa
 - R26)Evitar formação de ilhas de integração
 - R27)Utilizar o modelo de empresa
 - R28)Familiarizar os participantes da equipe com o método de desenvolvimento
- Capítulo 3

- R29) Levantar situação atual
- R30) Usar formalismo igual para o levantamento da situação atual e a desejada
- R31) Planejar o levantamento da situação atual
- R32) Buscar projetos de rápido retorno
- R33) Viabilizar proposição de medidas de melhoria
- R34) Definir situação desejada independente ou não dos recursos e situação existentes
- R35) Escolher componentes atualizados tecnologicamente
- R36) Preservar as visões e métodos do levantamento da situação atual
- R37) Identificar potencialidade e deficiências de integração
- R38) Prever a utilização de um modelo de referência
- R39) Utilizar índices e métricas de desempenho
- R40) Prever a participação da alta gerência na definição da situação desejada
- R41) Definir entre compra ou desenvolvimento dos componentes CIM
- R42) Privilegiar a compra ao invés do desenvolvimento
- R43) Acompanhar os avanços tecnológicos
- R44) Definir volume de recursos para aquisição ou desenvolvimento de componentes CIM
- R45) Desenvolver uma infraestrutura de integração
- R46) Definir a utilização de padrões
- R47) Definir entre o desenvolvimento ou adoção de uma infraestrutura de integração
- R48) Planejar revisões e controles
- R49) Comparar os resultados esperados com os obtidos
- R50) Utilizar arquitetura de integração
- R51) Prever utilização de um modelo de referência
- R52) Comparar situação da empresa com outras do mesmo setor
- R53) Obedecer o formalismo das arquiteturas de integração
- R54) Adotar as visões de funções e dados como núcleo do modelo
- R55) Garantir a integração entre as visões
- R56) Analisar facilidade dos métodos para desenvolvimento dos modelos
- R57) Utilizar um modelo de empresa
- R58) Usar modelo de empresa para compra de softwares
- R59) Usar modelo de empresa como meio de comunicação
- R60) Usar a meta base de dados
- R61) Mapear projetos e estratégias
- R62) Discutir estratégias não só no início do projeto
- R63) Verificar o relacionamento entre os projetos e estratégias da empresa
- R64) Criar ambiente para trabalho em equipe

R65) Reduzir níveis hierárquicos

R66) Fornecer informações atualizadas

R67) Treinar pessoal

R68) Participação do nível gerencial

R69) Introduzir o conceito de processo e gerência de processos

R70) Prevenir ou eliminar a obsolescência tecnológica de softwares e equipamentos e processos

R71) Prever a contratação ou associação de assessores tecnológicos

R72) Criar ambiente inovativo.

4. DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA GERAL DE INTEGRAÇÃO

O presente capítulo descreve a arquitetura geral de integração. Inicialmente é apresentada a metodologia utilizada no desenvolvimento de todo o trabalho. Posteriormente, as relações da arquitetura com a metodologia de planejamento e implantação do CIM são identificadas.

4.1. Metodologia Adotada para o Desenvolvimento do Trabalho

A metodologia de desenvolvimento do trabalho adotada consistiu das etapas representadas na **Figura 4.1**. Inicialmente, foi realizada uma síntese dos requisitos identificados, classificando-os em grupos. Posteriormente, foi adotada um método sistemático para atender todos os grupos de requisitos e que simultaneamente cria-se a estrutura da metodologia, que resultou na arquitetura geral de integração.

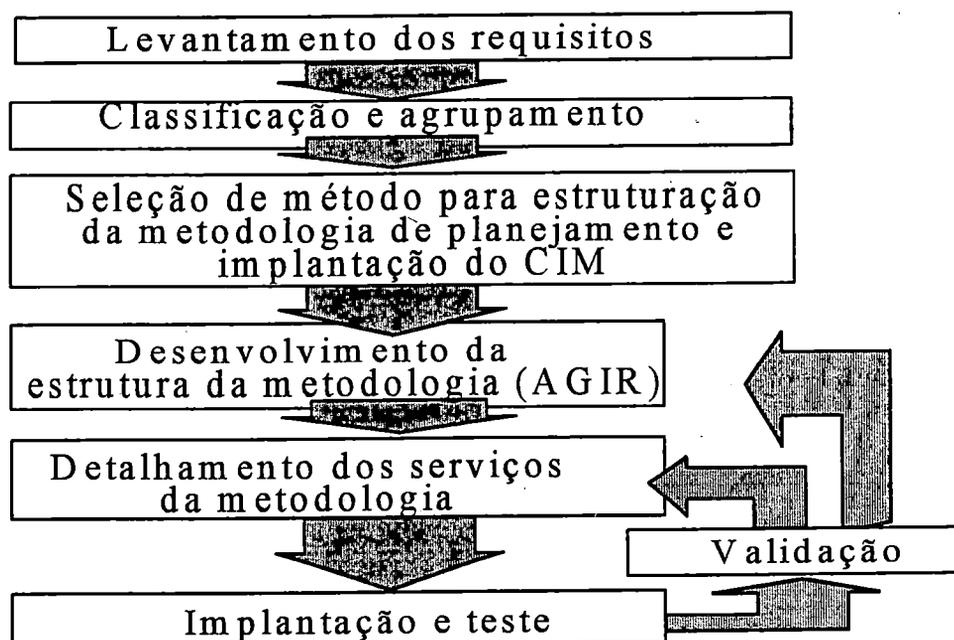


Figura 4.1 - Etapas da Metodologia de Desenvolvimento do Trabalho

A imposição de limites ao trabalho foi essencial para reduzir a sua complexidade. As limitações foram selecionadas de forma a não comprometer os

objetivos iniciais do trabalho. Com a estrutura da metodologia definida, foram detalhadas as etapas (ou serviços) para se atender aos grupos de requisitos. Os serviços foram então implantados, testados e validados, definindo a metodologia de planejamento e implantação do CIM proposta no presente trabalho. A seguir são detalhados os passos da metodologia de desenvolvimento do trabalho.

Muitos dos requisitos identificados no capítulo 3 possuem semelhança, sendo possível uma sistematização através de sua classificação em grupos de requisitos. Os grupos foram definidos através da união entre os requisitos mais semelhantes e a atribuição de um nome comum a estes. Este agrupamento permite também uma simplificação e melhor direcionamento no desenvolvimento da metodologia, que deve então atender aos grupos de requisitos determinados, como mostrado na **Figura 4.2**.

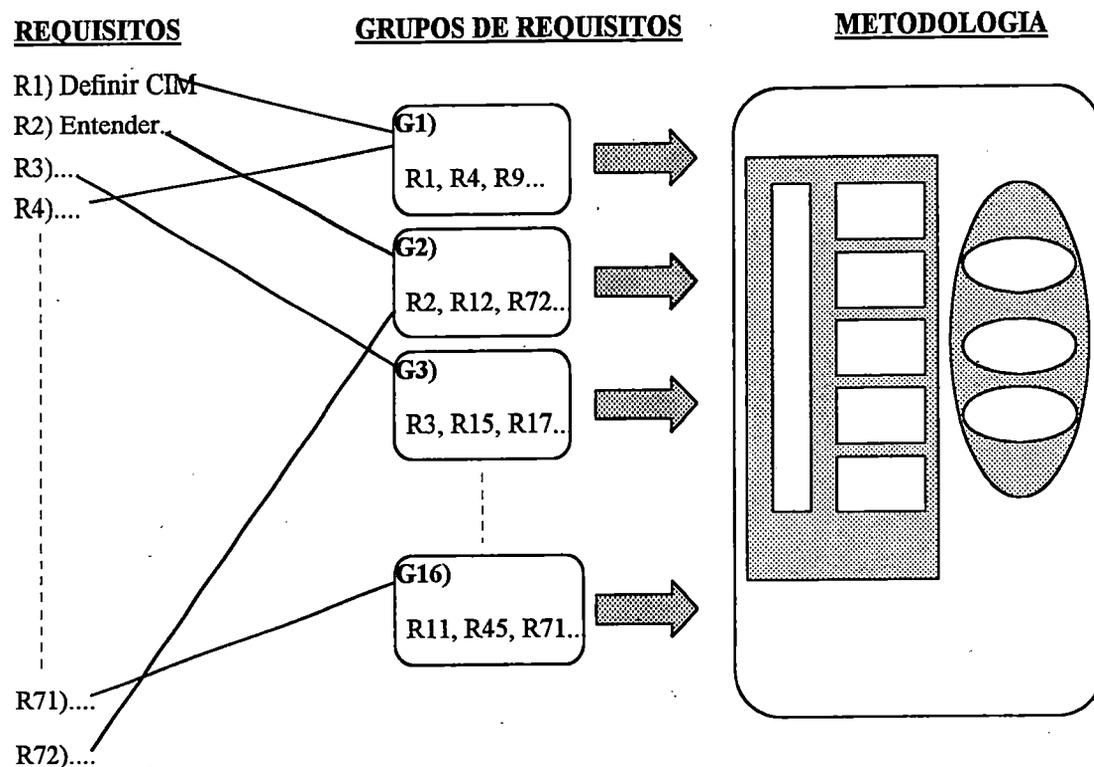


Figura 4.2 - Relação entre os Grupos de Requisitos e a Proposta de Metodologia de Planejamento e Implantação do CIM

Foram definidos quinze grupos de requisitos, listados a seguir com a letra G e que contém os requisitos colocados entre parênteses. Os grupos de requisitos não são descritos, já que são uma agregação de outros requisitos e foram criados somente com o objetivo de simplificar o desenvolvimento da metodologia de planejamento e implantação do CIM.

- G1 - Alinhar o projeto de integração com os negócios da empresa (R1, R3, R7, R8, R11, R13, R17, R18, R34, R40, R62, R63, R68)
- G2 - Permitir o gerenciamento do projeto de integração (R4, R5, R9, R11, R25, R44, R48, R49)
- G3 - Permitir o controle do projeto de integração (R4, R5, R9, R11, R14, R44, R48, R49)
- G4 - Definir objetivos e metas claras ao projeto de integração (R1, R2, R4, R5, R11, R14, R40, R44)
- G5 - Garantir a integração continuamente (R2, R5, R18, R26, R27, R37, R50, R53, R54, R55, R60)
- G6 - Respeitar e valorizar o homem (R13, R16, R18, R19, 20, R22, R23, R56, R64, R72)
- G7 - Considerar a organização da empresa (R11, R24, R40, R59, R61, R64, R65, R72)
- G8 - Trazer retornos de curto prazo (R11, R12, R29, R32, R33)
- G9 - Trabalhar constantemente as áreas prioritárias (R5, R15, R29, R58)
- G10 - Aproveitar experiências semelhantes (R27, R29, R38, R50, R51, R52, R71)
- G11 - Criar uma relação eficaz entre negócios e Tecnologia de Informação (R27, R45, R50, R58, R59, R69)
- G12 - Garantir a atualização tecnológica (R5, R12, R21, R27, R36, R41, R42, R43, R45, R50, R71, R72)
- G13 - Buscar utilizar padrões (R21, R27, R41, R42, R43, R45, R46, R50, R51)
- G14 - Focar os negócios da empresa (R21, R41, R42, R47, R71)
- G15 - Enfatizar a capacitação de pessoal (R19, R20, R21, R22, R23, R28, R56, R64, R67, 72)

Em função do escopo e dos objetivos do trabalho foi desenvolvida uma arquitetura de integração entre a metodologia de planejamento e implantação e os grupos de requisitos.

Para o desenvolvimento dos principais tópicos do trabalho foram selecionados e utilizados alguns métodos, como mostrado na **Figura 4.3**. As justificativas e forma de utilização são detalhados a seguir.

<u>Tópico</u>	<u>Método</u>	<u>Justificativa</u>
Arquitetura Geral de Integração	Paradigma Orientação por Objetos - Coad & Yourdon	Notação Poder semântico Análise/Projeto/ Implementação
Modelo de Empresas	SADIA	Hierarquia Simplicidade Agregação

Figura 4.3. - Justificativas dos Métodos Adotados

4.1.1. Arquitetura Geral de Integração

Para o desenvolvimento da arquitetura geral de integração, que fornece a estrutura da metodologia de planejamento e implantação do CIM, fez-se necessária a adoção de uma forma de representação (ou notação) que permitisse uma visualização de cada uma de suas partes e do seu interrelacionamento. A notação mais apropriada foi a do paradigma de Orientação por Objetos.

O paradigma de Orientação por Objetos foi escolhido por ser o que possui menor necessidade de trabalho adicional entre as fases de análise, projeto e implantação, além de ser uma forma de representação mais próxima a realidade, ou seja, seu poder semântico ser maior. Além disso, possibilita agregar os atributos e serviços em sua representação. Os serviços é que devem atender aos requisitos identificados e seus grupos.

A notação adotada é o diagrama de classe&objeto de Coad e Yourdon, a qual foi adaptada para os objetivos desta parte do trabalho [COA93]. A notação definida está mostrada na **Figura 4.4** e é composta por classes&objetos, classes abstratas, estruturas de generalização e especialização, todo/parte e conexões de ocorrência com cardinalidade. A composição destes elementos resulta no diagrama de classe&objeto (DCO). A seguir são detalhados os itens da notação.

Existem três tipos de estrutura:

- generalização/especialização, onde uma classe herda os atributos de outra, mas diferencia-se por possuir atributos próprios. Pode ser caracterizado em um diagrama entidade/relacionamento como uma relacionamento "é um" [CHE90];

- todo/parte, onde uma classe é constituída por outras classes (todo). Pode ser caracterizado como um relacionamento "tem um" [CHE90] e
- conexões de ocorrência, que fornecem os relacionamentos entre objetos.

Uma classe abstrata é aquela criada para agregar atributos comuns a outras classes e objetos. Uma conexão de ocorrência equivale a um relacionamento entre dois objetos de classes diferentes.

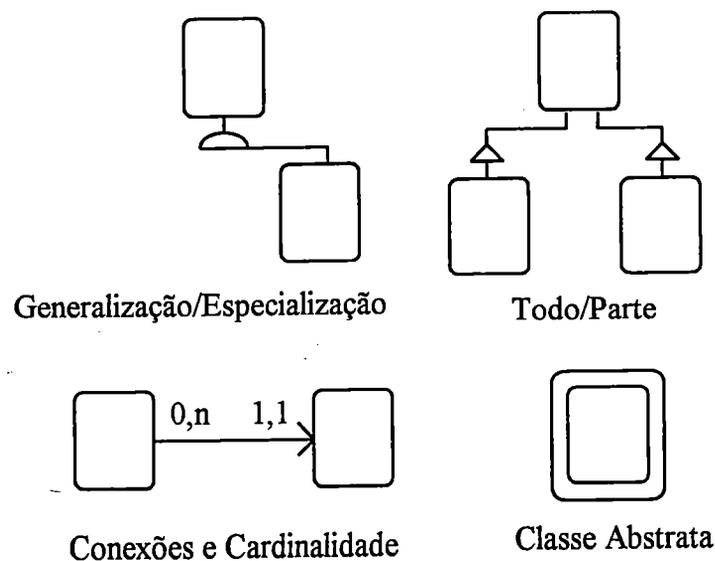


Figura 4.4 - Notação da Estrutura Orientada a Objetos

A AGIR utiliza a notação de classes e objetos de Coad Yourdon, como mostrado na **Figura 4.5**. Cada classe e objeto possui três tipos de características que a descrevem. As características de identificação servem para especificar a classe e objeto, tornando-a única. Tanto as classes quanto os objetos e suas instâncias devem possuir uma identificação única.

Na seção média são descritos os atributos do objeto e na seção inferior os serviços e métodos de responsabilidade da classe e objeto. Atributos são características de descrição e serviços são características de comportamento.

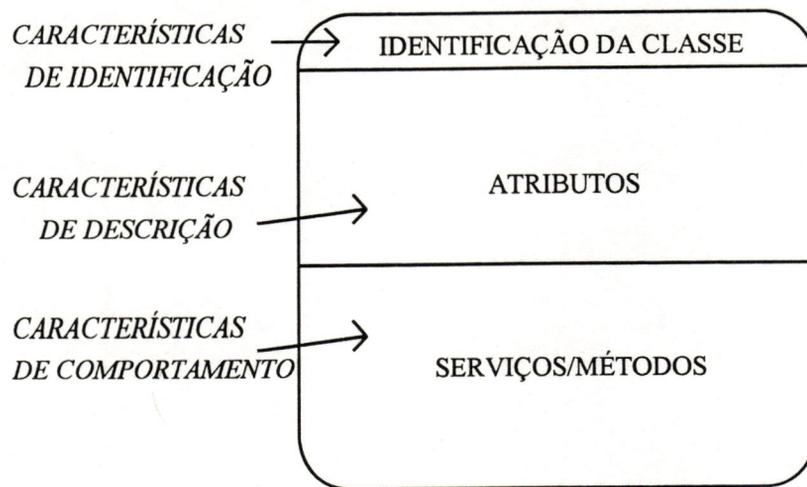


Figura 4.5 - Descrição e Notação Geral das Classes da AGIR

Uma simplificação adotada é a da notação das classes&objeto através de elipses no caso de diagramas muito grandes e complexos, como mostrado na **Figura 4.6**. São excluídas somente as características de descrição e comportamento. Tal notação facilita a visualização do diagrama como um todo.

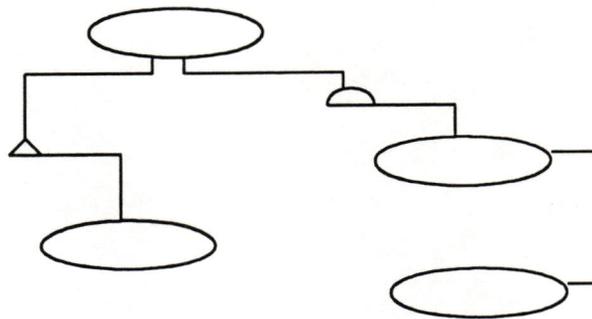


Figura 4.6 - Notação Simplificada do Diagrama Classe&Objeto

4.1.2. Modelo de Empresa

Para o desenvolvimento do modelo de empresa foi realizada uma adaptação do método SADT. Este método foi escolhido pois atende as necessidades de descrição funcional. Para que se pudesse representar conjuntamente outras visões, foi realizada uma complementação descrita a seguir.

Como pode-se notar na literatura há uma grande variedade de terminologias nas descrições funcionais, não ficando claro a diferença entre ações, funções e processos. Foi necessária uma definição de uma terminologia a ser seguida no

presente trabalho. A terminologia é dividida em três elementos funcionais e duas formas de ligação entre estes elementos. O elemento funcional mais comum no presente trabalho é a função. Os elementos funcionais são **Figura 4.7** :

- ação, onde é descrito exclusivamente o nome daquilo a ser executado;
- função, onde além da ação, são descritas as informações de entrada e saída e
- atividade, onde além da função são descritas os recursos necessários e quem as executa ou controla.

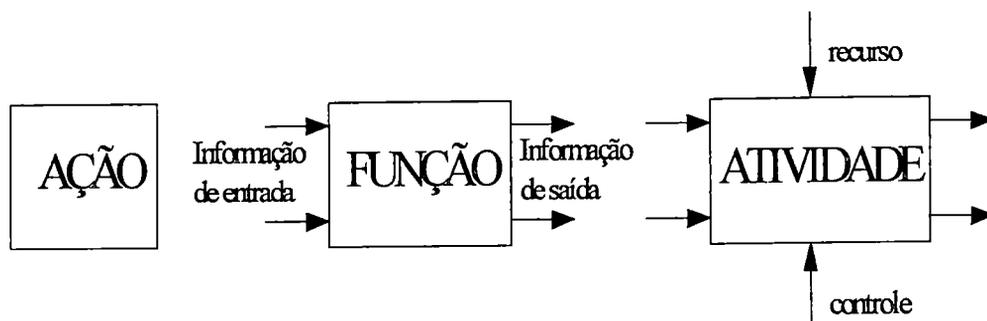


Figura 4.7 - Terminologia para os Elementos Funcionais

As ligações entre os elementos funcionais, independente de sua classificação, são divididas em (**Figura 4.8**):

- processo, que é a ligação sem a caracterização de fluxo, ou seja, sem especificar uma seqüência lógica e
- comportamento, que é a ligação dos elementos funcionais com um fluxo e seqüência definida.

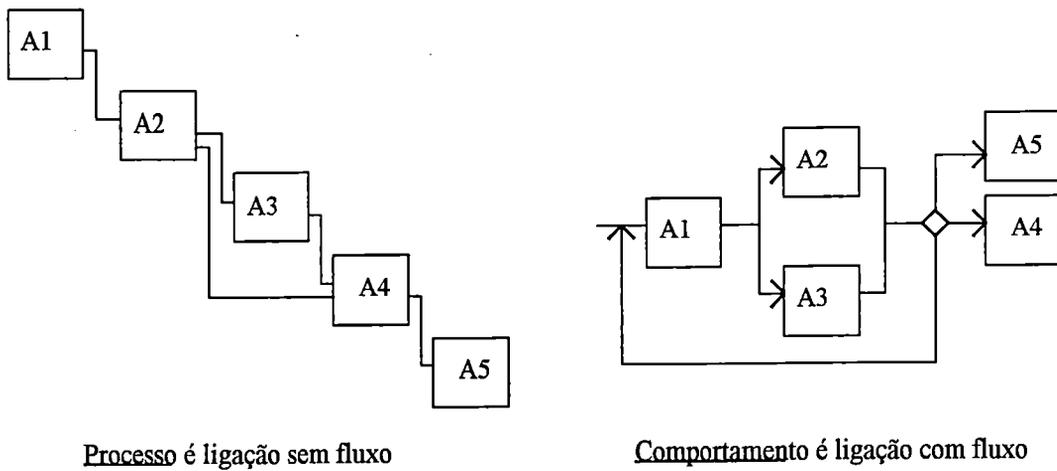


Figura 4.8 - Ligação entre os Elementos Funcionais

No presente trabalho não será necessário adotar um método de descrição do comportamento, já que está relacionado com o desenvolvimento de software ou simulação de sistemas. Todavia, são apresentadas duas formas para sugestão, caso se faça necessário (Figura 4.9):

- Coad&Yourdon, que possui os operandos de condição, texto, ciclo e seqüência.
- Süssenguth, que possui os operandos de seqüência, paralelo, decisão, união e ciclo.

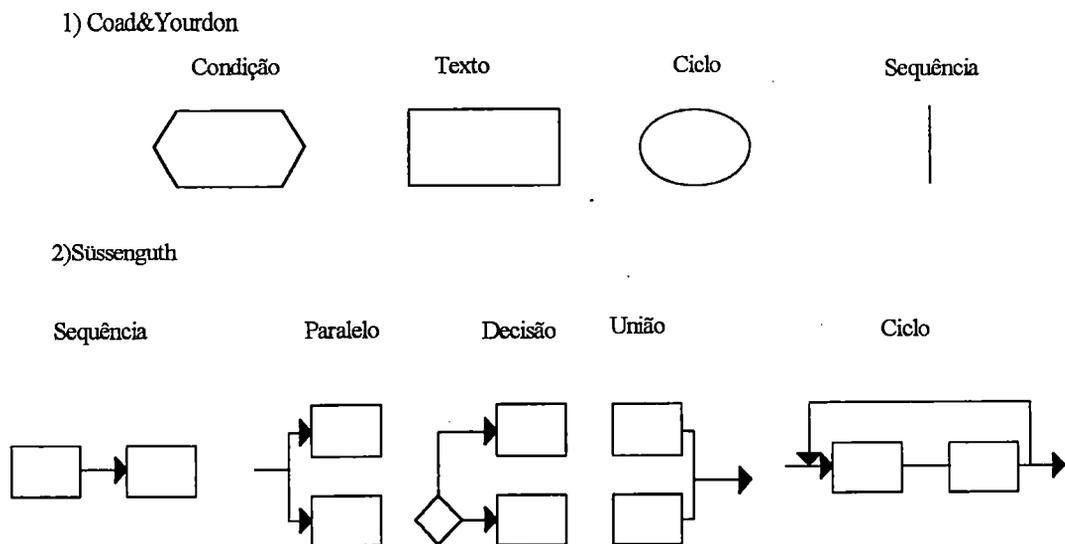


Figura 4.9 - Representações do Comportamento

A **Figura 4.10** mostra a hierarquia entre as descrições funcionais (semelhante ao CIM-OSA). O nível mais alto na hierarquia de descrição funcional é denominada de elemento funcional de negócios.

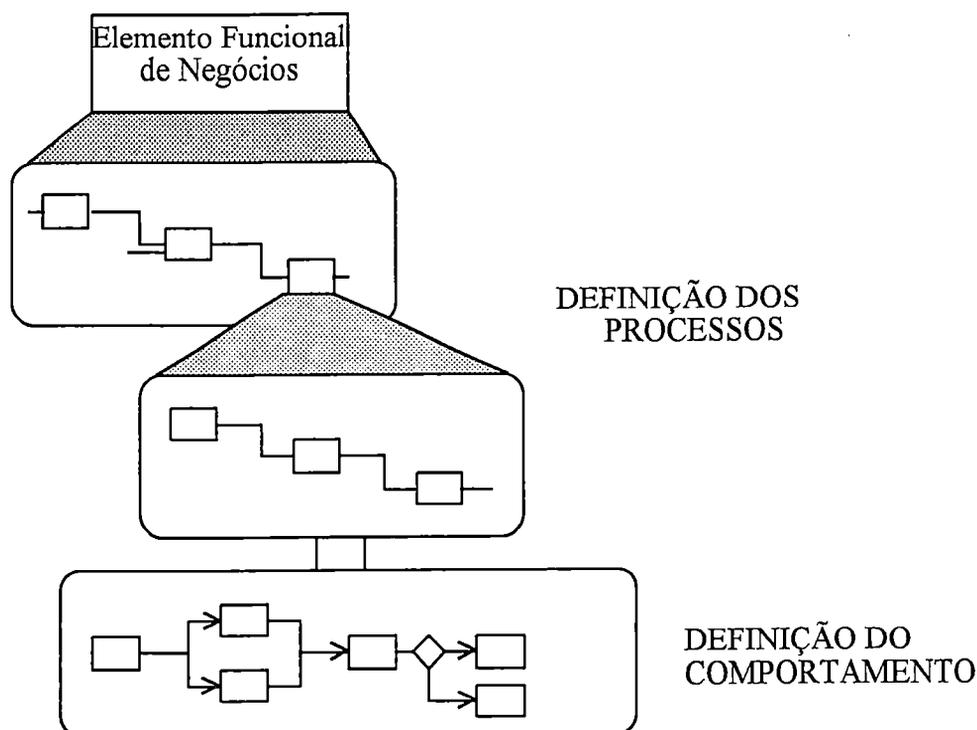


Figura 4.10 - Descrição Funcional

Já as possíveis especializações de informação são:

- dado, é a menor unidade de informação;
- verbal, é a informação transmitida pela fala e que não é registrada de forma escrita;
- tela, é um grupo de dados registrados em uma tela de um sistema;
- documento, é um formulário (relatório, pedido, memorando) onde estão dispostos diversos dados e
- geometria, é a informação gráfica (desenho, croquis).

Na revisão pôde-se observar que em todas as propostas de modelos de empresa, o núcleo destes sempre foram as visões de funções e dados. Este núcleo também será adotado na AGIR. Para desenvolvimento das visões de funções e de dados, foram adotados métodos descritos a seguir.

4.1.2.1. Visão de Funções

Conforme os requisitos levantados para a metodologia de planejamento e implantação e a análise dos métodos realizados, foi adotado o método SADT com adaptações, que visam sua utilização na presente proposta (Figura 4.11). Esta adaptação foi denominada de "Structured Analysis and Design Technique - Integrating Approach" (SADIA). Basicamente todo o formalismo do SADT foi preservado, eliminando-se algumas de suas limitações.

O método SADIA preserva a estrutura hierárquica, sem um número máximo de funções por nível de detalhamento. Cada função é representada em um bloco, denominado bloco de função. O código de identificação também foi mantido igual. Outra característica mantida semelhante foi a de não ser representada a seqüência das funções (comportamento).

Como limitações foram definidas que o modelamento não deve exceder ao quarto nível de detalhamento. Este limite foi considerado como suficiente para caracterizar os principais processos da empresa e permite um bom nível de visualização e entendimento. A partir deste nível deve-se registrar ou modelar o comportamento.

Foram incluídos nos blocos dois tipos de marcas. Uma indica a existência de um texto descritivo sobre a função, quando houver a letra T no local indicado (Figura 4.?). Este texto tem como objetivo permitir um maior entendimento e também agregar a necessidade de obedecer um certo procedimento formal. O preenchimento deste procedimento formal pode ser utilizado posteriormente em trabalhos de auditoria, como por exemplo em auditorias de qualidade (como a "International Standard Office - ISO 9000").

Outra marca indica a existência de detalhamento da função, através do símbolo de "+" (há detalhamento) e "-" (não há detalhamento). Esta marca visa facilitar a visualização e navegação pelo modelo.

Na parte inferior do bloco de função são indicadas as outras visões do modelo de empresa, neste caso os recursos e a organização. Estes dois elementos, junto com as informações e funções equivalem às visões do modelo de empresa.

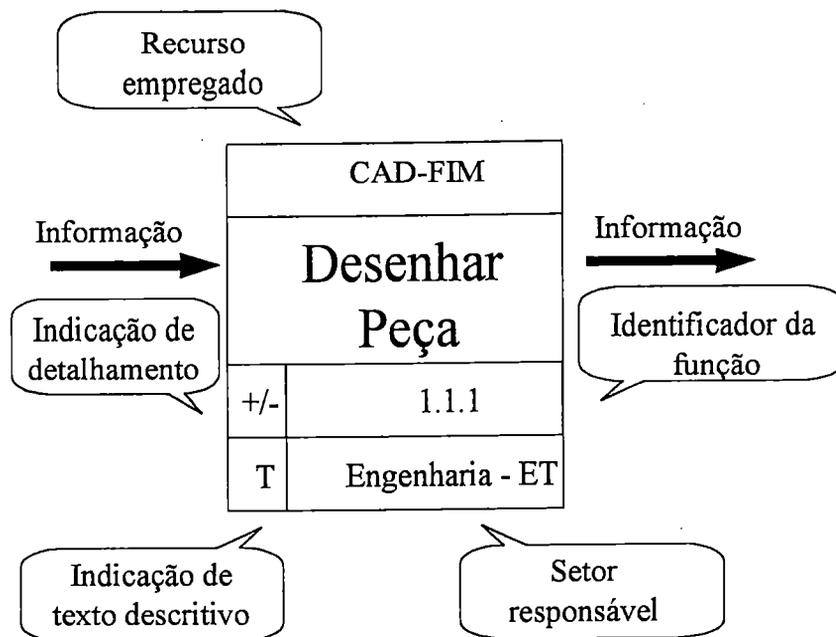


Figura 4.11 - Representação do Bloco de Função SADIA

4.1.2.2. Visão de Dados

A função da visão de dados no modelo de empresa é a de representar o seu fluxo dentro da empresa e seu relacionamento. O agrupamento de dados em um conjunto facilita e agiliza o seu modelamento em uma primeira instância, já que não obriga o modelamento de todos os dados da empresa desde o início, permitindo um detalhamento gradativo. Estes dados são documentados e agrupados em um dicionário, denominado dicionário CIM (**Figura 4.12**). Este dicionário está relacionado com um modelo de dados (como por exemplo um Modelo de Entidade/Relacionamento), pois os conjuntos de dados são na realidade visões ("views") deste modelo. A localização física dos dados representados em seu modelo é em uma base dados.

Vale ressaltar que os mesmos dados podem estar armazenados em diferentes bases de dados, mas sua integridade é garantida pelo Modelo de Empresa que tem registrado os seus locais de armazenamento e usuários.

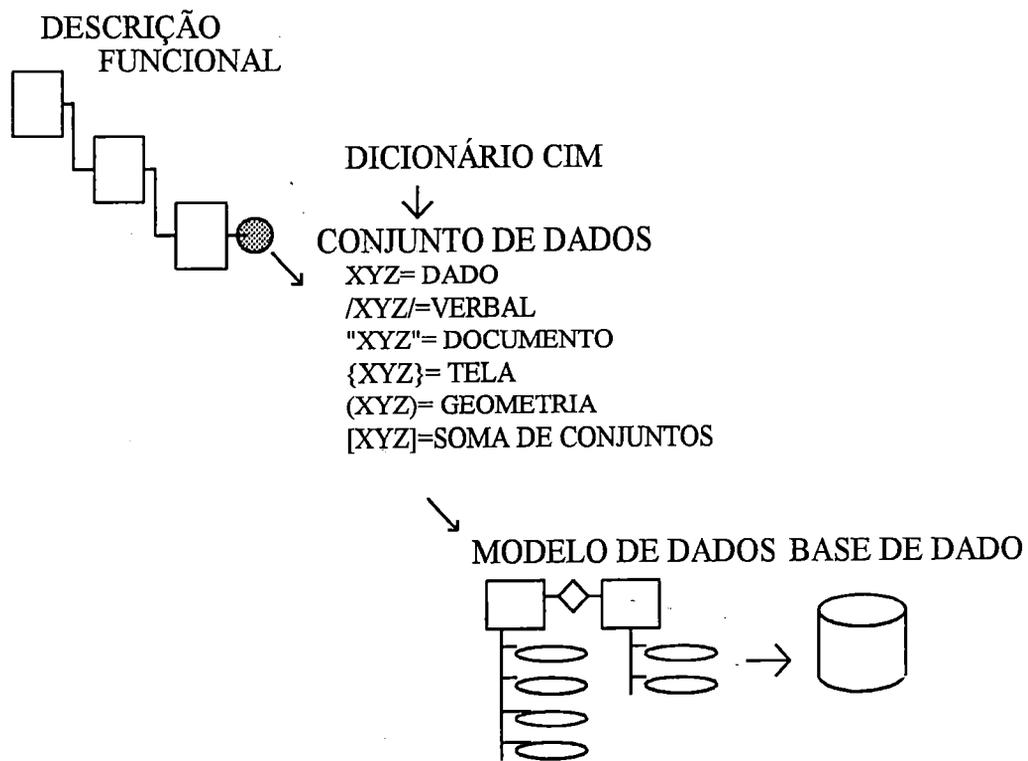


Figura 4.12 - Visão de Dados

Foi elaborado um formalismo de representação para simplificar o modelamento das informações, coerente com a terminologia, uma vez que o número de conjunto de dados é muito grande em uma empresa. O formalismo definido é o seguinte:

- xyz - dado
- /xyz/ - verbal
- "xyz" - documento
- {xyz} - tela
- (xyz) - geometria
- [xyz] - informação agrupada, ou seja, é a soma de outras informações modeladas.
P. ex. [Pedido] = Desenho + Dados do Cliente.

4.2. Localização e Escopo da Arquitetura Geral de Integração

A proposta da arquitetura foi baseada em muitos conceitos do CIM-OSA, notadamente suas visões, porém os métodos não. Foram usados ainda a idéia de

modelo parcial (modelo de referência) e modelo particular (modelo de empresa). A arquitetura não é destinada ao desenvolvimento de software, como no caso do CIM-OSA, mas pode e deve ser usada para a definição dos requisitos e do projeto de um software.

A arquitetura geral de integração proposta, denominada neste trabalho pela abreviatura **AGIR**, tem como objetivo:

- representar todos os objetos, serviços e relacionamentos envolvidos no processo de planejamento e implantação da manufatura integrada por computador;
- promover **sinergia** e entedimento das atividades da empresa e
- garantir continuamente a integração.

Para tanto, a AGIR possui uma série de objetos interrelacionados que fornecem à metodologia todos os seus serviços necessários. A AGIR viabiliza a uma empresa usuária de componentes CIM, um esquema geral e flexível de análise, planejamento, projeto e implantação. A estrutura da AGIR permite, com as devidas adaptações, que sejam utilizadas as propostas de algumas arquiteturas, modelos de referência ou métodos.

4.3. Uma visão da Arquitetura geral de Integração e sua Relação com o Planejamento e Implantação do CIM

No presente capítulo é feita uma breve descrição da representação completa da AGIR, posteriormente as limitações impostas e a AGIR resultante e exclusiva para o planejamento e implantação do CIM.

4.3.1. Descrição Geral

A **Figura 4.13** representa a arquitetura geral de integração, em sua notação mais completa. Nesta notação estão representadas todas as classes & objeto resultantes da análise e projeto da AGIR, sem limitações de aplicação.

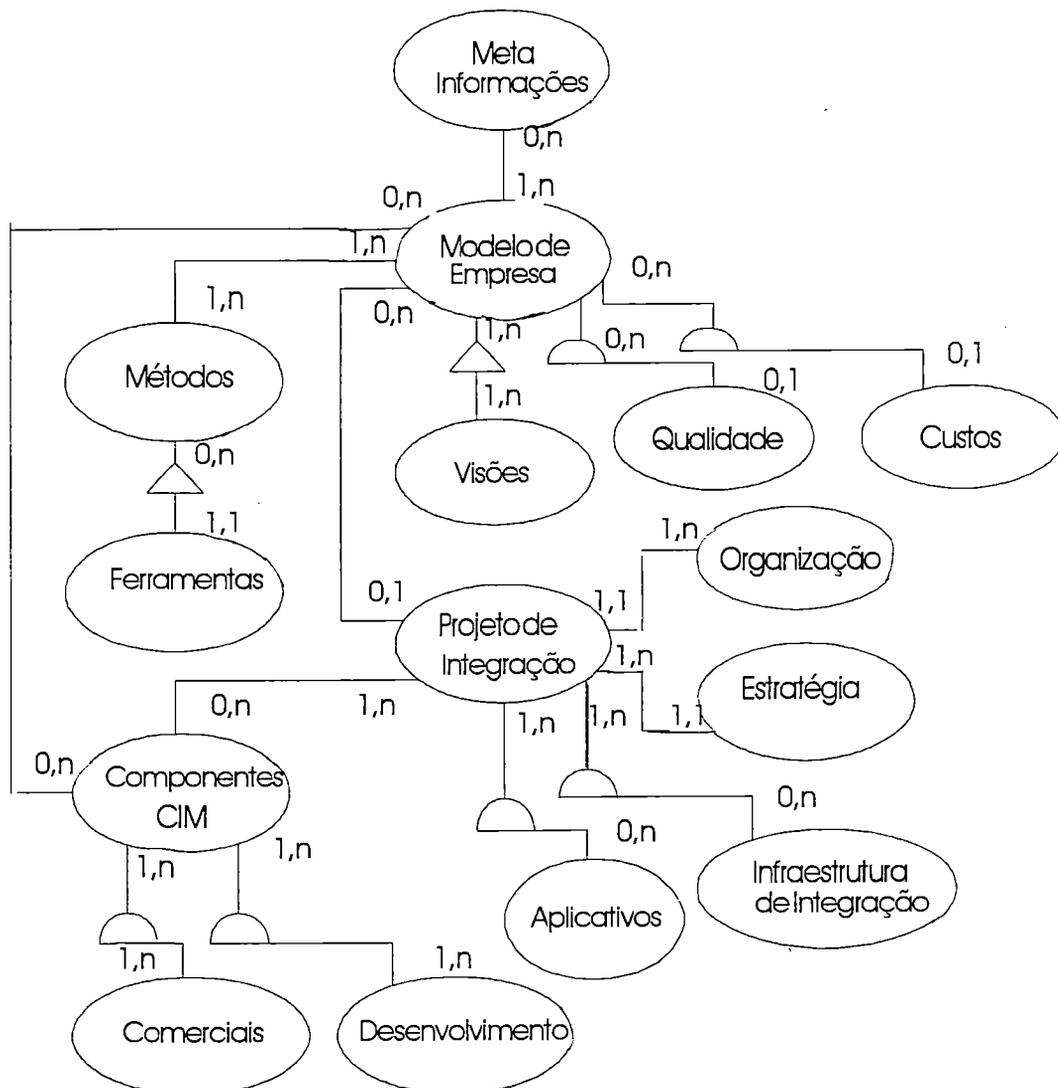


Figura 4.13 - Notação Completa da AGIR

4.3.2. Limitações

As classes e objetos da AGIR permitem sua utilização para outros fins além do planejamento e implantação do CIM, tais como para a determinação dos custos e a determinação dos procedimentos de qualidade (classes Custos e Qualidade). Estes não serão discutidos no presente trabalho, por não estarem dentro de seu objetivo.

É importante ressaltar que as arquiteturas revisadas no Capítulo 2 buscam definir um padrão para softwares comerciais ou ser uma referência para seu desenvolvimento (classes Comerciais e Desenvolvimento). Estes objetivos não pertencem ao escopo do presente trabalho. A arquitetura para o desenvolvimento de softwares também deve ser definida, preferencialmente com base na arquitetura de

integração, mas esta não é igualmente escopo do trabalho. Os serviços relacionados com o desenvolvimento ou aquisição de software também não serão tópicos deste trabalho.

Para se atingir os objetivos de negócio da empresa também só serão utilizados os recursos da tecnologia de informação, o que limita a aplicação no projeto de integração de outras tecnologias ou formas de gerência.

Os objetivos de negócio da empresa, definidos na estratégia da empresa, são considerados dados, ou seja, não serão discutidos os serviços para obtenção dos objetivos de negócios da empresa (classe Estratégia). As melhorias obtidas através de alteração na estrutura organizacional e seus respectivos serviços não serão igualmente discutidos (classe Organização).

Não será discutida a possibilidade de se criar diferentes modelos de empresa, porém com os mesmos elementos de construção, que são os serviços da classe Meta Informações.

A diferenciação entre projetos aplicativos e de infraestrutura de integração também não serão discutidos em detalhe (classes Aplicativos e Infraestrutura de Integração).

Os serviços que as ferramentas auxiliadas por computador podem prestar aos métodos também não serão discutidos (classes Ferramentas).

4.3.3. Descrição da AGIR

A arquitetura geral de integração é representada pelo diagrama de classe&objeto simplificado mostrado na **Figura 4.14**, que é uma especialização da AGIR geral apresentada anteriormente, segundo as limitações impostas ao trabalho. Algumas classes estão representadas somente para se caracterizar sua conexão com as classes núcleo da AGIR, que são Projeto de Integração e Modelo de Empresa. Nesta descrição da visão geral, as palavras sublinhadas correspondem às classe&objeto do diagrama. Esta representação possibilita uma descrição e notação das partes (ou objetos) da arquitetura e seus relacionamentos (ou conexões), sem as características de descrição e comportamento. Sua função é permitir aos usuários da metodologia de planejamento e implantação do CIM o entendimento e compreensão da estrutura da AGIR.

A classe modelo de empresa possui diversas instanciações (não representadas no diagrama simplificado), sendo uma delas o modelo de referência, que é uma forma neutra de se representar ou abstrair a situação e realidade de tipos ou setores de

indústria. O modelo de referência contém informações para que uma empresa, que vá desenvolver seu modelo de empresa, possa iniciar com uma comparação ou referência. As outras instanciações do modelo de empresa são por sua vez dependentes do período modelado, ou seja, situação atual, ou futura (ou desejada). O modelo de empresa usa um ou vários métodos e pode ser usado por nenhum ou vários projetos de integração. Além disso, o modelo de empresa pode ser usado para derivar componentes CIM.

Os métodos podem ser vários e utilizados para diferentes fins. Sua representação na AGIR visa demonstrar que uma mesma proposta de modelo de empresa pode usar diferentes métodos. Ou seja, que por exemplo para uma mesma visão de funções de modelo de empresa possam ser previstas a utilização tanto o método SADT como o IDEF.

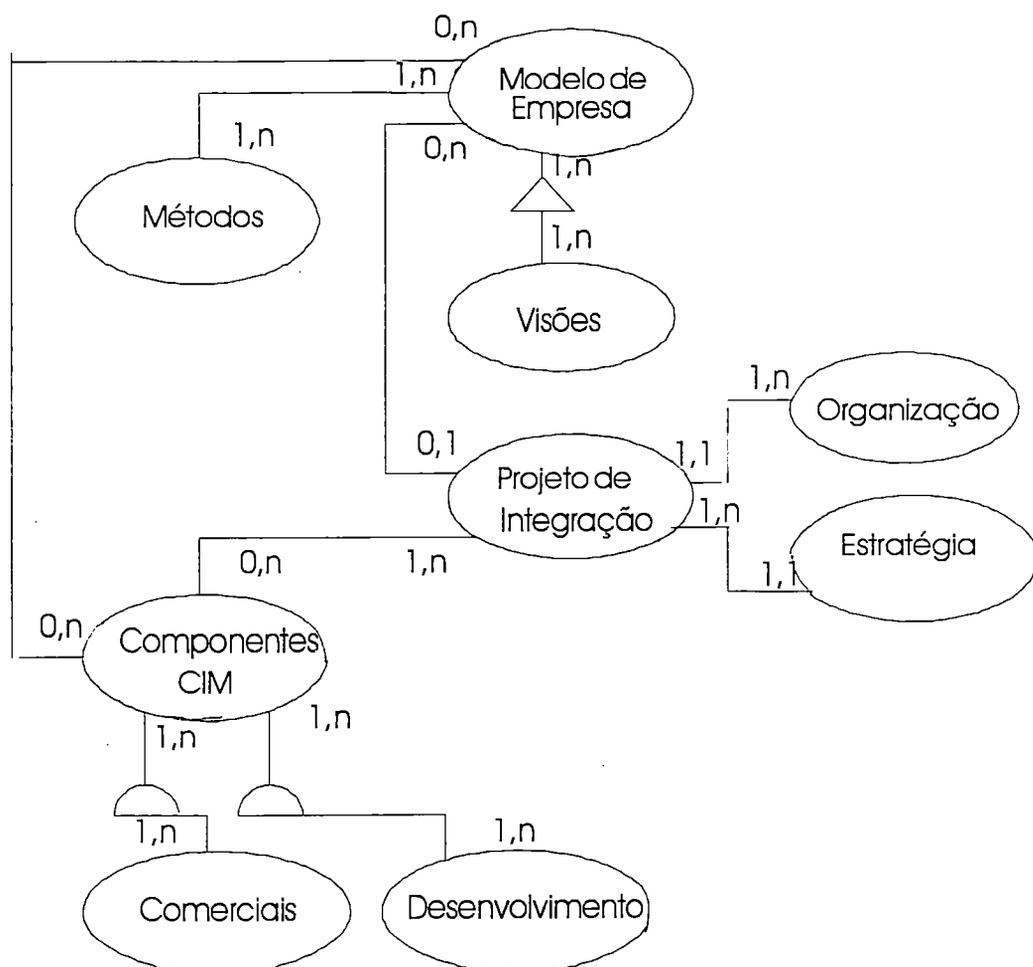


Figura 4.14 - AGIR para o Planejamento e Implantação do CIM

O núcleo da AGIR é a classe projeto de integração. O projeto de integração pode usar um modelo de empresa, mas busca atingir ao menos um dos objetivos estipulados na classe estratégia. A classe organização possui os serviços referentes estrutura da empresa e de recursos humanos. No projeto de integração são definidas, entre outras, as medidas práticas para a implantação de ao menos um software, definidos neste trabalho como componentes CIM. Os componentes CIM podem ser produtos comerciais já existentes no mercado ou desenvolvidos na ou para a própria empresa (desenvolvimento). Eles podem seguir ou não padrões definidos em arquiteturas de integração (como o CIM-OSA ou IBM) e terem conformidade a determinados modelos de empresa. Assim, se determinada empresa desenvolve seu modelo específico a partir da arquitetura geral de integração, pode ter à disposição componentes que possuem uma forte aderência ou com mínimas alterações ao seu caso.

O modelo de empresa por sua vez é composto por diferentes visões. No caso da AGIR são sugeridas as visões de funções, dados, organização e recursos.

4.3.4. Relacionamento da AGIR com o Planejamento e Implantação do CIM

Podem ser definidas três formas para o planejamento e implantação do CIM, com base na AGIR (**Figura 4.15**). A adoção de determinada abordagem decorre de diversos fatores da empresa, tais como: a experiência anterior em projetos de tecnologia de informação, recursos disponíveis para investimento, formação dos líderes da empresa, preocupação com o fator liderança tecnológica e integração, visão empresarial entre outros.

A primeira forma utiliza somente as classes de componentes CIM, desenvolvimento e comerciais. Esta forma é muito utilizada nas empresas. Trata-se de adquirir sistemas isoladamente, motivados pela pressão de mercado, sem a preocupação de sua integração e relacionamento com as suas estratégias, principalmente de negócios. As desvantagens de tal abordagem são:

- as dificuldades posteriores de integração;
- a não utilização de trabalhos já realizados e transformados em modelos de referência
- e um grande esforço na análise de aderência de um produto comercial com os requisitos da empresa.

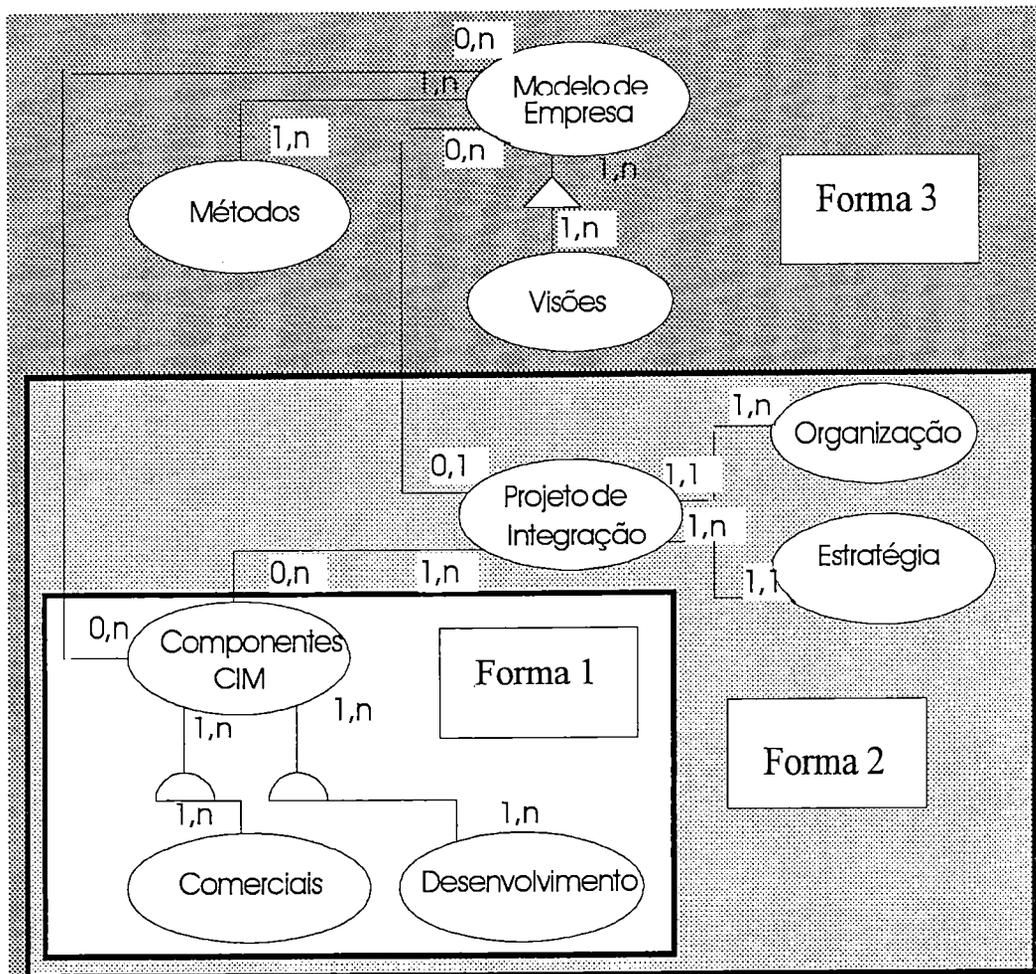


Figura 4.15 - As formas de Planejamento e Implantação do CIM com uso da AGIR

A segunda abordagem é complementar a descrita anteriormente com as classes de estratégias e projeto de integração. Esta abordagem já leva em consideração os aspectos necessários a integração e a relação com a organização e as estratégias da empresa. Além disso, possui todo um formalismo de gerência de projetos, fundamental na implantação do CIM. A desvantagem desta abordagem é a dificuldade de se visualizar e compreender todas as partes e informações de uma empresa, que podem ser representadas no modelo de empresa. Além disso, não se pode usufruir dos benefícios da utilização de sistemas comerciais que seguem um determinado padrão de arquitetura de integração.

A terceira forma é a utilização das classes descritas na arquitetura. Esta abordagem pode ser considerada como suficiente para garantir a integração evolutiva, contínua e de longo prazo na empresa e trazer grandes benefícios decorrentes dos

esforços de padronização de sistemas comerciais, já que a conexão existente entre as classes componentes e modelo de empresa aumentam a probabilidade de uma forte aderência entre eles.

No próximo capítulo são descritos os conjuntos de serviços da AGIR referentes ao planejamento e implantação do CIM, definida como metodologia.

4.4.Representação da AGIR

Foi desenvolvida uma representação da AGIR, onde são destacadas quatro classes principais:

- modelo de empresa e métodos;
- projeto de integração;
- organização e estratégia e
- componentes CIM

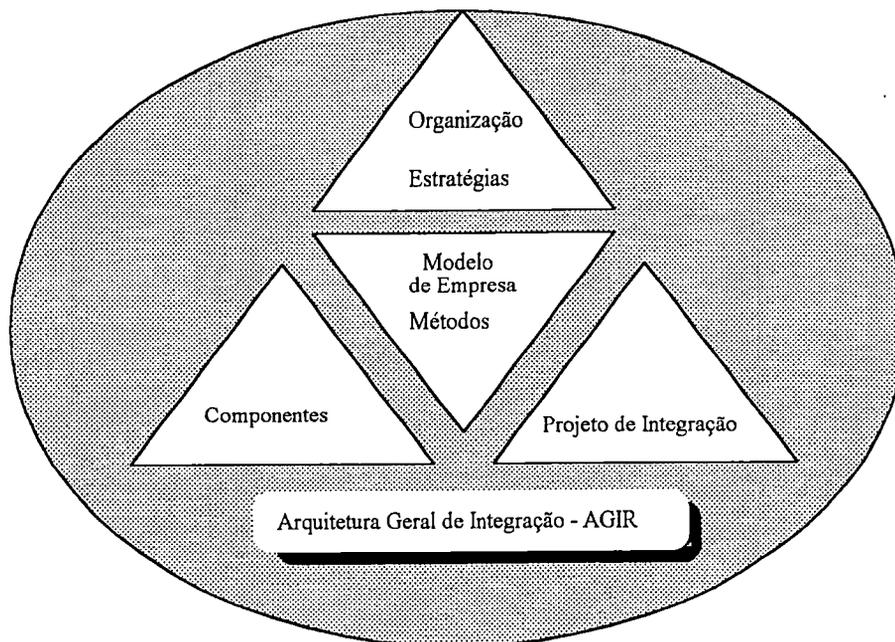


Figura 4.16 - Representação Esquemática da AGIR

Através desta representação simplificada busca-se mostrar a necessidade e o interrelacionamento entre as classes e o objeto de uma arquitetura de integração.

5. METODOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA INTEGRADA POR COMPUTADOR

O presente capítulo descreve em detalhe os serviços da AGIR referentes a metodologia de planejamento e implantação do CIM. A metodologia atende aos requisitos definidos no capítulo 3.

5.1. Visão Geral da Metodologia

O projeto de integração apresenta certas particularidades que o tornam extremamente complexo, pois a partir de uma etapa de análise inicial, pode-se realizar diversos projetos parciais, que devem ser planejados e controlados (**Figura 5.1**). Cada projeto parcial inicia um novo ciclo de análise, projeto e implantação. Para que esta complexidade seja reduzida e administrada eficientemente, é essencial a utilização de um modelo de empresa, que para o projeto de integração fornece uma visão da empresa, servindo também como um elemento de comunicação entre todas as suas pessoas e departamentos.

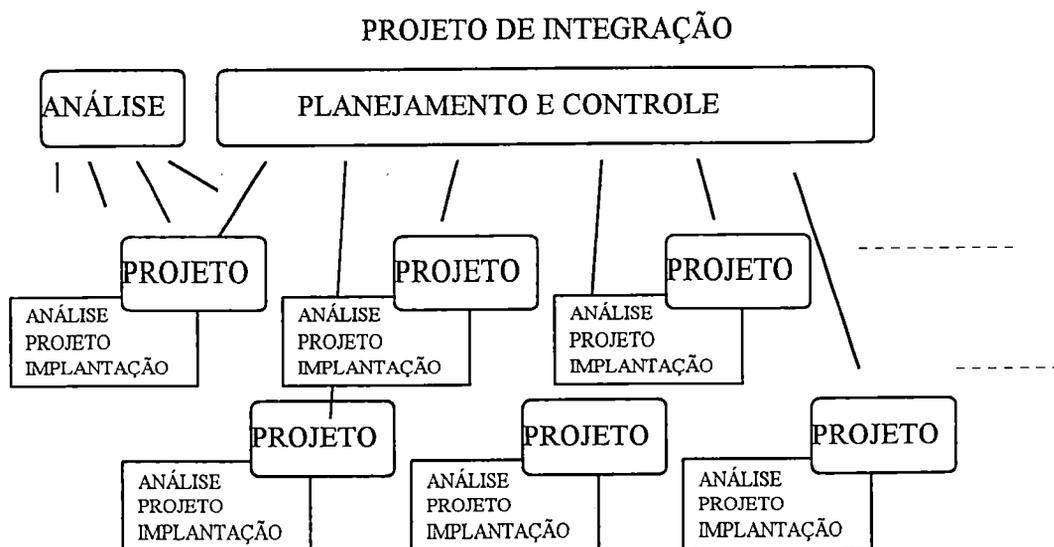


Figura 5.1 - Complexidade de um Projeto de Integração

A arquitetura geral de integração possui como núcleo as classes projeto de integração e modelo de empresa e como há um grande número de serviços, estes foram agrupados em etapas. O modelo de empresa foi dividido em três níveis complementares. O primeiro nível é o modelo de negócios, em seguida seu detalhamento em um modelo de processos e, finalmente, em um modelo de sistema. Esta estrutura será explicada a seguir.

Uma estrutura para sintetizar os serviços destas duas classes&objeto está representada na seguinte hierarquia (Classe&Objeto, etapas e serviços):

Projeto de Integração

Gerenciar

- Formar equipe do projeto
- Apresentar e adaptar AGIR
- Estabelecer comprometimento
- Estabelecer prazos
- Estabelecer padrão de documentação e comunicação
- Desenvolver pessoal
- Revisar

Sistematizar

- Levantar estratégias
- Definir metas
- Coletar informações
- Definir situação atual
- Determinar índices
- Mapear sistema de infraestrutura de integração

Avaliar

- Discutir situação atual
- Identificar falhas e potencialidades
- Sugerir melhorias

Propor

- Discutir estratégias
- Definir situação desejada
- Comparar situação atual e desejada
- Priorizar processos de negócio

Detalhar

- Definir abrangência
- Coletar informações
- Detalhar processo
- Definir projetos parciais
- Adotar metodologia para projetos parciais

Implantar

- Implantar atividades manuais
- Definir domínio do software
- Definir desenvolvimento ou compra
- Implantar componente CIM

Revisar

- Controlar as metas
- Verificar índices
- Caracterizar desvios e propor correções
- Aprovar atividades executadas

Modelo de Empresa**Modelar negócio**

- Analisar
- Projetar
- Implantar
- Manter

Modelar processo

- Analisar
- Projetar
- Implantar
- Manter

Modelar sistema

- não foi detalhado

5.1.1. Projeto de Integração

A **Figura 5.2** representa a estrutura das etapas do projeto de integração. Seus serviços estão classificados nas etapas de gerenciar, sistematizar, avaliar, propor, detalhar, implantar e revisar resumidas a seguir.

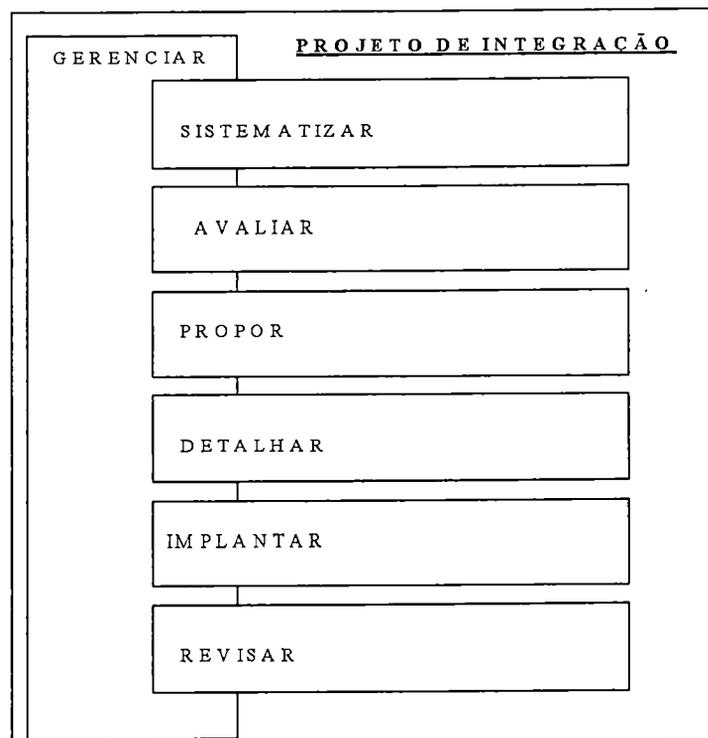


Figura 5.2 - Etapas do Projeto de Integração

A etapa **gerenciar** é contínua ocorrendo durante todo o projeto. Nela são definidas todas as informações necessárias ao início do projeto de integração, a formalização do comprometimento da alta gerência com o projeto e, principalmente, na formação e organização de uma equipe apta à sua execução. Ela define a forma de organização do projeto de integração, estabelecendo e revisando os prazos, recursos, objetivos, prevendo barreiras à implantação e criando soluções alternativas. A etapa gerenciar deve promover o desenvolvimento do pessoal do projeto de integração através da motivação, treinamento e perspectivas de promoção. Finalmente, deve estabelecer um padrão de documentação e de apresentações.

A etapa **sistematizar** levanta as estratégias da empresa, definindo em função destas as metas do projeto de integração. Nesta etapa são levantadas as informações da situação atual da empresa. Esta situação é representada em um modelo de empresa. Os serviços de analisar da classe modelo de empresa são acessados nesta etapa. Finalmente, busca-se determinar os índices de desempenho para caracterização da situação atual e conhecer o nível de suporte da infraestrutura de integração, através de um mapeamento dos recursos de tecnologia de informação já utilizados.

Na etapa **avaliar** é realizada uma discussão sobre a situação atual da empresa, avaliando-se as informações levantadas e o modelo de negócios. Nesta discussão busca-se identificar as falhas e potencialidades da empresa visando a integração.

Melhorias já são propostas nesta etapa e podem ser implantadas caso haja concordância dos responsáveis. Estas modificações são consideradas na metodologia como medidas de melhoria, ou seja, mudanças que buscam otimizar os processos e atividades da sua situação atual. Podem surgir projetos que não envolvam o uso da computação. Tais projetos não são detalhados na metodologia, mas sua aplicação deve ser considerada no modelo de empresa.

Na etapa **propor** é definida a situação desejada da empresa utilizando-se novamente o formalismo do modelo de empresa. O modelo de empresa desejado nesta etapa consiste na descrição dos novos processos e, principalmente, de definição de metas e índices que estes devem atingir, em função das estratégias de negócio da empresa. Comparando o modelo desejado com o da situação atual, são definidos os processos prioritários para uma análise mais detalhada. A priorização é feita através de uma análise com índices de desempenho, de avaliação estratégica para os negócios e de análise financeira.

A etapa **detalhar** define a abrangência dos processos considerados prioritários e para os quais irá se aplicar um ou mais componentes CIM. Para esta aplicação os processos devem ser conhecidos, detalhando-se o modelo de negócios. Esse detalhamento cria o modelo de processos onde são detalhadas todas as suas visões. Com base neste detalhamento pode-se definir projetos de software. Esta definição é realizada através de considerações estratégicas e financeiras, possivelmente, com uma assessoria externa que pode agregar conhecimentos da área de tecnologia da informação.

Na etapa **implantar**, são definidos os domínios dos softwares (componentes CIM) a serem implantados na empresa e que são parte dos projetos. O domínio do software pode ser igual ao domínio do processo. Estabelecido o domínio, este é detalhado em seu comportamento. Este é o modelo de sistema e utiliza de todo o modelamento de negócios e processos já realizado. Deve-se então, definir se o sistema será desenvolvido ou comprado. Como já foi citado, não é objetivo do presente trabalho detalhar o modelo de sistema, ou seja, a forma de desenvolvimento de um componente CIM. O serviços de implantação de atividades manuais (atividades sem o suporte de um componente CIM) e implantação do componente CIM pertencem a esta etapa.

A etapa **revisar** verifica o andamento do projeto através do controle dos objetivos e a comparação dos índices estabelecidos, os desejados e os realmente atingidos, como parâmetro de sucesso dos projetos. Nesta etapa, são realizadas as revisões do projeto, definindo-se as modificações ou alterações necessárias. O serviço manter dos modelo de negócio e processo é acessado nesta etapa da metodologia.

Deve-se ressaltar que as etapas descritas são realizadas simultaneamente, ou seja, o modelo de empresa está constantemente sendo alterado e atualizado. Como este é utilizado como parâmetro de comunicação e de definição de processos e projetos, sua integridade e atualização são fundamentais. É por isto que se considera essencial que seja utilizado uma ferramenta computacional de suporte ao modelamento de empresa, como estruturado na representação completa da AGIR.

5.1.2. Modelo de Empresa

A divisão do modelo de empresa nos modelos de negócio, processo e sistema visa caracterizar a seguinte estrutura:

- primeiramente, busca-se obter uma visão geral da empresa e dos fatores relevantes a seu negócio;
- em seguida, definidos os seus processos (os elementos funcionais de negócio) prioritários, estes são modelados em detalhe e
- todo ou parte do processo pode ser suportado por um software (componente CIM), que é representado por um modelo de sistema.

No presente trabalho, serão tratados os aspectos relativos ao modelo de negócio e parcialmente ao modelo de processo. O modelo de sistema será apenas citado, pois deve ser objeto de um trabalho específico.

Os modelos de negócio e processo utilizam etapas semelhantes e cíclicas, definidas como analisar, estabelecer, implantar e manter (**Figura 5.3**). O modelo de sistema pode utilizar diferentes formas de desenvolvimento, tais como: a prototipação, cascata, espiral e como já foi citado, sua definição não é parte do presente trabalho [PRE87]. A desincorporação do modelo de empresa do projeto de integração possibilita que ele seja utilizado para outros fins, como representado na AGIR completa.

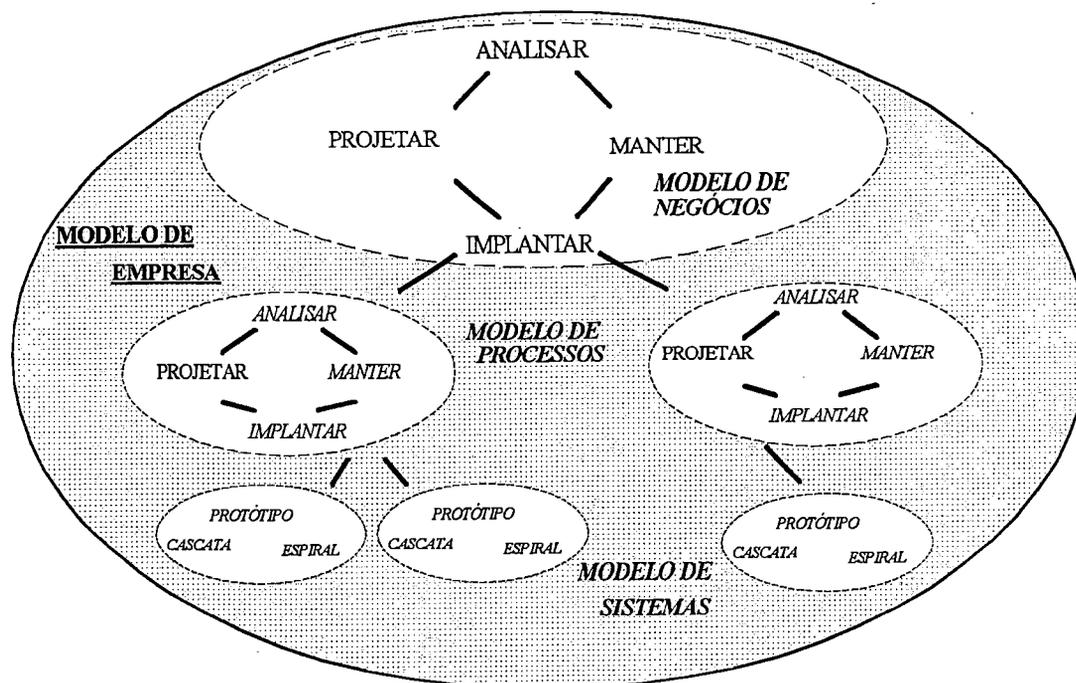


Figura 5.3 - Etapas do Modelo de Empresa

A seguir são resumidas as etapas dos modelos contidos no modelo de empresa.

Na etapa **modelar negócio**, o serviço analisar está relacionado com a definição da situação atual da empresa e aplica o formalismo (classe métodos) definido pela AGIR (método SADIA), com as informações levantadas no serviço coletar informações. O serviço projetar está relacionado com o serviço definir situação desejada e visa desenvolver um modelo de negócios com o mesmo formalismo do modelo atual, mas representando a situação que a empresa entende como necessária para atingir seus objetivos de negócio. O serviço implantar acessa a etapa de modelar os processos, descrita a seguir. O serviço manter busca fazer com o que o modelo de negócios esteja constantemente atualizado, modelando as alterações ocorridas em todo o modelo de empresa.

Na etapa **modelar processo**, o serviço analisar, modela em detalhe os processos definidos como prioritários em sua situação atual. O método é o SADIA e não há preocupação em se determinar o seu comportamento. São utilizadas, agora, todas as informações do processo para compor todas as visões do modelo de empresa, ou seja, que o processo seja composto só por atividades. Nos casos de processos que já são suportados por um ou mais softwares, deve-se, inicialmente, utilizar a sua documentação. Na indisponibilidade de documentação, deve ser realizado um processo de engenharia reversa, onde se busca documentar estes

softwares. O serviço projetar modela os processos prioritários segundo o modelo de negócios desejado, utilizando o mesmo formalismo e grau de detalhamento da etapa analisar. O serviço implantar inicia um novo ciclo que é o de especificação do componente CIM, seja ele desenvolvido ou comprado. Como citado, não é objetivo do presente trabalho detalhar o modelamento de sistemas. O serviço manter registra e modela todas as alterações do modelo de processos decorrentes do modelamento do sistema.

A seguir são detalhados os serviços das classes e objeto projeto de integração e modelo de empresa.

5.2. Etapas e Serviços do Projeto de Integração

A seguir são descritas as etapas e serviços da classe e objeto projeto de integração.

5.2.1. Etapa Gerenciar

Todo projeto, independente de seu campo de aplicação, possui determinadas atividades comuns de gerenciamento. Nesta etapa, são descritas os serviços de gerenciamento do projeto de integração, que são usados constantemente e são fundamentais para que o projeto seja organizado e tenha sucesso.

5.2.1.1. Formar Equipe do Projeto

Para a aplicação da metodologia, faz-se necessária a formação de uma equipe, denominada de equipe de integração. Esta equipe é a responsável por todas as tarefas referentes à aplicação da metodologia e à utilização da arquitetura de integração. Ela possui um corpo fixo e outro definido segundo as necessidades de trabalho. Para estas necessidades são criados grupos de trabalho.

A equipe de integração é dividida em três cargos, com funções e perfil próprios, como mostra a **Figura 5.4**. O gerente de integração e o arquiteto de integração são escolhidos inicialmente. A dedicação exclusiva é necessária ao gerente de integração, sendo a dedicação dos restantes definida pela própria equipe. A equipe é complementada com um responsável pela secretaria e documentação do projeto. O

número de pessoas alocadas a cada cargo depende do tamanho da empresa e dimensão do projeto. Os cargos são detalhados a seguir.

Cargo	Funções	Perfil		
		Formação	Interno	Grupo
Arquiteto	Incorporar tendências tecnológica Controlar e apoiar a utilização da AGIR Treinar sobre a AGIR Acompanhar padrões de Arquitetura Definir os métodos e ferramenta	Generalista Conhecimento de produtos Conhecimento de padrões	S/N	S/N
Gerente	Providenciar a atualização do modelo de empresa Definir metas do projeto de integração Controlar o modelo de empresa Gerenciar o projeto de integração Escolher equipes Reportar ao conselho consultiv	Bom relacionamento interno Conhecimento da empresa Conhecimento de informática	S	N
Líder de Processo	Acompanhar desenvolvimento dos processos Controlar os processos Definir sistemas a serem modelados Conhecer as interfaces entre processos Treinar em modelamento de processos	Conhecimento específico da área do processo	S/N	N

Figura 5.4 - Estrutura da Equipe de Integração

O principal integrante da equipe é o **gerente de integração**. Este é responsável pela definição, planejamento e gerenciamento do projeto de integração, em consenso com o arquiteto de integração. Ele deve definir os líderes dos projetos e coordenar as atividades do projeto de integração, preocupando-se sempre em garantir o equilíbrio entre a execução dos projetos, sua integração com os processos da empresa e sua validação e atualização no modelo da empresa.

O gerente de integração deve ser alguém interno a empresa, preferencialmente do nível gerencial, o que lhe concede o poder para condução dos diferentes projetos. Sua função exige um profundo conhecimento da empresa, sua história, ambiente e cultura. Pela sua responsabilidade de gerenciamento, deve ter bom relacionamento com os líderes de processo e indicar ao arquiteto de integração possíveis barreiras nos projetos parciais estabelecidos, principalmente aos relacionados com a área de pessoal e organizacional. Deve ser alguém da área técnica, e com capacidade de liderança reconhecida.

O **arquiteto de integração** tem como função conhecer em detalhes a estrutura e serviços da arquitetura geral de integração e auxiliar, principalmente, no desenvolvimento do modelo de empresa. Além disso, o arquiteto deve ter conhecimento dos softwares, métodos e ferramentas existentes no mercado para auxiliar nos serviços da classe componentes CIM. Estes softwares são caracterizados

pela sua diversidade e constante renovação. Desta forma, a empresa deve possuir ou estar vinculada a um elemento ou grupo externos aos problemas diários da empresa e que tenha a visão das suas necessidades e das soluções de mercado mais apropriadas.

O arquiteto (ou grupo) não necessita ser uma pessoa da empresa, sendo possível a escolha de uma empresa especializada nesta função. Isto permite que pequenas e médias empresas tenham acesso a arquitetura, já que o custo de uma pessoa interna com a função de estar constantemente atualizada com o mercado fornecedor de componentes CIM e de desenvolvimentos é, às vezes, inviável a este tipo de empresa.

O perfil do arquiteto de integração é generalista, com conhecimentos mais detalhados da área de tecnologia de informação. Deve contudo estar ambientado com a realidade do setor produtivo da empresa, mas não necessariamente da empresa em questão. Isto permite que a função de arquiteto de integração seja realizada por uma pessoa, ou equipe, externa a empresa. Por vezes, torna-se até positiva a participação de um arquiteto externo, que permite uma análise neutra da empresa, sem envolvimento com problemas internos da empresa.

Definidos o gerente e arquiteto de integração, devem ser escolhidos os **líderes de processos**. Estes líderes são escolhidos no início do projeto, mesmo sem que os processos estejam definidos. Após o estabelecimento dos processos, é feita uma revisão da equipe, para que pessoas mais indicadas sejam escolhidas como líderes de processo. Na indicação inicial, são escolhidas pessoas por departamento da empresa. O líder deve conhecer em detalhe o método utilizado para o modelamento da empresa e funciona como um especialista do processo a ser modelado, conhecendo todos os aspectos envolvidos no processo.

O perfil do líder de processos é de um especialista e, necessariamente, interno à empresa. Como este cargo tem uma função de coordenação, é aconselhável que seja uma pessoa e não um grupo. Serão necessários tantos líderes de processos quantos forem os processos a serem modelados.

Cada líder de processo coordena um grupo de trabalho. A formação destes grupos de trabalho dependem da quantidade de atividades previstas, porém pode-se estabelecer uma formação de um líder, um auxiliar (denominado de facilitador) e mais um especialista da área a ser modelada. O líder deve se preocupar na documentação constante de todas as atividades de modelamento para que o modelo de empresa não perca sua consistência.

A função de facilitador é auxiliar o líder de processos na condução das atividades administrativas e rotineiras, além de preocupar-se com a documentação de todas as atividades da metodologia.

É recomendável a criação de um **conselho consultivo**, que se reúne periodicamente com a equipe de integração, para participar e avaliar o projeto de integração. A formação do conselho consultivo sugerida é a seguinte:

- representante da diretoria;
- um representante de comissão de fábrica ou sindicato;
- representante de cada departamento da fábrica e
- assessor externo.

5.2.1.2. Apresentar e Adaptar a AGIR

O segundo serviço da etapa gerenciar é a apresentação do projeto de integração, seus serviços e da arquitetura geral de integração que a suporta. Esta apresentação deve ser feita em detalhe para os grupos diretamente envolvidos no projeto de integração, e outra apresentação sucinta a um grupo que represente toda a empresa, principalmente do nível executivo. A apresentação em detalhe deve ser realizada para no máximo oito pessoas, em dois períodos e a sucinta em uma palestra de duas a quatro horas para aproximadamente vinte e cinco pessoas. Estas apresentações são essenciais para que as pessoas envolvidas fiquem cientes da abrangência e dos possíveis resultados do projeto. Dúvidas básicas devem ser esclarecidas nestas apresentações e as dúvidas específicas são tratadas isoladamente. Devem ser previstas palestras para informação suplementar.

Como já citado anteriormente, um projeto de integração impacta em todas as áreas da empresa. Neste serviço são identificados quais departamentos, grupos ou pessoas podem se tornar favoráveis ou desfavoráveis ao projeto. Na equipe de integração ou no conselho consultivo devem participar ambos tipos de posições.

A justificativa de se utilizar a arquitetura geral de integração, que apesar de ser de uso interno ao projeto de integração, estabelece certos limites que podem ser questionados pela empresa. Para a plena utilização da AGIR é essencial esclarecer sua utilidade, principalmente nas apresentações detalhadas. Nesta etapa, a adaptação possível da AGIR é quanto às visões do modelo da empresa. Caso haja a disposição de inclusão de novas visões, deve-se criá-las como especializações das visões existentes. As visões de dados e funções não podem ser eliminadas, pois são o núcleo do modelo de empresa. As novas visões, ou especializações devem ser analisadas no âmbito da AGIR, o que possibilita que se verifique as alterações necessárias. O arquiteto de integração é o responsável por estas alterações. A possibilidade de

mudança de visões no presente trabalho não será considerada, por se definir que as quatro visões adotadas são suficientes para desenvolvimento do modelo de empresa.

5.2.1.3. Estabelecer Comprometimento

Neste serviço existe um comprometimento por parte do alto nível gerencial com o projeto de integração. Esta formalização pode ser realizada de diferentes formas, tais como: uma comunicação interna sobre o projeto, a execução de um projeto parcial com resultados de curtíssimo prazo para divulgação do projeto de integração, comprometimento de recursos e outros.

Outra forma, é que um conjunto representativo de pessoas da empresa defina o conceito ou visão da empresa sobre a manufatura integrada por computador por. Este conjunto é composto por pessoas da área técnica, recursos humanos e informática, visando agregar os conhecimentos de manufatura da empresa com a tecnologia de informação e buscar, desde o início, o desenvolvimento de cursos para o pessoal da empresa. A busca de assessoria externa é recomendada, caso o grupo sinta a necessidade de colaboração no desenvolvimento de sua definição. O objetivo é informar a todos os setores da empresa quais os objetivos a serem atingidos e qual o conceito de CIM definido pela empresa.

Os recursos necessários para o desenvolvimento do projeto ainda não podem ser detalhados nesta etapa do projeto de integração, mas uma estimativa de pessoal, equipamentos e espaço pode ser feita. A estimativa deve ser aceita pela alta gerência. Esta alocação de recursos é igualmente uma forma de se confirmar o comprometimento da alta gerência com o projeto. Uma estimativa aproximada de recursos financeiros necessários pode ser apresentada inicialmente para um prazo de seis meses.

Os recursos a serem solicitados e aprovados para o projeto de integração são diretamente dependentes dos resultados esperados pela empresa. A equipe de integração deve solicitar uma quantia coerente de recursos, através de uma interação com o setor financeira da empresa.

A comparação entre os recursos estimados e os recursos utilizados são uma medida de sucesso do projeto de integração. Quanto mais próximos, melhores os resultados. Estes funcionam também como um medidor de desempenho dos projetos parciais.

5.2.1.4. Estabelecer Prazos

O estabelecimento de prazos, tanto para o projeto de integração quanto para cada um de seus projetos parciais, é fundamental para sua administração eficaz. Este estabelecimento é uma tarefa difícil, principalmente para empresas com pouca experiência em projetos de integração e parciais.

A definição dos prazos das etapas do projeto de integração deve ser definido em conjunto com os envolvidos e a equipe de integração. O estabelecimento dos prazos é importante também para se criar uma rede de atividades. Os prazos estimados devem ser sempre revistos e registrados quando forem encerrados, para uma revisão constante do projeto de integração.

5.2.1.5. Estabelecer Padrão de Documentação e Comunicação

Durante o desenvolvimento do projeto de integração são levantadas e utilizadas diversas informações, coletadas através de entrevistas, questionários, leitura, compilação de documentos e outros. Para que as informações sejam dispostas adequadamente às pessoas envolvidas e estas possam utilizá-las sempre que necessário, é fundamental que se crie um padrão de documentação. Este padrão deve ser definido pela equipe e organizado pela secretaria do projeto.

A documentação deve ser organizada e armazenada de forma a permitir à equipe e direção da empresa seu fácil acesso. Deve-se prever a existência de um software para gerenciamento da documentação, dependendo da sua dimensão e complexidade.

A apresentação e comunicação do projeto é importante, já que informa a toda a empresa da sua situação. A cada tipo ou grupo de pessoas existe uma forma de apresentação, ou seja, àqueles diretamente envolvidos no projeto, os responsáveis e assim por diante. As formas devem ser adotadas em função da dimensão do projeto e do número de pessoas envolvidas. A seguir, são apresentadas as formas propostas na metodologia, relacionando-se para cada um uma sugestão de distribuição.

Relatórios

Os relatórios são o modo mais formal de apresentação da situação do projeto e deve ser redigido para qualquer dimensão de projeto de integração.

Neles, devem constar as atividades do projeto previstas no relatório anterior, sua execução, a situação atual e novas atividades a serem desenvolvidas. A descrição dos desvios apresentados é feita, pois sobre estes é que as atenções devem ser dirigidas.

O relatório contém uma apresentação resumida com representação gráfica de seu conteúdo e outra completa descritiva. A periodicidade deve ser mensal, mas pode ser revista em função do prazo total do projeto.

Os relatórios devem ser distribuídos para a diretoria da empresa, à equipe de integração e aos grupos de trabalho.

Informes

Os informes são pequenos textos de uma a três páginas onde os eventos e informações significativos do projeto devem ser apresentados.

Devem constar nos informes, principalmente, os resultados alcançados, pois este funciona como um elemento de divulgação do projeto de integração.

Os informes devem ser distribuídos para toda a empresa (departamentos, comissões, grupos de trabalho e outros). Havendo locais de divulgação aberto, eles devem ser afixados.

Transparências

As transparências são um suporte para apresentações em palestras e reuniões sobre o projeto. É interessante que elas tenham uma padronização, para que o projeto seja identificado.

As transparências devem conter as informações que serão apresentadas na palestra ou reunião. Sua apresentação deve ser preferencialmente gráfica, já que a descritiva estará a disposição em relatórios e informes.

Reuniões

O projeto de integração deve possuir em seu cronograma a realização de reuniões periódicas de controle e revisão. Três tipos de reunião devem ser realizadas. Uma a cada duas semanas, com os grupos de trabalho, onde são tratados os assuntos referentes às suas atividades específicas. Outra mensal, com a diretoria da empresa e outra também mensal, com o conselho consultivo. Para cada reunião, há uma distribuição prévia de relatórios e pauta de discussão, definido-se também um

horário a ser obedecido, forçando que as reuniões sejam produtivas. As reuniões podem ser utilizadas também para que decisões em relação ao projeto sejam referendadas.

Palestras

As palestras são realizadas tanto previamente quanto por necessidade. As palestras planejadas devem funcionar como divulgação do projeto, sendo suportada pelos relatórios e transparências.

A palestra deve conter informações que sejam relevantes ao público ouvinte, não sendo sobrecarregada de informações. As palestras que forem solicitadas devem ser realizadas, pois identificam que a empresa está necessitando de informações complementares. É interessante também realizar palestras para clientes e fornecedores da empresa, já que o projeto de integração repercute na imagem da empresa (ver abordagem mercadológica do CIM).

Vídeos

Outra forma de apresentação do projeto é a utilização de vídeos, principalmente, para projetos com grande envolvimento do chão de fábrica e também para as empresas que estejam utilizando o projeto como instrumento de vendas, ou seja, de divulgação de uma imagem de modernização.

No vídeo, devem ser apresentadas imagens e textos de divulgação tanto da situação atual do projeto. Quanto dos resultados e desenvolvimentos futuros. O vídeo é destinado ao treinamento de funcionários da empresa, divulgação para instituições externas, clientes, fornecedores e outros.

5.2.1.6. Desenvolver Pessoal

Um dos aspectos mais importantes de um projeto, é a efetiva participação de todos os envolvidos durante a sua duração. Neste serviço, busca-se alcançar a participação através da motivação, da educação, do treinamento e das perspectivas de promoção. Estes aspectos são descritos a seguir:

Motivação

A motivação é uma forma para que cada participante dê uma contribuição significativa ao projeto em que esteja envolvido, principalmente, em um ambiente de atividades não rotineiras e de alto grau de conhecimento especializado como o de um projeto de integração.

Existem diversas teorias sobre motivação, levando em consideração o comportamento humano e o ambiente em que trabalha. O relacionamento entre as pessoas do projeto com os seus gerentes influencia fortemente no nível de motivação de pessoal. Todavia, as teorias apresentam diferentes propostas, que no caso do projeto de integração devem ser semelhantes à utilizada na empresa, para que não haja conflito entre este e a empresa.

Na presente metodologia não é sugerida nenhuma teoria de motivação, mas é essencial que ela exista para que o projeto alcance os resultados esperados.

Treinamento

Alguns aspectos do projeto de integração tornam o treinamento de pessoal essencial. Primeiro é o seu prazo, que tende a ser longo. Durante o projeto, novos métodos, ferramentas e tecnologias devem surgir e a equipe de integração deve estar atualizada sobre estes avanços. Além disso, o projeto de integração define projetos parciais que lidam basicamente com tecnologias de informação, que são caracterizadas pelo seu rápido avanço. Desta forma, as pessoas da empresa tendem a se tornar desatualizadas, onde então um treinamento em novas tecnologias é fundamental.

A responsabilidade de treinamento deve ser da equipe de integração, porém sua viabilização e administração deve ser realizada pela área de Recursos Humanos da empresa. Da mesma forma deve-se incentivar ou possibilitar a aquisição de livros, revistas, participação em palestras e cursos para que o projeto busque utilizar e incorporar constantemente inovações.

Perspectivas de promoção

Um incentivo à participação de pessoal é a perspectiva de promoção pela atuação no projeto de integração. Esta perspectiva é apresentada pela diretoria da empresa para todos os participantes, tanto dos grupos de trabalho quanto da equipe

de integração. A avaliação do trabalho para uma promoção é a introdução no projeto de um programa de avaliação.

5.2.1.7.Revisar

São realizadas durante todas as etapas do projeto constantes revisões e avaliações, tanto periódicas quanto aleatórias, definidas pela sua necessidade. O parâmetro para o controle são as metas estipuladas ao projeto e seu cronograma. Além disso, é interessante que se criem índices e métricas, que quantifiquem a situação de diferentes processos da empresa. Estes índices medem o desempenho dos processos.

Devem ser previstas alternativas para cada atividade do projeto, principalmente, para aquelas identificadas pela equipe como atividades críticas. A existência de alternativas diminui o tempo de tomada de decisão caso ocorram imprevistos ao projeto de integração.

Diversas bibliografias sugerem tipos de índices e métricas [HRO94, MOR91]. Sua adoção depende do tipo de empresa. São previstos tanto índices quantificáveis (faturamento por funcionário, peças por máquina, outros) quanto qualitativos (motivação de pessoal, imagem da empresa, outros).

O serviço de revisão consiste no controle das atividades do projeto, verificação de desvios, a tomada de decisão em relação às correções necessárias e posterior validação. Para que haja um controle do projeto, este deve possuir índices e métricas para verificação dos resultados e conseqüentemente dos desvios ocorridos. A responsabilidade pelos índices é da equipe de integração em conjunto com os grupos de trabalho. Já a decisão das correções deve ser tomada pela equipe de integração, com o respaldo do conselho consultivo ou da direção da empresa, em casos de maior responsabilidade, principalmente, com envolvimento financeiro. A validação do controle e das correções é feita nas reuniões da equipe de integração com o conselho consultivo e diretoria da empresa.

5.2.2.Etapa Sistematizar

A etapa sistematizar levanta todas as informações necessárias ao projeto de integração e possui seis serviços. Nesta etapa é acessado o serviço analisar da etapa modelar negócios.

5.2.2.1. Levantar Estratégias

Como já citado, os serviços de definição das estratégias de negócio da empresa pertencem a classe objeto estratégia e não são escopo do trabalho. Porém, para a definição das metas do projeto de integração é necessário que se conheça claramente quais as estratégias existentes. Assim, a diretoria deve fornecer quais as estratégias e metas da empresa, para que estas sejam refletidas no projeto de integração.

5.2.2.2. Definir Metas

Com as estratégias levantadas, a diretoria deve se reunir com a equipe de integração e definir as metas do projeto de integração. Todos os serviços da metodologia de planejamento e implantação do CIM são norteadas segundo as metas definidas. Estas metas devem ser também informadas aos líderes de processo, e se considerado conveniente, a todos os participantes do projeto de integração.

5.2.2.3. Coletar Informações

Para identificação das funções foi adaptada uma técnica de entrevistas, desenvolvida e aplicada por Katz [KAT91]. Esta técnica foi escolhida por ser adequada ao objetivo deste serviço e possuir eficiência comprovada pela sua ampla aplicação.

Inicialmente, é definida o processo de seleção das pessoas a serem entrevistadas. Pode-se optar por uma coleta de informações por departamentos, ou por pessoas chaves, ou mesmo, por processos já estabelecidos. A equipe deve ter o organograma da empresa para suporte a esta seleção.

Definida a forma de entrevistas, são dimensionados o número de pessoas a serem entrevistadas e o tempo necessário, organizando-se assim uma agenda ou cronograma. Para a coleta de informações são formados grupos de duas a quatro pessoas. As entrevistas são realizadas pelo gerente de integração e os líderes de processos. As pessoas são questionadas quanto à sua rotina de trabalho. A equipe anota todas as ações, funções ou atividades que cada um exerce e quais as informações (em forma de documento ou agrupamento de dados) que estes utilizam e

criam. Deve-se registrar também quais softwares são utilizados, inclusive detalhando-se se possível quais módulos. Posteriormente, cada integrante do grupo é questionado individualmente, tendo então mais liberdade de colocar funções que este exerce, que são responsabilidade de outros. Assim, pode-se modelar todas as funções, independente dos responsáveis.

Outra forma que auxilia na coleta de informações, é providenciar todos os documentos ou grupamentos de dados anteriormente às entrevistas. Os entrevistados devem citar quais informações são usadas em suas funções.

Deve-se obter dos entrevistados o grau de satisfação com as informações existentes através de uma série de questionamentos. Tais informações são utilizadas para se avaliar a qualidade das informações na situação atual da empresa.

As pessoas são questionadas sobre o seu conhecimento de projetos existentes. Dos projetos mencionados são extraídas as seguintes informações:

- área de aplicação;
- responsável;
- início, situação atual e prazo final;
- metas e
- aplicação de recursos de tecnologia de informação.

Além dos projetos mencionados, a equipe de integração deve buscar em todas as áreas conhecer os projetos em andamento ou já aprovados. A importância da documentação destes projetos é que estes podem estar definindo aspectos que se tornem um limitante ao projeto de integração.

Ao fim de cada sessão de entrevistas a secretaria do projeto documenta os seus resultados para utilização nas etapas do modelo de empresa.

5.2.2.4. Definir Situação Atual

Como visto anteriormente, o desenvolvimento de um modelo de empresa pode partir da adoção ou não de um modelo de referência. Em ambos os casos, todas as informações coletadas e documentadas são compiladas. Neste trabalho não foi possível se estabelecer qual a forma, pois não foi desenvolvida uma interface da AGIR com outras arquiteturas e não haviam modelos de referência da AGIR já desenvolvidos. A equipe de integração acessa os serviços do modelo de empresa, com base no método (SADIA). O modelo deve constar dos elementos funcionais de

negócio identificados e de um detalhamento não superior a quatro níveis hierárquicos. O dicionário CIM contém todos os documentos e grupamentos de dados. Caso haja a definição de desenvolvimento de um software, pode-se iniciar o modelo de entidade-relacionamento (que é um serviço da classe modelo de sistema). Durante as entrevistas podem ter sido citados os recursos utilizados e órgãos responsáveis pela execução, que compõe as visões restantes do modelo de empresa. Neste serviço, os recursos devem ser documentados mas não representados, pois implica em um detalhamento desnecessário.

Outro fator fundamental neste serviço é conhecer os projetos citados nas entrevistas e aqueles coletados junto às diferentes áreas da empresa. Outros tópicos devem ser agregados, como padrões definidos pela empresa e estudos de projetos. Estes dois tópicos tem grande influência na definição do projeto de integração e em seus resultados.

O modelo então é apresentado aos grupos de trabalho que em uma sessão final, fazem as correções necessárias e sua validação (Figura 5.5).

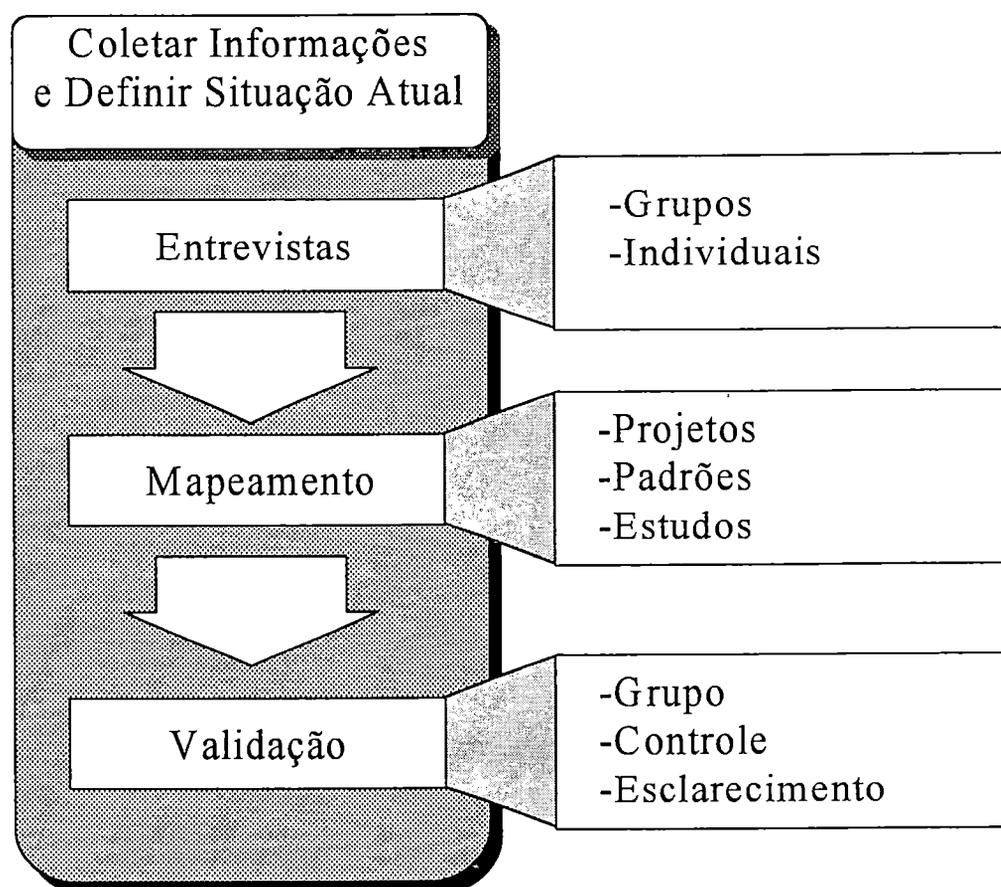


Figura 5.5 - Serviço de Coletar Informações e Definir Situação Atual

5.2.2.5.Determinar Índices

Na etapa gerenciar foram estabelecidos tipos de índices e métricas para avaliação do desempenho da empresa. Neste serviço são incorporados ao modelo de empresa os seus índices, permitindo assim uma avaliação posterior mais concreta. Estes tipos de índices podem ser inclusive semelhantes ou sugeridos nos modelos de referência.

5.2.2.6.Mapear Sistema de Infraestrutura de Integração

Diversas empresas utilizam o suporte de software e hardware para a execução de suas funções. Neste serviço são registrados quais os recursos existentes e suas características.

Este registro é feito através de uma pesquisa junto às áreas usuárias dos sistemas, a área responsável pela informática e a de patrimônio da empresa. São registradas as seguintes informações:

- o que é utilizado em cada área;
- o que está planejado ou aprovado para cada área;
- sob qual equipamento rodam os sistemas;
- com qual software rodam estes sistemas;
- existem padrões por área e para toda a empresa;
- os programas são desenvolvidos dentro ou fora da empresa;
- existem relatórios sobre os gastos anuais;
- a comunicação ocorre por redes locais ou ponto a ponto e
- sob qual conceito são armazenados os dados.

Deve-se tentar associar também quais as funções são auxiliadas por sistemas. Estas informações são compiladas em um relatório, que serve de base para a avaliação.

5.2.3. Etapa Avaliar

A etapa avaliar visa, através de discussões e da utilização do modelo de empresa, avaliar a situação atual da empresa do ponto de vista da integração da manufatura por computador. Ela possui três serviços descritos a seguir.

5.2.3.1. Discutir Situação Atual

Nesta etapa, o modelo da situação atual já tem documentados os elementos funcionais de negócio e os seus processos, os documentos e a infraestrutura de integração. Com estas informações compiladas e representadas em um modelo este pode ser analisado. A primeira análise é realizada pela própria equipe de integração, que a resume para apresentação ao conselho consultivo. Devem ser analisados o grau de satisfação dos usuários com as informações, o suporte existente de tecnologia de informação e a respectiva consideração do arquiteto de integração ou de um consultor externo sobre este suporte. São utilizados também, os índices e métricas coletados, além de índices de satisfação dos clientes da empresa e de índices de empresas concorrentes.

5.2.3.2. Identificar Falhas e Potencialidades

A atividade de desenvolvimento do modelo permite a identificação de diversos aspectos passíveis de simplificação, tais como:

- eliminação de informações desnecessárias ou redundantes;
- eliminação ou integração de funções redundantes;
- criação de medidas de treinamento.

Desta forma, é importante que a equipe de integração acompanhe a etapa de modelar negócio para listar as falhas identificadas. A discussão da situação atual e dos diversos índices apresentados, permite à equipe de integração documentar falhas e potencialidades, não somente quanto aos aspectos de aplicação de tecnologia de informação e de integração.

Para que um grande número de falhas sejam levantadas, é interessante reunir novamente algumas das pessoas entrevistadas, principalmente, da alta gerência e

apresentar-lhes o modelo. O modelo pode funcionar como um elemento de discussão e sinergia entre os envolvidos, que conseguem visualizar de maneira única os processos da empresa. A equipe de integração deve incentivar esta sinergia e documentar todos os comentários surgidos.

Diversos resultados podem ser obtidos nesta etapa, inclusive aplicáveis a outras áreas, que devem ser então encaminhadas aos setores responsáveis. As falhas e potencialidades devem ser consideradas e reavaliadas constantemente no projeto de integração.

5.2.3.3.Sugerir Melhorias

A identificação das falhas e potencialidades permite que algumas decisões sobre a situação atual possam ser tomadas, consideradas como sugestões de melhoria ou sistematização. É possível também uma integração entre funções já neste nível, mesmo sem o auxílio de computadores. A reorganização de determinados setores é conseguida também através da análise do modelo. Estas sugestões devem ser abertas a toda a empresa, seja institucionalmente através de um programa de melhoria contínua ou não.

Uma vez tomadas decisões com base no modelo, este deve ser atualizado, para que não se crie inconsistência. As sugestões desta etapa devem ser caracterizadas pelo seu curto prazo, sendo que as de médio e longo prazo devem ser documentadas e analisadas no serviço de definição da situação desejada.

5.2.4.Etapa Propor

A etapa propor visa definir uma situação desejada para empresa representada em um modelo de negócios. A comparação entre a situação atual e a desejada define os processos considerados prioritários e que serão detalhados. Esta etapa consiste de quatro serviços e nela é acessado o serviço projetar do modelo de negócios.

5.2.4.1.Discutir Estratégias

A definição de estratégias de negócio não é objetivo do projeto de integração. Porém, este é norteado por estas estratégias que devem portanto estar claras para a equipe de integração.

A equipe de integração deve ter espaço para sugerir alterações ou reavaliações em função do conhecimento adquirido da situação atual da empresa e das tecnologias e produtos de mercado referentes à integração. O serviço de definição da situação desejada só deve ser iniciada quando a equipe de integração tiver claro quais os objetivos e metas da empresa.

5.2.4.2. Definir Situação Desejada

Para o desenvolvimento da situação desejada, é fundamental que algumas diretrizes de negócios, manufatura e informática estejam definidas. A falta destas diretrizes podem incorrer em sérios prejuízos à empresa, na criação de projetos baseados em tecnologias obsoletas e na formação de ilhas de integração.

A equipe de integração, reunida com a alta direção da empresa, deve então definir uma situação desejada para a empresa, situação esta que será o objetivo a ser atingido pelo projeto de integração.

Neste serviço é acessado o serviço projetar do modelo de negócio, descrita em 5.3.2.

5.2.4.3. Comparar Situação Atual e Desejada

A comparação entre o modelo desejado e o modelo da situação atual, resulta na indicação dos processos considerados estratégicos para a empresa e de maiores deficiências. Para estes processos, ou para parte deles, serão implantadas soluções baseadas na tecnologia de informação, de forma integrada (componentes CIM).

5.2.4.4. Priorizar Processos de Negócio

Com os processos escolhidos, estes devem ser priorizados para seu detalhamento e implantação. Para tanto, é utilizada a técnica análise de valor de uso (AVU), adaptada da técnica alemã "Nutzwertanalyse" [SÜS91] que quantifica características qualitativas, contrapondo-as através da opinião de pessoas envolvidas. Nesta técnica são determinadas, inicialmente, as principais características de cada processo em uma sessão de "brainstorming". Após uma consolidação dos fatores, estes são sequenciados na horizontal e vertical formando uma matriz (**Figura 5.6**).

Cada pessoa selecionada para avaliação deve contrapor cada uma das características e opinar qual é mais importante do que a outra, atribuindo-lhe os seguintes pesos:

- 0 - menos importante;
- 1 - importância igual e
- 2 - mais importante.

Ao fim da sessão, soma-se os pontos obtidos por cada uma das características. Aqueles com maior soma são os mais significativos. Em seguida, é feito o mesmo procedimento para os processos. Esta técnica permite uma avaliação qualitativa entre os processos. A sua precisão depende do número e posição das pessoas consultadas.

Características (Ex.)	Pesos
A1 - Cor	0 - menos importante
A2 - Forma	1 - importância igual
A3 - Tamanho	2 - mais importante

	A1	A2	A3	Σ
A1	X	0	1	1
A2	2	X	2	4
A3	1	0	X	1

← Característica Forma
é a mais significativa

→
Sentido da contraposição

Figura 5.6 - Análise de Valor do Uso

5.2.5. Etapa Detalhar

A etapa detalhar visa modelar os processos selecionados como prioritários. São modeladas tanto a situação atual quanto a desejada. Com base nos processos são definidos os projetos parciais. Esta etapa consiste de seis serviços e acessa os serviços analisar e projetar da etapa modelar processo.

5.2.5.1. Definir Abrangência

A AGIR define as visões do modelo de empresa e o nível de descrição funcional e a metodologia prioriza os processos. Neste serviço, é revista e estabelecida a abrangência do processo, tanto das visões que podem ser modeladas incrementalmente quanto das funções e atividades do processo.

Estas decisões são tomadas pela equipe de integração em função dos recursos disponíveis para executar o modelamento e das dificuldades existentes. A abrangência não deve eliminar funções a serem modeladas, mas somente estabelecer um plano ou cronograma.

5.2.5.2. Coletar Informações

A coleta de informações para o detalhamento dos processos é semelhante ao da etapa sistematizar. As funções e a abrangência que compõe o processo já estão definidas e são incorporadas as informações de todas as visões do modelo, transformando as ações ou funções em atividades. A forma é de entrevista aos mesmos grupos e pessoas selecionadas na etapa sistematizar, podendo ser incluídas novas segundo a necessidade. Devem ser incorporadas também as informações obtidas no mapeamento da infraestrutura de integração.

As informações coletadas nesta etapa são utilizadas os serviços analisar e projetar da etapa modelar processo, havendo entre estas uma grande interação, já que dificilmente são coletadas todas as informações necessárias.

5.2.5.3. Detalhar Processo

O detalhamento do processo é feito através de seu modelamento. A situação desejada é modelada acessando os serviços analisar e projetar da etapa modelar processo. Já o detalhamento da situação atual pode ser feito ou não. Esta decisão é baseada na necessidade de um conhecimento mais aprofundado da situação atual da empresa.

5.2.5.4. Definir Projetos Parciais

Com o modelo desejado de processo detalhado, é possível a definição dos projetos parciais, nos quais serão utilizados componentes CIM. Esta etapa é crítica, já que nela todo o trabalho executado de modelamento é transformado em um projeto para desenvolvimento ou aquisição de um componente CIM.

Para a realização desta etapa, a equipe de integração deve conferir se todas as informações necessárias à tomada de decisões estejam disponíveis e atualizadas. As informações necessárias são:

- estratégias de negócio da empresa;
- recursos financeiros disponíveis para investimento;
- modelo de negócio e processo;
- metas do projeto de integração e
- relatórios do projeto de integração.

Envolvidos

A decisão é tomada pela equipe de integração, o conselho consultivo e pessoas chaves do processo e da diretoria. Uma vez definido o projeto ou projetos, estes devem ser encaminhados para referendo da diretoria. No encaminhamento, os projetos devem estar especificados no cronograma geral do projeto de integração e deve ser caracterizado no modelo de empresa quais as funções envolvidas.

Definição de projetos

É interessante que os primeiros projetos à serem executados tragam um retorno rápido, motivando o resto da empresa a trabalhar na implantação dos projetos seguintes. Os primeiros projetos também devem ressaltar os ganhos com a integração, e não somente em um determinado setor. O estabelecimento de prazos e marcos é fundamental.

Técnica para a tomada de decisão

Para suporte à esta decisão a metodologia propõe a utilização do Diagrama de Portfólio [SÜS91]. O Diagrama de Portfólio é uma técnica que permite uma avaliação de aspectos quantitativos (econômicos/financeiros) e qualitativos (subjetivos) em

projetos de integração. Normalmente, são considerados somente as variáveis financeiras e de relação custo/benefício para a avaliação de projetos de integração, que conduzem a uma avaliação parcial, já que os benefícios da integração são difíceis de serem quantificados e, muitas vezes, são externos ao processo ou domínio do projeto (como visto no capítulo 2).

Ela utiliza para avaliação qualitativa a análise de valor do uso (AVU) e para avaliação quantitativa uma técnica que a empresa já utiliza. Como neste tipo de projetos sempre são envolvidas a aquisição de equipamentos, que por sua vez possuem uma rápida obsolescência, a técnica deve considerar a variação do capital no tempo. A presente metodologia sugere a utilização do Método do Instituto de Maquinaria e Produtos Aliados (MAPI). O MAPI permite uma análise de projetos de substituição, substituição-expansão e expansão direta e exige o conhecimento dos dados de investimento, custos e vantagens do projeto [MAT87, POM85].

No Diagrama de Portfólio são registrados em um eixo os dados obtidos com a avaliação qualitativa e em outro os dados com a avaliação econômica (Figura 5.7). Determinados projetos podem ter uma avaliação quantitativa muito boa e qualitativamente baixa (Projeto D). Pelo Diagrama de Portfólio são selecionados aqueles com maior avaliação nos dois eixos (Projeto B).

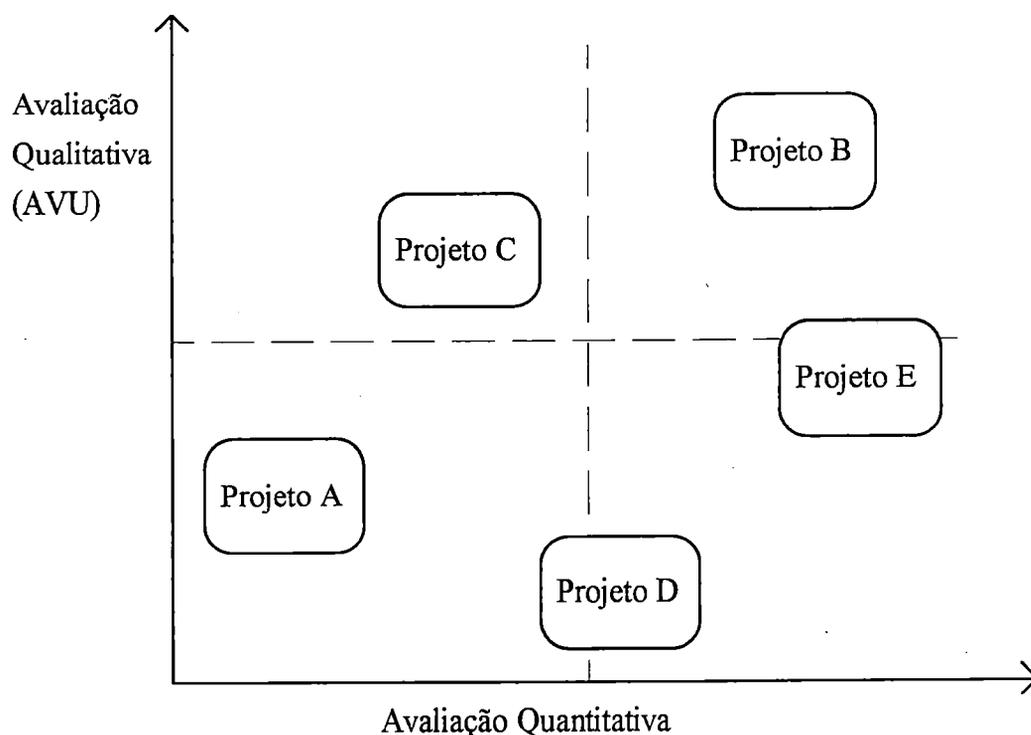


Figura 5.7 - Diagrama de Portfólio

5.2.5.5. Adotar Metodologia para Projetos Parciais

Os projetos parciais definidos devem possuir uma metodologia para seu gerenciamento. Uma equipe responsável é ser criada e são estabelecidas suas metas, cronograma, recursos e todas as características à um projeto já citados anteriormente. A presente metodologia pode ser utilizada para os dois tipos de projetos, porém devem ser analisados suas particularidades. Não é objetivo do presente trabalho descrever a metodologia destes projetos, mas é sugerida que o grupo de trabalho responsável pelo projeto possa adotar uam segundo seus critérios. A equipe de integração deve gerenciar os projetos parciais pelas suas metas.

5.2.6. Etapa Implantar

A etapa implantar visa realizar as atividades dos projetos e possui quatro serviços e acessa a etapa modelar sistema. No presente trabalho estes serviços não são descritos em detalhes, já que estes dependem do modelo de sistema e não são objetivo do trabalho.

5.2.6.1. Implantar Atividades Manuais

Nos processos e projetos definidos algumas atividades são executadas sem o apoio de um software. A estas atividades adotou-se o termo atividades manuais. Sua implantação é realizada através do estabelecimento de procedimentos e do treinamento dos envolvidos. Tanto os procedimentos quanto as informações básicas de treinamento podem ser indicadas no modelo de empresa, dentro do campo destinado a textos descritivos. No presente trabalho, este serviço não será detalhado pois não está dentro do escopo.

5.2.6.2. Definir Domínio do Sistema

Neste serviço, a abrangência do projeto é transformada em domínio do sistema. Grande parte do domínio já está definido, em um forma semântica adequada ao desenvolvimento de sistema. Assim, este serviço é simplesmente de ajuste do

modelo de processo para o modelo de sistema. O domínio do sistema pode ser igual ao do processo ou simplesmente uma parte (**Figura 5.8**). Em função do domínio é que se sabe quais as atividades a serem determinadas, definindo o comportamento a ser implantado pelo sistema.

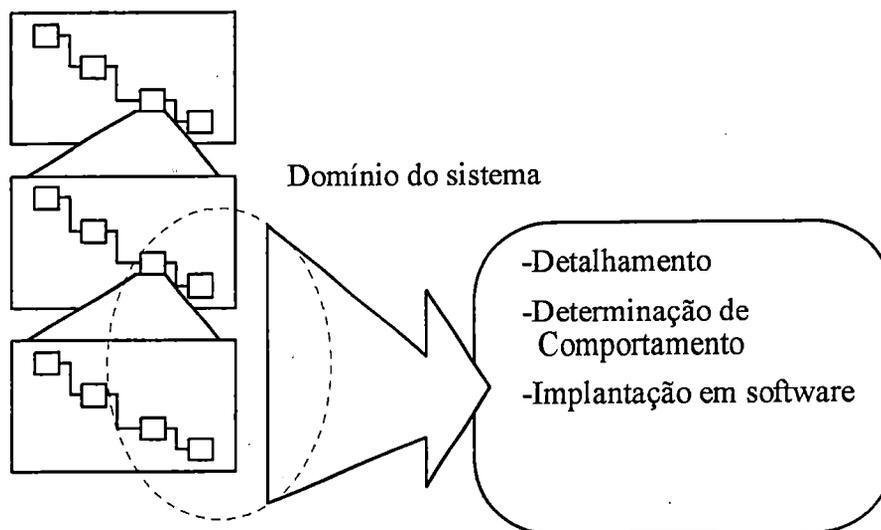


Figura 5.8 - Definição do Domínio do Sistema

5.2.6.3. Definir Desenvolvimento ou Compra

Uma vez definido o domínio do sistema e determinado seu comportamento, a empresa deve decidir se este será adquirido ou desenvolvido dentro ou fora da empresa. Esta decisão é muito dependente da história da empresa, ou seja, se esta desenvolve software e se tem pessoal e estrutura adequadas. Do ponto de vista de integração, as três formas são semelhantes, devendo-se porém garantir que estes estejam coerentes com o modelo de empresa e com a AGIR.

Do ponto de vista comercial é interessante que a empresa busque no mercado um componente CIM, ao invés de desenvolvê-lo, pois a empresa deve especializar-se em seus negócios e a tendência é de que as empresas fornecedoras desenvolvam componentes cada vez mais amigáveis e flexíveis. Dependendo da decisão tomada, o modelo de sistema terá uma determinada finalidade.

5.2.6.4. Implantar Componente CIM

Neste serviço são tratados os aspectos referentes a implantação do software. A maioria dos fornecedores possuem uma estratégia própria para a implantação. Deve ser discutido como adequar a estratégia da implantação do componente CIM com o projeto de integração e também como o modelo de empresa será utilizado. No caso do desenvolvimento do componente CIM, deve-se prever desde o início a forma de implantação.

5.2.7. Etapa Revisar

A etapa revisar consolida os resultados do projeto, verificando os desvios ocorridos e providenciando as correções necessárias. Além disso garante que todas as alterações ocorridas nos projetos parciais sejam registrados no projeto de integração e no modelo de empresa. Esta etapa possui três serviços e acessa o serviço manter do modelo de negócios e de processos.

É fundamental para esta etapa que no cronograma do projeto estejam planejadas revisões periódicas e que a equipe de integração possa definir revisões especiais. Além disso, os relatórios são essenciais para o controle e avaliação. Esta etapa consta, basicamente, de uma revisão das atividades do projeto de integração e de seu cronograma pela equipe de integração e conselho consultivo, e outra revisão de contribuição do projeto aos negócios da empresa pela diretoria da empresa. Estas revisões devem finalizar com uma aceitação ou correções da continuidade do projeto.

5.2.7.1. Controlar as Metas

O projeto de integração possui determinadas metas, que são o principal parâmetro de avaliação. Em todas as revisões deve-se procurar verificar o quanto as atividades executadas contribuíram para as metas do projeto de integração. Este controle deve ser executado pela equipe de integração, resultando em um relatório de revisão, que é apresentado à diretoria. A diretoria deve então expor sua posição.

A equipe de integração deve se preocupar com o desenvolvimento do projeto enquanto que a diretoria deve avaliar a contribuição do projeto aos negócios da empresa, podendo até questionar sobre a sua continuidade. A própria discussão e revisão das metas do projeto de integração possibilita sua alteração.

5.2.7.2. Verificar Índices

Para que a revisão seja efetiva, esta deve se basear em variáveis quantitativas, que são as métricas e índices criados na etapa gerenciar. São eles que permitem uma avaliação das contribuições efetivas do projeto de integração à empresa. Nesta etapa, pode-se caracterizar a falta de métricas que permitam uma avaliação e controle mais efetivo de determinadas atividades do projeto de integração. Nestes casos, deve-se criar novas métricas para que estas atividades sejam quantificadas adequadamente.

5.2.7.3. Caracterizar Desvios e Propor Correções

Com base nos dois serviços anteriores, é possível se caracterizar os desvios ocorridos durante determinadas etapas do projeto. Esta caracterização é função da equipe de integração.

Para cada desvio deve ser descrito a sua causa, prejuízo ao projeto e quais medidas foram tomadas para sua correção, para que se evite sua repetição. Os desvios devem ser classificados em determinadas categorias, para que a empresa conheça suas deficiências. Alguns exemplos de categorias são, entre outros:

- falta de informação;
- falta de treinamento;
- falha de coordenação e planejamento.

Pode-se assim, identificar causas que devem ser tratadas de maneira mais geral pela empresa.

Determinados desvios não podem ser corrigidos somente pela equipe de integração ou o conselho consultivo, havendo a necessidade de uma aprovação da diretoria. Estes desvios geralmente envolvem recursos financeiros e devem ser tratados nas revisões periódicas ou em revisões convocadas para este fim.

5.2.7.4. Aprovar Atividades Executadas

Ao fim das revisões deve-se documentar a aceitação da equipe de integração e da diretoria com o andamento do projeto. Esta aprovação é fundamental para que haja um respaldo formal da empresa quanto ao projeto de integração. O arquiteto de integração deve fazer a consolidação do modelo de empresa atual, através do serviço manter do modelo de negócio e de processos.

5.3. Etapas e Serviços do Modelo de Empresa

As etapas e serviços do modelo de empresa propostos neste trabalho buscam criar uma representação neutra de seus processos e atividades, permitindo sua utilização para outros fins, representados nas classes custos e qualidade da AGIR completa.

O modelamento da empresa é uma atividade contínua, já que sempre são criadas, eliminadas ou modificadas atividades e informações na empresa. Para que estas alterações ocorram de maneira estruturada e planejada, são criados dois modelos, um representando a situação atual e outro a desejada.

A representação da situação atual pode ser bastante simplificada, até mesmo através de modelos de outras empresas, tendo em vista o custo e o tempo despendidos nesta etapa. Já o modelo da situação desejada, deve representar os seus processos de maneira clara e precisa, incorporando sempre as estratégias da empresa. A desvantagem de se utilizar um modelamento da situação atual muito simplificado, é que não se consegue avaliar com clareza as dificuldades e necessidades para se chegar ao modelo da situação desejada. Por isto no presente trabalho, são propostos serviços extensos para a representação da situação atual, mas que permitem a empresa conhecer melhor a forma para seu desenvolvimento e também planejar melhor os projetos para migração ao modelo desejado.

Para reduzir a complexidade e trabalho no seu desenvolvimento, o modelo de empresa foi dividido em três níveis de detalhamento. Os três podem seguir o mesmo formalismo, porém diferem no seu objetivo e no grau de detalhamento, como resumido a seguir:

- modelo de negócios - busca dar uma visão geral da situação atual e desejada da empresa, permitindo a identificação e priorização dos processos com maior contribuição aos negócios da empresa. O modelo de negócios representa as funções da empresa até dois níveis de detalhamento e as informações através de grupos de dados. Seus principais usuários são a direção e a alta gerência da empresa. É possível também se identificar simplificações dos processos.
- modelo de processo - visa detalhar os processos escolhidos como prioritários no modelo de negócio no máximo até o quarto nível de descrição funcional, agregando-se todas as informações das visões do modelo de empresa (recursos, organização e dados). Os dados são tratados separadamente, identificando-se suas entidades, atributos e relacionamentos, caso haja o desenvolvimento de um software. Este modelo é usado para a implantação das melhorias dos processos e

identificação de quais de suas partes devem possuir o suporte de um componente CIM.

- modelo de sistema - visa representar o comportamento das partes do processo a serem suportados por um componente CIM, em uma representação adequada para a sua implantação.

Para cada nível de detalhamento foi definida uma etapa, que contém os serviços da classe modelo de empresa. A seguir, são detalhadas as etapas e serviços para o desenvolvimento de cada dos modelos de negócio e processos.

5.3.1. Etapa Modelar Negócio

5.3.1.1. Analisar

No serviço coletar informações da etapa sistematizar são listadas as funções, os grupos de dados utilizados, projetos existentes, o organograma e, eventualmente, os recursos utilizados. Estas são as informações utilizadas para o modelamento de negócios.

Inicialmente, se estabelece quais grupos de dados são utilizados por quais funções, utilizando-se o formalismo do método SADIA. A seguir são agrupadas as funções. São identificados então, conjuntos de funções que formam os processos, através de um processo iterativo de modelamento, apresentação e revisão, até a obtenção de uma representação de consenso.

Os grupos de dados são listados em um Dicionário CIM, que usa um formalismo semelhante a um dicionário de dados.

5.3.1.2. Projetar

A etapa projetar modela a situação desejada dos negócios da empresa. Duas formas podem ser utilizadas, onde uma parte de um modelo de empresa semelhante ou do mesmo setor. Outra parte de uma situação completamente nova, que desconsidere a situação atual.

A escolha de um modelo de referência pode ser de grande auxílio na determinação do modelo desejado. Pode-se adotar um modelo de referência que sirva de parâmetro de comparação e de inicialização. A escolha do modelo de referência é

fundamentada em determinadas características de empresas que devem ser semelhantes à empresa. Estas características geralmente são agrupadas em tipologias de empresa. A determinação de tipologias de empresa não é objetivo do trabalho, mas devem ser considerados por empresas fornecedoras de sistemas ou serviços de integração, assim como de desenvolvedoras de arquiteturas de integração. O modelo de referência deve ser adaptado para conter a mesma estrutura do modelo de empresa, ou seja, as suas visões. Como citado, não foi possível a utilização de um modelo de referência pela presente metodologia.

A partir do modelo de referência a equipe de integração acrescenta, modifica e elimina funções e dados, se baseando nas informações da classe estratégia. Esta forma de representação do modelo desejado é mais simples, porém inibe a criatividade e induz a utilizar processos existentes em empresas concorrentes ou semelhantes.

Já no modelamento desconsiderando a situação atual ou modelos de referência, pode-se modelar de duas formas:

- dos níveis mais baixos aos mais altos, ou seja, busca-se definir as funções mais operacionais e agregando-as formando um processo e
- dos níveis mais altos para depois detalhar, ou seja, definir os processos mais importantes e então detalhá-los de forma a atender as necessidades de negócio da empresa.

A segunda forma é a mais indicada, pois parte das estratégias da empresa. O próprio processo de decomposição é mais fácil do que de agregação.

5.3.1.3. Implantar

O serviço implantar, inicia a etapa modelar processos. Nela são transferidas as informações existentes do modelo de negócio à equipe para o detalhamento dos processos prioritários.

5.3.1.4. Manter

O serviço manter registra o modelo de processo no modelo de negócios, fazendo sua atualização e garantindo sua integridade.

5.3.2. Etapa Modelar Processo

5.3.2.1. Analisar

Este serviço utiliza o modelo de negócios e as informações obtidas no serviço coletar informações da etapa detalhar da metodologia. A equipe de integração deve juntar a nova lista de informações da situação a atual e ajustá-la para o modelamento a ser realizado.

A primeira atividade desta etapa, é agregar as funções aos processos até o quarto nível de detalhamento e incorporar as informações, transformando as funções em atividades.

Os grupos de dados são detalhados, identificando-se as entidades, os atributos e os relacionamentos. Com estas informações pode ser desenvolvido o Modelo Entidade/Relacionamento para o processo.

Os projetos existentes são representados através da engenharia reversa, como realizado no serviço analisar do modelo de negócios.

5.3.2.2. Projetar

Este serviço é semelhante ao serviço analisar, sendo porém, representada a situação desejada dos processos. Utiliza-se o mesmo formalismo dos serviços anteriores.

5.3.2.3. Implantar

Neste serviço é definido o domínio do processo a ser suportado por um componente CIM. Para este domínio será modelado o seu comportamento. Este serviço inicia a etapa de modelar sistema, que não será descrita neste trabalho.

É importante porém ressaltar que deve-se buscar uma metodologia e arquitetura de desenvolvimento do componente CIM condizente com a AGIR, ou seja, que utilize métodos compatíveis com os utilizados, para se definir os modelos de negócio e de processo.

5.3.2.4. Manter

O serviço manter registra no modelo de processo as modificações feitas no modelo de processos e sistema, garantindo a integridade do modelo de empresa.

6. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA NA FÁBRICA INTEGRADA MODELO - FIM

Neste capítulo, é descrita a aplicação da metodologia de planejamento e implantação. Esta aplicação fez-se necessária em um ambiente simulado de sistema produtivo. O ambiente produtivo integrado desenvolvido foi chamado de Fábrica Integrada Modelo.

6.1. Estrutura da Fábrica Integrada Modelo

Para a aplicação da metodologia proposta na Fábrica Integrada Modelo foi necessária a criação de uma estrutura produtiva, que partiu do projeto de um produto e do planejamento de cenários de manufatura integrada. Foram estudadas propostas semelhantes em universidades brasileiras para eventual troca de experiências e resultados, sem contudo, se encontrar alguma que já tivesse implementado um projeto com uma aplicação semelhante (Anexo I). O projeto similar foi o Centro de Integração de Sistemas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. O projeto deste Centro baseou-se, porém, na criação de um laboratório de demonstrações, não sendo propostos serviços semelhantes aos da classe modelo de empresa, o que não permitiu uma interação.

O produto criado para a Fábrica Integrada Modelo visou adequar as principais tendências em termos de projeto de produtos, como por exemplo padronização, parametrização e o conceito de Engenharia Simultânea. Os recursos utilizados foram obtidos através do Laboratório de Máquinas Ferramentas - LAMAFE do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de São Paulo Campus de São Carlos. Outros recursos foram obtidos junto a empresas, bem como através da cooperação com outros centros de pesquisa.

A FIM é composta de diferentes cenários de integração. Cada cenário possui, em relação ao outro, elementos que o diferenciam tanto em equipamentos e sistemas, quanto, principalmente, em termos da realidade de negócios e manufatura, que são representadas no seu modelo de empresa.

Para maior caracterização de um sistema produtivo, a FIM foi dividida em áreas organizacionais, descritas na configuração dos cenários de integração. A seguir, são descritos o produto, os recursos utilizados e o planejamento do cenário de integração, para em seguida ser descrita a aplicação da metodologia.

6.1.1. Produto

O produto desenvolvido é um objeto de mesa, como mostra a **Figura 6.1**, usinado em alumínio. O objeto possui três elementos básicos, que podem ser escolhidos pelo cliente:

- porta canetas;
- porta cartões e
- porta clips.

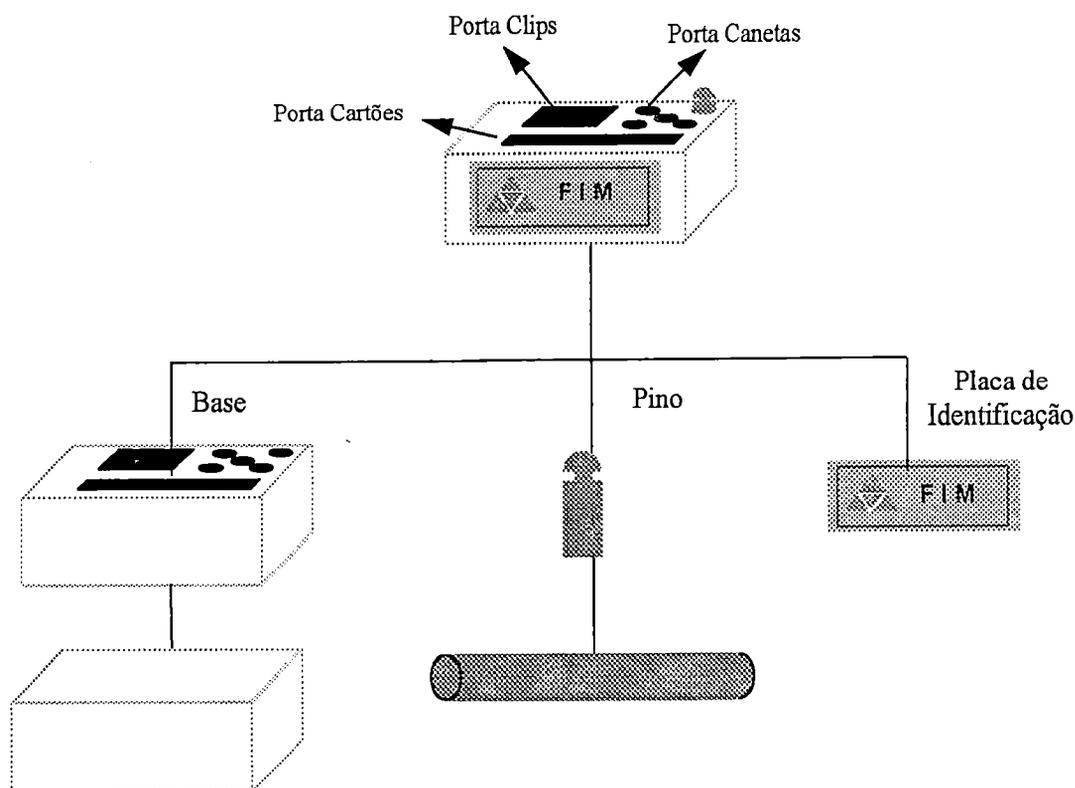


Figura 6.1 - Estrutura do Produto da FIM

A estrutura do produto é composta de um pino, cujo contorno pode ser determinado pelo cliente. Ele é torneado a partir de uma barra de material plástico. A base é de alumínio, cortado a partir de um lingote. Duas placas de identificação com o logotipo desenvolvido para a FIM nas faces laterais completam a estrutura do produto.

A principal característica do produto é ser fabricado segundo o pedido do cliente. Este pode optar pelos elementos básicos que desejar e sua quantidade. Assim,

pode-se produzir um objeto de mesa com dez furos de porta caneta ou então com três rasgos para porta cartões.

Isto permite que a FIM tenha produtos diferenciados, demonstrando a importância da integração em dois importantes fatores nas estratégias atuais de manufatura:

- adaptabilidade do produto e
- flexibilidade de fabricação.

6.1.2. Configuração do Cenário de Integração

O cenário de integração desenvolvido visa representar um sistema produtivo de manufatura discreta. Foi configurado um sistema conceitual de manufatura, como mostrado na **Figura 6.2**. Cada cenário de integração desenvolvido é uma representação parcial desta configuração mais completa.

Na figura, observa-se a estrutura da FIM. Ela é composta de um setor de planejamento, que integra as funções de engenharia e planejamento de produção; de um sistema flexível de fabricação com duas células flexíveis e uma oficina mecânica convencional.

No setor de gerenciamento e comunicação é prevista a utilização de, redes locais ("local area network - LAN"), o conceito de metabase de dados ("Metadatabase") ou repositório, simulação e o planejamento dos recursos de manufatura ("Manufacturing Resource Planning - MRP II").

Este conceito geral permite que diversos cenários de integração sejam derivados. Cenários parciais de integração são possíveis, como a cadeia CAD/CAM ou PCP/Monitoração. A utilização de equipamentos convencionais no chão de fábrica visa representar a realidade de diversas empresas. A integração nestes casos deve ser tratada diferentemente, já que não é possível a aplicação direta de componentes CIM.

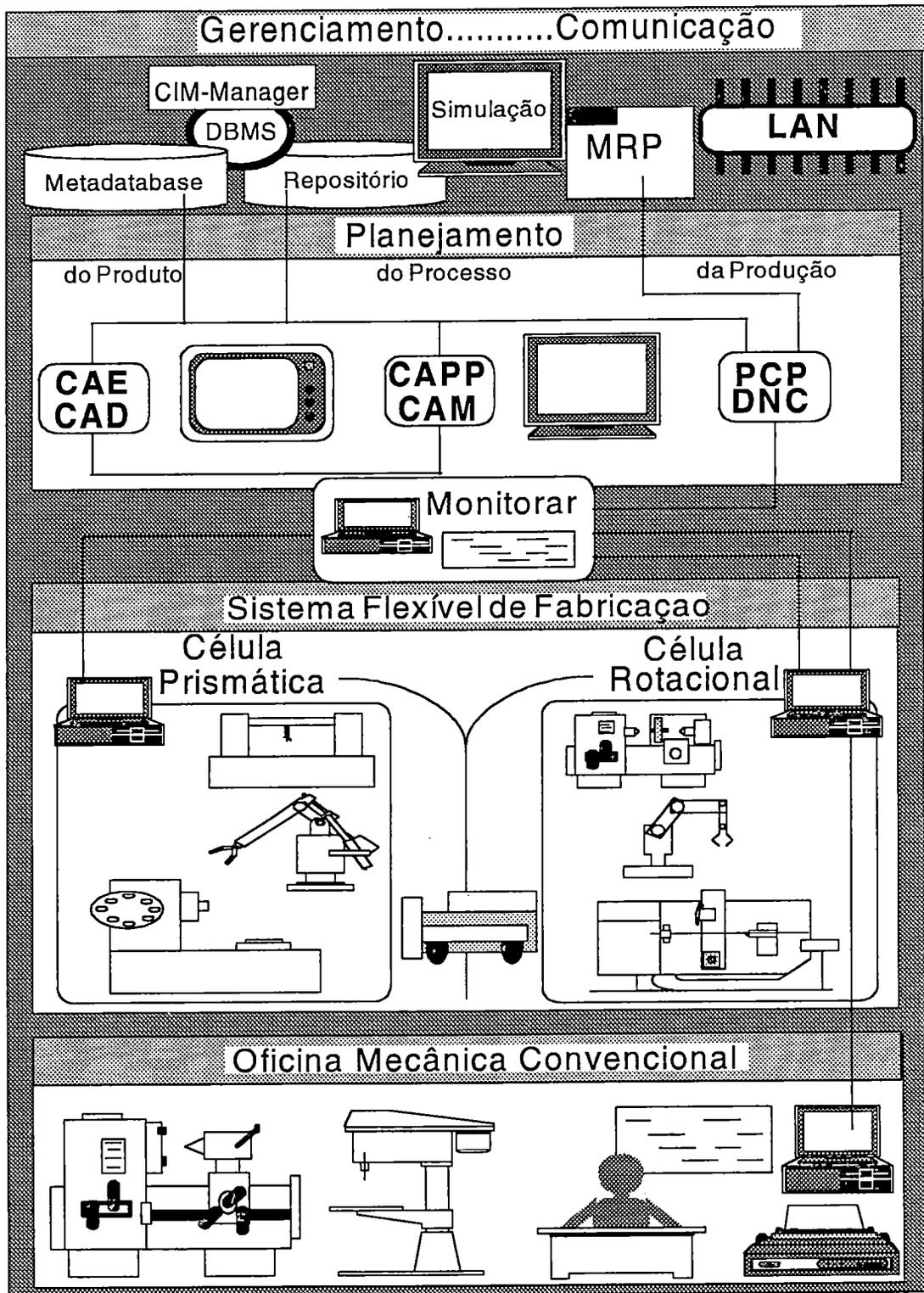


Figura 6.2 - Sistema Conceitual de Manufatura Utilizado na FIM

No cenário desenvolvido neste trabalho, o ciclo de projeto e fabricação do produto possui duas fases. Uma é a fase de orçamento e a outra de entrada efetiva do pedido e que são resumidas a seguir:

Na fase de orçamento, o cliente desenha com o vendedor da FIM o seu produto. O vendedor utiliza-se de um documento padrão, onde existe um croquis da face superior do objeto de mesa, bem como de um gabarito, onde estão os elementos do objeto. Assim, o cliente desenha o produto segundo seus anseios.

Com o desenho da peça, esta entra em fase de orçamento. O desenho da peça é encaminhado ao gerente da fábrica, que registra os dados do pedido. O projetista utiliza-se de um sistema CAD parametrizado para o desenho da peça. Em outro sistema este gera a lista de material. Com o desenho pronto, o processista é acionado, que recupera pelo sistema CAPP um plano de processo semelhante e faz as mudanças necessárias. Como última fase do orçamento, são definidos o prazo de entrega e seu custo aproximado através de um sistema de PCP, baseado na filosofia de Planejamento Fino da Produção [MEL93, FAV93]. É retornado ao vendedor então um desenho em perspectiva, o preço e o prazo de entrega do produto.

Com a confirmação do pedido, o gerente da fábrica aciona novamente os projetistas e processistas para confirmação dos dados de orçamento. Ao planejador da produção cabe liberar a peça para produção. Com a peça liberada, o responsável pela célula aciona o sistema de controle que é quem coordena todas as suas atividades. Todos os acionamentos são feitos sem a intervenção do operador. Com a peça usinada, é feita sua montagem e controle de qualidade final, de maneira manual, e o objeto é entregue ao cliente.

6.1.3. Recursos

Para o desenvolvimento da FIM e a aplicação da metodologia, dois tipos de recursos foram necessários. Um é de pessoas qualificadas e o outro de equipamentos e sistemas.

O pessoal utilizado no desenvolvimento da FIM e na aplicação da metodologia, bem como de atuação no seu sistema produtivo, foram alunos de graduação e pós-graduação, em um total de vinte e sete pessoas.

Os equipamentos utilizados foram do LAMAFE, sendo estes, nos cenários aqui apresentados, de micro computadores pessoais (PC-IBM compatível 286 e 386), um centro de usinagem CNC, um torno CN e um robô de seis graus de liberdade,

além das ferramentas de usinagem. A matéria prima do objeto de mesa foi cedido por uma empresa fornecedora de alumínio.

A filosofia adotada para a área de sistemas foi a de se obter no mercado fornecedor todos os componentes CIM e só desenvolver aqueles não disponíveis. Foi utilizado para a integração dos equipamentos em rede um sistema gerenciador de redes com padrão Ethernet.

6.2. Aplicação da Metodologia

Os serviços da classe projeto de integração seguem a descrição cronológica do capítulo 5, mas os serviços da classe modelo de empresa não, pois são acionados durante o projeto de integração.

O cenário de integração foi desenvolvido com base nos recursos descritos anteriormente, com exceção do torno CN. Seu desenvolvimento pode ser considerado como o projeto de uma nova instalação de manufatura, já que não havia uma situação existente ou atual a ser modelada. Isto permite também uma avaliação da metodologia para este caso, ou seja, no projeto de uma nova planta industrial.

6.2.1. Etapa Gerenciar

Como a FIM não possui uma diretoria formal, o grupo de professores que participaram da sua implantação foi nomeada como diretoria.

O gerente e o arquiteto de integração foram escolhidos pela diretoria. O arquiteto de integração possui um perfil de especialista em Componentes CIM e em modelagem. Já o gerente de integração possui um perfil técnico mais generalista, porém com boa comunicação entre as pessoas de todo o projeto. Os outros integrantes da equipe foram selecionados ao longo do projeto, conforme as necessidades surgidas. Foi alocada também uma pessoa para a função de secretaria e de facilitador. O conselho consultivo foi constituído de duas pessoas externas ao projeto e pelo chefe do LAMAFE. A liderança do projeto de integração foi definida como responsabilidade do gerente. O conselho consultivo foi incumbido de avaliar e revisar as atividades do projeto.

O projeto de integração e seus serviços foram apresentados a diretoria, posteriormente o modelo de empresa e, finalmente, toda a estrutura da AGIR. Na reunião, foi estabelecido que as limitações impostas (vide capítulo 5) eram condizentes com o projeto da FIM e que a utilização da AGIR seria questionada e

revisada ao longo do projeto para sua validação. As visões adotadas do modelo de empresa foram as definidas pela AGIR, ou seja, funções, dados, recursos e organização. A única ressalva colocada foi a intenção de interface da AGIR com a arquitetura CIM-OSA, o que não pode ser realizado pela falta de uma cooperação formal com o projeto ESPRIT. Após a apresentação à diretoria, foram realizadas outras apresentações para todos os participantes do projeto. Foi dedicado um período para a definição de uma visão comum da manufatura integrada por computador. Deste serviço, resultou o modelo de representação da USP de São Carlos, já citado no Capítulo 2.

O comprometimento com o projeto foi formalizado através de uma reunião com todos os envolvidos, onde a diretoria da FIM mostrou seu apoio e ratificou os seus objetivos. Além disso, foi definida a realização de um projeto de curto prazo, onde um primeiro Cenário da FIM seria apresentado.

A estimativa de recursos, como citado anteriormente, limitou-se a necessidade de pessoal, não envolvendo portanto questões de equipamentos e de recursos financeiros. Alguns recursos de ferramentaria e usinagem foram necessários. Cada membro da diretoria alocou um número de seus funcionários para dedicação ao projeto. Os recursos estimados para o projeto de integração foram de três pessoas. Os recursos físicos já se encontravam disponíveis, como espaço, material não permanente, secretaria entre outros.

A equipe de integração realizou um estudo de alternativas aos processos e projetos, principalmente, para o cumprimento do prazo de finalização do projeto. A maior dificuldade prevista foi a operacionalização dos recursos de chão de fábrica, para o qual foram estudadas alternativas de máquinas de usinagem e movimentação não automatizadas.

Para possibilitar o controle e revisão do projeto de integração foram estabelecidos prazos. Os prazos finais foram definidos de forma a coincidir com um determinado evento, o que gerou uma motivação nos participantes do projeto. O primeiro evento foi fixado para após quatro meses do início do projeto e o segundo, correspondente a finalização do cenário de integração, para doze meses.

No cronograma básico foram definidas sete revisões com a equipe de integração e líderes de processos e quatro com o conselho consultivo. A etapa de modelar negócios foi definida para dois meses e o restante para as etapas de modelar processos e sistemas.

A **Figura 6.3** mostra o cronograma das últimas doze semanas do projeto. O cronograma foi afixado em um mural onde todos tivessem acesso, e os próprios grupos responsáveis deveriam indicar se as atividades eram concluídas ou não. Esta

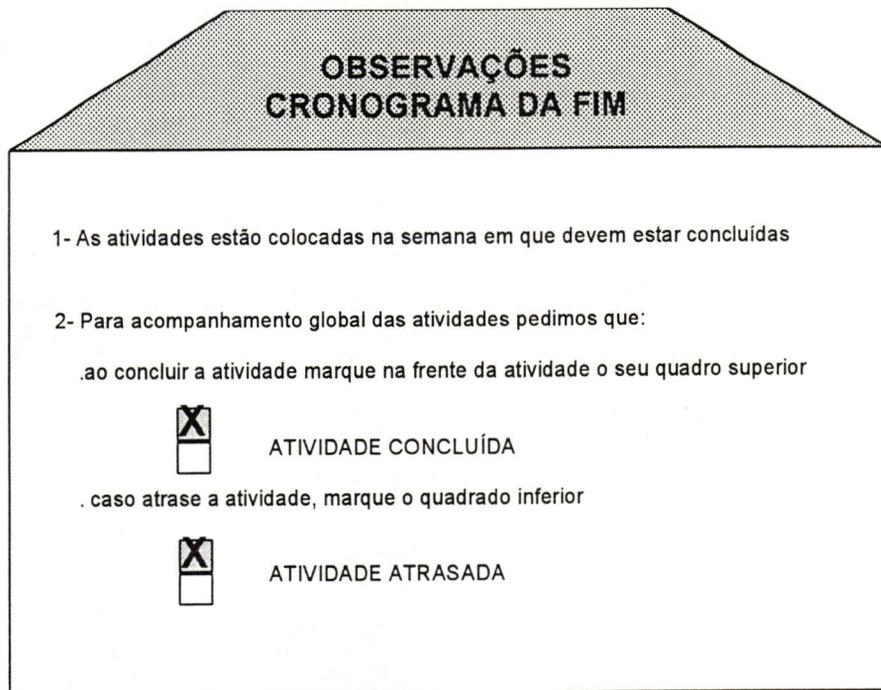


Figura 6.4 - Controle Visual do Cronograma

Ao desenvolvimento de pessoal foi dedicado um esforço contínuo. A motivação foi obtida por três fatores:

- esclarecimento dos objetivos do projeto de integração;
- ampla e contínua comunicação, onde o modelo de empresa foi o principal elemento, uma vez que todos visualizavam a sua contribuição na FIM e com quem tinham interface no trabalho;
- e retorno pessoal em desenvolvimento e capacitação.

Foram também realizadas reuniões gerais, com apresentações de cada grupo sobre seu processo e projeto. O principal fator motivacional foi o desenvolvimento pessoal dos participantes, já que não havia sentido desenvolver o fator de perspectivas de promoções, apesar muitos dos alunos participantes do projeto terem conseguido estágios e empregos por causa dos conhecimentos adquiridos no projeto. A parte de educação e treinamento foi desenvolvida através de palestras técnicas, divulgação de livros e revistas, participação em cursos e “workshop”.

Uma característica importante para o projeto de integração foi o trabalho em conjunto de pessoas com formação da área de ciências de computação com pessoas

da área de engenharia. Tal conjunção mostrou-se inicialmente difícil, pela falta de tradição e comunicação, mas posteriormente, trouxe grandes benefícios ao projeto. As pessoas adquiriram com o tempo um conhecimento mais amplo das áreas as quais não tinham formação. Notou-se contudo uma maior facilidade das pessoas de engenharia em adquirir conhecimentos em informática, do que o contrário. Este aspecto também foi considerado para a atribuição correta de tarefas.

O serviço de revisar foi realizado ao longo de todo o projeto. As revisões eram regulares e durante as reuniões semanais e gerais. O critério utilizado para a revisão do projeto foram os prazos e metas estabelecidos, apresentações dos grupos de trabalho à equipe de integração sobre o andamento do projeto e também de um controle de tarefas por intermédio dos relatórios de cada grupo. Nos casos de uma avaliação insatisfatória o procedimento adotado foi o de se reunir inicialmente com o líder do processo e posteriormente com a pessoa avaliada.

As revisões com a equipe de integração, o conselho consultivo e a diretoria sempre eram realizadas com o apoio dos relatórios e principalmente com o modelo de empresa. Nas revisões eram controlados o cronograma, desvios apresentados e suas causas, as correções necessárias e a consonância das atividades com as metas do projeto de integração e do projeto parcial. Ao fim de cada revisão era realizada a atividade de validação, onde os participantes firmavam sua aceitação com as decisões tomadas. Todas as revisões eram documentadas em atas por escrito e posteriormente distribuídas aos seus participantes, presentes ou não.

6.2.2. Etapa Sistematizar

O serviço de levantar as estratégias não foi necessário, pois não havia, necessariamente, um mercado e clientes a serem atingidos, ou seja, fatores como aumento de faturamento ou maior participação no mercado eram inexistentes. Todavia, foi estabelecido que alguns objetivos estratégicos seriam definidos, para que as metas do projeto de integração da FIM se nortegassem segundo estas estratégias.

Com base na relação de objetivos estratégicos da Siemens, citado no Capítulo 2, foram definidos:

objetivos estratégicos técnicos:

- resposta ágil a mudanças de mercado e à concorrência;
- transparência de seus processos;
- aplicação de novas tecnologias (de produto e produção);

- alta motivação de funcionários;

e administrativos:

- redução do tempo de desenvolvimento;
- melhor garantia de prazos de entrega;
- atendimento personalizado aos clientes;
- maior flexibilidade de produção e
- construção de um sistema de informação interno e externo à empresa;

Dentre estes objetivos podem se destacar três como os principais, com suas respectivas metas:

- transparência de seus processos;
 - todas as pessoas devem conhecer exatamente a importância de suas funções na empresa e as interfaces com outras funções;
 - todas as redundâncias de dados e funções devem ser conhecidas e controladas;
 - os gerentes devem poder acessar rapidamente a todas informações referentes a situação de um determinado pedido.
- aplicação de novas tecnologias (de produto e produção);
 - informatização de todas as funções da FIM;
 - automação de todas operações de usinagem, transporte e armazenagem;
- atendimento personalizado aos clientes;
 - o cliente deve definir o produto segundo suas necessidades
 - o cliente deve receber o orçamento em menos de 15 minutos
 - o cliente deve receber o produto em menos de uma hora.

O serviço de coletar informações não foi executado, pois não havia uma situação existente. A definição da situação atual foi realizada através de uma descrição da FIM, resultado das reuniões de diretoria. Esta descrição é a apresentada no item 6.2.1.3.. Deste serviço foi acionado a etapa modelar negócio, da classe modelo de empresa. No serviço analisar foram modelados os dois primeiros níveis no método SADIA (Anexo II). Neste primeiro nível foram apenas modeladas as ações (ver terminologia do capítulo 2).

O serviço de determinar índices não foi executado, pois os índices definidos foram metas, prazos e atividades, que não necessitavam de determinação. O mapeamento da infraestrutura de integração foi realizado seguindo os seguintes passos:

- existe alguma orientação destes recursos para a integração;
- partes dos sistemas são orientados para a integração;
- sob qual equipamento rodam os sistemas;
- os programas são desenvolvidos dentro ou fora da empresa;
- sob qual conceito são armazenados os dados.

Foram documentados os recursos e padrões existentes. O resultado do mapeamento foi o seguinte:

1)Software

Linguagem de programação - Clipper, Pascal, Basic, C

Sistema operacional - DOS

Interfaces gráficas - Clipper

Sistema gerenciador de base de dados -nenhum

Sistema gerenciador de redes - Netware

Ferramentas CASE - nenhuma

Aplicativos - CAD, CAPP

2)Hardware

Micro computadores pessoais 286 e 386 com porta serial e paralela

Comando Numérico Maxitec

Comando Numérico Robô Manutec

3)Comunicação

RS 232

Rede Ethernet

Protocolo CSMA/CD

4)Padrões

Nenhum

6.2.3. Etapa Avaliar

A discussão sobre a situação atual foi realizada somente em relação a capacidade de integração atual. O hardware e software existentes permitem que sejam propostos projetos de comunicação mas não de gerenciamento de dados, já que não havia um sistema gerenciador de base de dados. A comunicação no chão de fábrica permitiu uma integração por meio de serial (RS 232). A plataforma para os softwares era limitado a aplicativos para o sistema operacional DOS.

O serviço de identificar falhas e potencialidades foi feita através de uma apresentação e discussão da situação atual para pessoas externas ao projeto e especialistas de determinadas áreas de conhecimento, como informática, engenharia de produto, engenharia de processos entre outros.

As potencialidades da situação foram identificadas como a possibilidade de se criar uma empresa com um enfoque de integração. O maior potencial foi a qualificação e motivação dos recursos humanos existentes, além de uma boa comunicação, o que permitiu uma integração entre grupos e sua sinergia muito grande. Outro potencial é que as constantes reuniões permitiram a todos uma visão global comum do projeto, também em função da proposta do modelo de empresa. A organização extremamente flexível permitiu também que problemas organizacionais e de poder dentro de uma empresa fossem evitados.

Como não havia uma situação existente não se pode avaliar as falhas, somente que era desejável uma infraestrutura de integração melhor. Decorrência desta falha foi o desenvolvimento de um software baseado no conceito de repositório ou metabase de dados, a ser descrito.

Foram propostas sugestões de melhoria, as quais quando aceitas foram imediatamente documentadas no modelo de empresa (serviço manter das etapas modelar negócios e processos). Além disso, com a distribuição e estudo do modelo de negócios por parte dos integrantes do projeto de integração, outras sugestões foram implantadas.

6.2.4. Etapa Propor

As estratégias e metas definidas ao projeto de integração foram novamente discutidas e apresentadas a todos os prováveis participantes do projeto de integração. Assim, pode-se desenvolver um projeto com uma visão comum. Todas as decisões

eram analisadas do ponto de vista de contribuição às metas definidas. Nenhuma das metas foi alterada após este serviço.

No serviço de definição da situação desejada, o modelo de negócio resultante do serviço analisar foi complementado pelo serviço propor. Neste serviço, as ações foram transformadas em atividades, criando-se o dicionário CIM (Anexo III). Como o presente trabalho não detalhou os serviços da etapa modelar sistemas, todo o tratamento de dados foi limitado a criação do dicionário CIM. Neste serviço, foram também anexados todos os textos descritivos, englobando três tópicos:

- qualificação necessária e cargo responsável (equivalente a visão de organização)
- recurso empregado e (equivalente a visão de recursos)
- descrição da função.

Como não havia diferença entre a situação existente e desejada o serviço de comparar a situação atual e desejada não foi executado.

O serviço de priorizar processo foi a aplicação da técnica AVU para a priorização dos quatro elementos funcionais de negócio. As características para a priorização foram:

- 1) visão adotada do CIM (abordagem tecnológica)
- 2) metas
- 3) qualificação existente no grupo
- 4) necessidade de recursos financeiros
- 5) utilização dos recursos existentes

A realização da contraposição foi conjunta, entre os integrantes da equipe do projeto de integração e mais dois membros da diretoria. O elemento funcional considerado prioritário foi produzir, seguido de vender, administrar e suprir. Esta priorização significou na prática um maior detalhamento dos dois primeiros elementos funcionais e maior esforço da sua informatização. Para cada processo foi selecionado um líder de processo.

O serviço analisar da etapa modelar processo foi acionado neste serviço, onde foi novamente estudado o modelo em função da priorização adotada. Novas informações foram incorporadas no processo produzir.

6.2.5. Etapa Detalhar

O serviço de definição da abrangência não modificou o cronograma estipulado, pois o número de processos a serem modelados era compatível com os recursos existentes. O serviço de coleta de informações constou de entrevistas com especialistas e de leituras para aquisição de conhecimento sobre os processos produzir e vender. Estas informações foram utilizadas nos serviços seguintes.

O detalhamento dos processos foi realizado somente para dez atividades, chegando-se até o quarto nível detalhamento. Deve-se destacar que apesar de se não limitar o número de funções representadas, como no SADT e IDEF, sempre foram modeladas poucas funções por nível. Todo o detalhamento foi feito executando-se, simultaneamente, o serviço de detalhar processo da etapa detalhar e o serviço propor da etapa modelar processo. No primeiro serviço, eram realizados os estudos e discussões sobre o conteúdo dos processos, do texto descritivo e das visões de organização e recurso (Anexo IV). No segundo serviço o esforço, era dedicado ao modelamento e representação no SADIA.

No detalhamento do processo e no mapeamento da infraestrutura de integração foi identificada a necessidade de se criar um processo para a gestão da integração. Foi proposto e desenvolvido um processo baseado no conceito de repositório ou metabase de dados. Este conceito utiliza o modelo de empresa para identificar e registrar as funções e as suas informações usadas e geradas.. Todo usuário de um Componente CIM é associado a funções que executa. Na metabase de dados então, está registrada as funções da empresa, suas informações de entrada e saída, seus usuários e o software utilizado ou não para execução da função.

Com este processo pode-se restringir o acesso dos usuários a informações e principalmente, garantir que a informação utilizada era a mais atualizada. Além disso, permite que o responsável pela função identifique quais as informações necessárias e tomar conhecimento da sua situação. Pode-se também garantir que se uma informação for alterada, como por exemplo, a alteração de uma especificação do produto, todas as funções afetadas serão rapidamente informadas e então tomar a atitude necessária.

As primeiras conclusões obtidas da proposta de metodologia foram a utilidade do modelo de empresa e sua divisão em três níveis hierárquicos, o formalismo simples e objetivo do método SADIA e a estruturação dos serviços na AGIR, o que definiu melhor as responsabilidades e tarefas.

O serviço de definição dos projetos parciais foi o mais relevante. Apesar de se buscar criar processos independentes dos recursos já existentes na empresa, a tomada

de decisão estritamente econômica pode levar a decisões, como por exemplo, o de continuidade dos recursos ou da suspensão de qualquer nova aquisição. Muitos projetos de integração podem ser extremamente prejudicados por este enfoque.

O diagrama de portfólio busca evitar este problema incorporando uma análise subjetiva ou qualitativa na escolha dos projetos parciais. No caso da FIM não haviam os dados econômicos para se aplicar o diagrama de portfólio.

A sequência adotada dentro deste serviço foi o de se buscar quais atividades dos processos seriam informatizadas, quais os produtos de mercado poderiam atender a estas atividades, a viabilidade de sua aquisição e, finalmente, acessar a etapa implantar.

A coordenação de cada projeto ficou sob a responsabilidade dos líderes de processo, que por sua vez criaram os grupos de projeto com respectivos coordenadores.

A **Tabela 6.1** apresenta os projetos, o nome do componente CIM adquirido ou desenvolvido e a atividade suportada pelo software

Projeto	Componente CIM	Atividade	Mercado	Desenvolvido
Gerenciamento de Projeto	GERCAD	Recuperar Informações		SIM
CAD	AutoCAD	Preparar Projeto	SIM	
CAPP	CAPPE	Preparar Planejamento do Processo Macro	SIM	
PCP	PCP	Planejar Produção		SIM
FMS	SEQFIM	Sequenciar e Controlar Célula		SIM
CN	SCN	Planejar Processo		SIM
CIM Manager	CIM Manager	Gerenciar Integração		SIM

Tabela 6.1. - Relação de Projetos Parciais

A metodologia adotada para o planejamento e implantação dos projetos parciais foi semelhante a metodologia do projeto de integração, porém com simplificações.

6.2.6. Etapa Implantar

Como atividades manuais são entendidas aquelas que são executadas sem os recursos de Tecnologia de Informação, portanto sem suporte de um componente

CIM. Estas atividades são identificadas no modelo pela denominação manual no campo para identificação de recursos. A principal característica nesta implantação é a utilidade dos textos descritivos criados no serviço detalhar processo. A implantação era controlada pelo próprio líder de processo.

A definição do domínio do sistema é uma decisão econômica e técnica. Na estrutura da metodologia, a parte econômica é função exclusiva do projeto de integração, enquanto que a parte técnica, é compartilhada com o serviço analisar da etapa modelar sistema. No caso da FIM, para as atividades definidas para a informatização, o domínio do sistema foi igual à atividade. Portanto, cada projeto parcial definido consistiu no desenvolvimento um Componente CIM.

A decisão de compra ou desenvolvimento dos sistemas, no caso da implantação da FIM, foi direcionada para o desenvolvimento. Somente dois softwares foram obtidos no mercado, sendo o restante desenvolvido internamente. Esta decisão foi tomada pela falta de recursos financeiros para aquisição e também porque o desenvolvimento foi utilizado para a realização de trabalhos de pós-graduação.

O serviço de implantação dos componentes CIM não é detalhada, pois definiu-se que este seria um tema para outros trabalhos. A sua implantação todavia foi facilitada pela existência do modelo de processos e do treinamento do pessoal envolvido.

Vale ressaltar que nos desenvolvimentos dos componentes CIM foi sentida a necessidade de se criar um padrão de desenvolvimento de software. Este padrão pode ser derivado da etapa modelar sistema.

6.2.7. Etapa Revisar

O controle das metas, prazos e atividades foi realizada com grande rigor. A integração é extremamente prejudicada se um dos projetos se atrasar em demasia, pois a integração não pode ser testada. A realização de um projeto de curto prazo foi de grande valia para se conhecer as dificuldades possíveis ou mais evidentes em um projeto de integração. O controle rigoroso e centralizado exigiu flexibilidade da gerência do projeto. Como já citado, o modelo de empresa mostrou-se muito útil como ferramenta de comunicação e entendimento.

A etapa de revisar foi realizada periodicamente, porém em casos extraordinários eram realizadas reuniões de controle específico para caracterizar desvios e propos as correções necessárias. Dentro da FIM, o problema maior foi o

robô, cuja documentação era em língua alemã, dificultando sua manipulação adequada.

A aprovação das atividades executadas era feita após o seu teste e apresentação a equipe e a diretoria.

7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A revisão bibliográfica efetuada permitiu uma visão completa sobre o tema do trabalho, essencial para o seu desenvolvimento, e serve ainda hoje como texto introdutório sobre CIM em cursos, palestras e projetos. As metodologias de planejamento e implantação estudadas demonstraram não haver um consenso sobre a utilização pelas empresas das propostas de arquiteturas de integração. As arquiteturas de integração, por sua vez, enfatizam o desenvolvimento e integração de software e componentes CIM, sob enfoque do fornecedor. As suas propostas, porém, não encontram convergência.

A análise realizada e os setenta e dois requisitos levantados permitiram identificar a importância de uma arquitetura de integração para uma metodologia de planejamento e implantação. O elemento comum entre as metodologias e as arquiteturas é o modelo de empresa.

A proposição da arquitetura geral de integração, possibilitou o desenvolvimento de uma metodologia de planejamento e implantação que atende aos requisitos levantados. A sua notação, pelo paradigma de orientação por objetos, resultou em uma estrutura completa, para a qual foi fundamental a imposição de limites para a realização do presente trabalho. A divisão do projeto de integração e do modelo de empresa em duas classes distintas, permite a utilização na metodologia de planejamento e implantação de outras arquiteturas de integração ou outros conceitos para aumento da competitividade, como gestão da qualidade ou custos.

A aplicação dos serviços propostos pela metodologia, permitiu se obter conclusões sobre o planejamento e implantação do CIM. O CIM é um processo contínuo de integração dos processos e atividades da empresa, pelo uso da tecnologia de informação, caracterizado pela classe Componentes CIM da AGIR. A integração, porém, não se dá somente pela tecnologia da informação, mas também pela participação ativa dos responsáveis pelo gerenciamento e execução dos processos e atividades, representada pelas classes estratégia e organização. A estratégia de planejamento “top-down” e implantação “bottom-up”, com o apoio do modelo de empresa, mostrou bons resultados, pois foram verificados poucos desvios no cronograma estabelecido e pouca necessidade de um controle mais rígido. O controle por metas foi possível na FIM.

Pode-se identificar que os envolvidos, tanto pelo gerenciamento quanto pela execução, tinham pleno conhecimento de suas funções na FIM e nos projetos parciais. O esforço para a comunicação e documentação contribuiu para este fato. A continuidade de palestras, reuniões e revisões trouxeram resultados na integração

harmônica das atividades dos projetos parciais. Assim, pode-se realizar durante a implantação, testes de ilhas de integração, ou seja, conjuntos delimitados de atividades relacionadas, mas que tem sua integração com as demais atividades prevista e documentada no modelo de empresa. Estes fatores reduziram a complexidade e o esforço de gerenciamento do projeto de integração.

A técnica de análise de valor de uso permitiu a quantificação e priorização de forma eficiente, pois não houve alterações na priorização dos projetos parciais. O serviço de definir projetos parciais foi o mais complexo, pois a decisão de escolha de quais atividades da FIM seriam implantadas e informatizadas e quais os recursos necessários, necessitaram a participação e contribuição de diferentes membros do projeto de integração. Neste serviço existe a interação entre o processo "top-down" de planejamento e o "bottom-up" de implantação. Pode-se afirmar que a probabilidade de sucesso de projetos de integração está relacionada com a escolha correta dos projetos parciais. Na metodologia, os serviços relativamente extensos das etapas sistematizar e avaliar, resultam na escolha correta dos projetos parciais, pois enfatiza-se a necessidade da empresa definir e comunicar suas estratégias e ter conhecimento de situação atual. Os projetos parciais escolhidos devem trazer resultado nos negócios da empresa, mas devem ser coerentes com as possibilidades de sua implantação pela empresa.

A maior dificuldade encontrada é na atualização do modelo de empresa. Como houve grande autonomia dos responsáveis pelos projetos parciais, a disciplina e a organização para documentação das alterações nos processos foi importante. A função do arquiteto de integração foi requerida nestes casos, verificando a consistência do modelo com a realidade da FIM.

A divisão do modelo de empresa em três níveis permitiu uma integração gradativa e evitou a formação de ilhas fechadas. Estas ilhas são conjuntos delimitados de atividades cuja integração com as demais não é possível ou excessivamente complexa. A distribuição do modelo de empresa aos participantes do projeto permitiu que as estratégias e metas fossem rapidamente conhecidas, promovendo a sinergia entre as atividades da FIM e dos projetos parciais.

Em síntese, pode-se concluir que a utilização do modelamento de empresa para o planejamento e a implantação da Manufatura Integrada por Computador demonstrou-se viável e vantajosa, já que permitiu em termos de seu planejamento:

- localizar a interdependência entre as funções da empresa e as visões do seu modelo;
- incentivar a discussão com base em um modelo formal e único;

- estabelecer as necessidades reais para o desenvolvimento dos projetos parciais;
- definir os requisitos dos componentes CIM a serem implantados e
- contemplar a integração de funções informatizadas e manuais.

Na implantação do CIM o modelamento permitiu:

- promover a sinergia entre o desenvolvimento dos projetos parciais;
- conhecer e reduzir o número de funções e informações redundantes;
- aumentar o nível de autonomia e responsabilidade dos líderes de processo e
- efetivar a integração através do conceito de metabase de dados.

O método proposto (SADIA) mostrou-se eficaz em seu objetivo de representar a realidade de uma empresa, associar as diferentes visões do modelo e servir de base para o planejamento e implantação da Manufatura Integrada por Computador. Sua eficácia foi demonstrada também como ferramenta de entendimento, comunicação e documentação.

FIM

As propostas da Arquitetura Geral de Integração e da metodologia de planejamento e implantação do CIM foram testadas e validadas através do desenvolvimento da Fábrica Integrada Modelo e de inúmeras apresentações de seus cenários a pessoas ligadas ao meio produtivo.

Neste ambiente já é possível emular diferentes cenários (situações) de produção com o conceito de CIM e testar e propor novos componentes CIM. Diversos trabalhos de pesquisa são propostos ou validados na FIM, como por exemplo:

- desenvolvimento de um sistema de apoio ao modelamento da empresa;
- desenvolvimento de um sistema de planejamento fino da produção;
- proposição de uma metodologia para estabelecimento estratégico de diretrizes de Planos Diretores de Automação;
- validação de um sistema de controle de células flexíveis de manufatura.

Algumas disciplinas de graduação e pós-graduação usam a FIM como parte prática. Para as indústrias a FIM tem servido como um ambiente de referência de manufatura integrada por computador. Este ambiente tem como característica ser uma solução viável para pequenas e médias empresas. A viabilidade da metabase de dados como operacionalizador da integração é outro fator de destaque.

Como mostrado neste trabalho ressalta-se a necessidade de uma equipe apta a:

- dar continuidade à este trabalho;
- efetuar as modificações e otimizações necessárias e
- realizar sua implementação em outros ambientes.

Por fim, a metodologia e a AGIR demonstraram ser aplicáveis em um ambiente integrado de produção. Algumas experiências de aplicação em indústrias já estão sendo realizadas, mas são tema de trabalhos futuros. Foram também publicados três artigos internacionais [BRE91-1, BRE92-1, BRE92-2] e três nacionais [BRE91-2, COS93, ROZ91] relacionados ou derivados deste trabalho.

Vários temas de pesquisa e projetos podem ter este como um embrião de desenvolvimento. Durante o desenvolvimento da AGIR, pôde-se identificar possíveis complementações, como o detalhamento dos processos de Certificação da Qualidade (Classe Qualidade) e de Gestão Total de Custos (Classe Custos). Outros possíveis temas de trabalho são relacionados a seguir, com uma breve descrição de seu conteúdo:

- determinação de todos os serviços da AGIR; a representação da AGIR completa não foi totalmente explorada no presente trabalho. Futuros trabalhos podem detalhar os serviços da AGIR.
- aplicação e detalhamento do serviço de definição da situação atual, que é essencial como um diagnóstico da empresa.
- detalhamento da classe estratégia e relacionamento mais detalhado com a metodologia, principalmente no modelo desejado. Este tema desenvolveria uma técnica onde as metas incorporadas no modelo desejado da empresa seriam resultado direto da classe estratégia.
- aplicação do modelo da FIM em outros locais; onde o modelo desenvolvido e sua metodologia podem ser utilizados como um modelo de referência para a criação de outros laboratórios. Somente as funções específicas do processo e produto seriam alteradas, sendo poupado trabalho redundante.
- método SADIA automatizado; desenvolver uma ferramenta computacional baseada no método SADIA, que aumentaria muito sua eficiência e aplicabilidade.
- modelo de referência em função da tipologia da empresa; cada empresa possui particularidades, sendo porém que as pertencentes à um mesmo setor possui semelhanças em vários aspectos. O estudo de características de empresa, ou tipologia, e seu agrupamento em determinados conjuntos, permite que muitos

resultados da aplicação da metodologia sejam reutilizados em empresas do mesmo grupo. Como resultado mais prático, o modelo de uma empresa pode ser diretamente ou integralmente utilizado por outra, economizando-se o trabalho de modelamento da fase atual.

- aplicação em um ambiente industrial; a metodologia aqui apresentada ainda não pode ser considerada pronta para tal tarefa, já que não foram objetivos aqui propostos o estudo detalhado da organização e, principalmente, das estratégias e seu relacionamento .
- desenvolvimento da classe meta informações mais completa; o desenvolvimento de estruturas de modelos com mais elementos permite um entendimento maior de todo o processo de uma empresa, logo, um modelo de empresa mais completo.
- utilização de ferramentas de "Computer Aided Software Engineering" (CASE) já existentes para modelamento de empresas;
- utilização da metodologia em outros setores de indústria, além da manufatura discreta;
- análise de requisitos das pequenas e médias e empresas para a aplicação da AGIR e da metodologia e
- desenvolvimento de um plano de qualificação de pessoal para a implantação do CIM.

8.Referências Bibliográficas

8.1.Referências Citadas

[AGO89] AGOSTINHO, Oswaldo L. Manufatura Integrada por Computador. **Notas de Aulas**, Universidade de Campinas, 1989, 56 p.

[ANS83] ANSOFF, Igor "**Administração Estratégica**", Atlas Eitora, São Paulo, 1983, 209 p.

[BAC82] BACHA, Edmar. **Introdução a Macroeconomia**. Editora Campus, 1982, 202 p.

[BAR92] BARAN, David J. GM builds competitiveness on open systems and strategic alliances. **I&CS** p. 29-32, Aug., 1992

[BAU88] CIM-Bausteine: Komponente für die Fabrikautomatisierung, **Hard and Soft**, :8-16, Mai/Juni 88.

[BIE86] BIEMANS, Frank & Blonk, Pieter. On the Formal Specification and Verification of CIM Architectures Using Lotos. **Computers in Industry**, 7:491-504, 1986.

[BIN90-1] BINNER, Hartmut & ZAHLTEN, Horst. Planungsmethode zur Strukturierung von CIM-Systemen (Teil 1). **CIM-Management**, 1:73- 79, Februar 1990.

[BIN90-2] BINNER, Hartmut & ZAHLTEN, Horst. Planungsmethode zur Strukturierung von CIM-Systemen (Teil 2). **CIM-Management**, 2:70- 77, April 1990.

[BIN90-3] BINNER, Hartmut & ZAHLTEN, Horst. Planungsmethode zur Strukturierung von CIM-Systemen (Teil 3). **CIM-Management**, 3:22- 29, Juni 1990.

[BIN90-4] BINNER, Hartmut & ZAHLTEN, Horst. Planungsmethode zur Strukturierung von CIM-Systemen (Teil 4). **CIM-Management**, 4:74- 77, August 1990.

[BRE91-1] BREMER, Carlos F. & ROZENFELD, Henrique. "Flexible Management System for CIM with Metadata Base". **VII CIRP International Seminar on Manufacturing Systems**, Nancy - France, : 1991.

[BRE91-2] BREMER, Carlos F. & ROZENFELD, Henrique. "Uma Aplicação de manufatura Integrada por Coputador (CIM) - A Fábrica Integrada Modelo (FIM)", **XI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, ENEGEP, :I.39-I.47, Setembro 1991.

[BRE92-1] BREMER, Carlos F. & ROZENFELD, Henrique. "Flexible Reference Model as Basis for Simultaneous Engineering in an Integrated Environment", **International Conference on Flexible Automation and Information Management**, FAIM-92, Washington D.C. :443-453, 1992.

[BRE92-2] BREMER, Carlos F. & ROZENFELD, Henrique. " PC Based CIM Solution for Small Industries", **International Congress in CIM**, ICCIM, Singapore, :38-40 , 1992.

[CAM91] CAMARINHA-MATOS, L. M.; SASTRPN, F. Information integration for CIM planning tools. **Computer Applications in Production and Engineering: Integration Aspects** p. 769-776, 1991

[CHE90] CHEN, Peter. **Gerenciando Banco de Dados**. Mc-Graw-Hill, São Paulo, 1990, 80 p

[CHI79] CHIAVENATO, Idalberto. **Teoria Geral da Administração**. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1979, 451 p.

[CHO92] CHOON, Ho Nai. The development of Computer Integrated Manufacturing in Singapore. **Int. J. Computer Integrated Manufacturing**, 4(5):210-217, 1992.

[CIM88] CIM-Standards: Ueberwiegend weisse Flecken. **CIM-Report**, Nixdorf-Magazin, :25-31, April 1988.

[CIM89] N.N. **Open System Architecture for CIM**. Springer Verlag, Berlin, 1989, 212 p.

[COA93] COAD, Peter e YOURDON, Edward. **Projeto Baseado em Objetos**. Editora Campus, Rio de Janeiro, 1993, 191 p.

[COS93], COSTA, Clayton P., BREMER, Carlos F. & ROZENFELD, Henrique. "Perfil de Qualificação de Pessoal para Manufatura Integrada (CIM)", II **Encontro da Associação Brasileira de Estudos do Trabalho**, ABET, Setembro 1993.

[COU88] COUTO, Carlos A.M. **Uma proposta para avaliação do nível de automação da indústria metal mecânica com processo de produção intermitente**. Tese de Mestrado, Rio de Janeiro, Abril de 1988, 207p.

[DIA85] DIAS, Donaldo de Souza **"O Sistema de Informação e a Empresa"** LTC Editora, Rio de Janeiro, 1985, 107 p.

[DOU92] DOUMEINGTS, Guy e CHEN, David. "State-of-the-Art on models, architectures and methods for CIM system design" **Human Aspects in Computer Integrated Manufacturing**, IFIP, :27-40, 1992.

[DYC92] DYCK, Ray; MULCASTER, Peter. Survival at IBM Toronto: flexibility is key to global competitiveness. **I&CS** p. 45-47, Aug. 1992

[ENG73] **Engenharia de Sistemas: Planejamento e Controle de Projetos**. Editora Vozes, Petrópolis, 1973, 307 p.

[ENK91] ENKAWA, Takao. Estágio atual do "CIM" e suas perspectivas na indústria de manufatura japonesa. **Conferência Internacional**, São Paulo, Julho, 1991.

[EVE87] EVERSHEIM, W. et alii. Massnahmen zur Realisierung von CIM in kleinen und mittleren Unternehmen. **VDI-Z**, 129(5):38-42, 1987.

[EVE91] EVERSHEIM, W. **DOCMAN: Document Management in Distributed Systems**. Aachen: WZL, Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre, 1991. p. 01-15

[EXA92] N.N. "O Desafio da Produção Global", **Revista Exame**, Abril Cultural, :A-1-A8, Junho 1992.

[EXA94] N.N. **EXAME - Melhores e Maiores 93**, Abril Cultural, 1994.

[FUK89] FUKUDA, Y. **CIM Applications in Japanese Industries**. Proceedings of Symposium on Automation and production Engineering '89, KAIST, 1989.

[FUR92] FURUKAWA, Yuji. The IMS Program: Worldwide research Collaboration for the next Generation Manufacturing Systems". **JAPAN/USA Symposium on Flexible Automation - Volume 1**, ASME , :497-502, 1992.

[GAN83] GANE, Chris e SARSON, Trish. "**Análise Estruturada de Sistemas**", Livros Técnicos e Científicos Editora, São Paulo, 1983, 250.

[GOL90] GOLDSTEIN, Richard J. et alii. O que pensam os Especialistas Estrangeiros. **Boletim SOBRACON**, 46:31-35, 1989.

[GRE70] GREENE, J.H. **Production and Inventory Control Handbook**. McGraw Hill, 1970.

[HEL86] HELLWIG, Horst-E. & HELLWIG, Ulrike. CIM-Konzepte und CIM-Bausteine. **VDI-Z**, 118(128):691-708, September 1986.

[HEM87] HEMER, Ulrich & VOGT, Horst P. Strategien für die Einführung von CIM. **VDI-Z**, 129(5):8-13, Mai 1987.

[HOL86] Aurélio Buarque de Holanda Ferreira. **Novo dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. Nova Fronteira, Rio e Janeiro, 1986, 1838 p.

[HOL88] HOLLAND Jr., P.E. & RUMMEL, Patricia A. **Human Factors Are Crucial of CIM System Success**. :36-42, April 1988.

[HOL91] HOLDEN, Peter. Centro de Excelência de Tecnologia e Inovação. **Proposta**, 1991, 19 p.

[HSU90] HSU, Cheng & SKEVINGTON, Craig. Integration of Data and Knowledge in Manufacturing Enterprises: A Conceptual Framework. **Journal of Manufacturing Systems**, 6(4):277-285.

[IBM87] N.N. "**CIM - An IBM Perspective**", IBM Corporation, Estados Unidos, 1987, 73p.

[IBM90] IBM offers CIM architecture. **Integrated Manufacturing Systems**, 1:15-17, January 1990.

[ING85] INGELS, Don M. **Computer Modeling and Simulation**. Marcel Dekker Inc., New York, 1985, 156 p.

[ISA89] N.N. "A Reference Model for Computer Integrated Manufacturing (CIM)", Instrument Society of America, Purdue Research Foundation, 1989, 205 p.

[JOR90-1] JORYSZ, H.R. & VERNADAT, F.B. CIM-OSA Part 1: total enterprise modelling and function view. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, 13(3):144-156, 1990.

[JOS91] JOST, Wolfram et alii. Konzeptzion eines DV-Tools im Rahmen der CIM-Planung. **Zeitschrift für Betriebswirtschaft**, Wiesbaden, 1:33-64, Januar 1991. Número Especial.

[KLI90] KLITTICH, M. CIM-OSA Part 3: CIM-OSA integrating infrastructure- the operational basis for integrated manufacturing systems. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, 13(3):168-180, 1990.

[LEV90] LEVITT, Theodore. **A imaginação de Marketing**. Editora Atlas, São Paulo, 1990, Cap. 2.

[LIR89] LIRANI, João & ROZENFELD, Henrique. Montagem de um Laboratório de CAD/CAM para o Desenvolvimento de Ensino e Pesquisas. **Anais do X COBEM**, 1989.

[LOD71] LODI, João Bosco. **História da Administração**. Livraria Pioneira Editora, São Paulo, 1971, 217 p.

[MÄH90] MÄHLCK, H. & PANSKUS, G. Analyse einer unternehmens- spezifischen CIM-Infrastruktur. **CIM-Management**, 5:48-58, Oktober 1990.

[MÉL73] MÉLESE, Jacques. **A Gestão pelos Sistemas**. Ao Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1973, 260 p.

[MEL93] MELLO, Maurício, BREMER, Carlos & ROZENFEL."Localização do Planejamento Fino e Controle da Produção na Manufatura Integrada por Computador", **XIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, ENEGEP, UFSC, 1:79-81, Outubro1993.

[NCR86] Neue Hard- und Software von NCR: CIM durch Systemverbund. **NC-Fertigung**, 5:146, 1986.

[OLL91] OLLING, G. J. CIM Status and direction in the U.S.A. "Computer Applications in Production and Engineering", **Proceedings of the Fourth International IFIP TC5 Conference on Computer Applications in Production and Engineering: Integration Aspects**, CAPE. 1991 p. 33-40

[PET92] PETRIE, Charles "Enterprise Integration Modeling", The MIT Press, :(1-100), 1992

[PON91] PONTES, Osvaldo L.M. Perfil da pequena empresa e os requisitos para a sua informatização. **Anais do XXIV Congresso Nacional de Informática**, :597-601, 1991.

[POR90] PORTO, Arthur J. V. **Desenvolvimento de um método de integração do planejamento do processo de fabricação e do planejamento e controle da produção, baseado na flexibilidade do processo de fabricação**. Tese de Doutorado, São Carlos, 1990, 255 p.

[PRE87] PRESSMAN, Roger S. **Software Engineering**. McGraw-Hill, 1987, 567 p.

[RAN91] RANGASWAMI, M. R. "CIM Architecture for the 1990s". **Proceedings of the Industrial Computing Conference**. v.1 p.149- 152, 1991.

[REM90] REMBOLD, Ulrich. CIM Models and Concepts, **4. Congresso Nacional de Automação Industrial**, Julho 1990.

[RES91] RESNIK, Paul. "A Bíblia da Pequena Empresa", McGraw Hill, MAKRON Books, São Paulo, 1991, 277 p.

[ROZ89] ROZENFELD, Henrique & TAKAHASHI, Sérgio. Gerenciamento da Manufatura Integrada por Computador. **Automação & Indústria**, Ano III, 25:18-21, Outubro 1989.

[ROZ91] ROZENFELD, Henrique & BREMER, Carlos F. "Fábrica Modelada na Engenharia para Ensino de CIM", **XI Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica**, COBEM, São Paulo, :197-200, December 1991.

[ROZ92] ROZENFELD, Henrique. **Palestra sobre a Fábrica Integrada Modelo**, Fevereiro, 1992.

[SCH90-1] SCHEER, A.-W. **CIM - Der Computergesteuerte Industriebetrieb**. Springer Verlag, 4. Auflage, Berlin, 1990.

[SCH90-2] SCHEER, A.-W. et alii. Rechnergestützte Entwicklung eines EDV-technischen CIM-Konzeptes. **CIM-Management**, 12:64-69, April 1990.

[SCH92-1] SCHEER, A.-W. "Architecture of Integrated Information Systems", Springer-Verlag, 1992, 215 p.

[SCH92-2] SCHOLZ-REITER, B. Anforderungen und Beurteilungskriterien für rechnerunterstützte Werkzeuge der Systemanalyse im CIM-Bereich. **CIM Management** 4: 26-31, Ago., 1992

[SCH93] SCHEER, A.-W. "CIM - Evoluindo para a Fábrica do Futuro", Qualitymark Editora, Rio de Janeiro, 1993, 206

[SEL88] SELIGER, Günther. CIM-was ist das?- Grundkonzept. **DIN- Mitt.** 16:325-330, 1988.

[SHA87] SHAH, Raymond. Erfahrungen europäischer CIM-Anwender. **VDI-Z**, 11(129):34-43, Januar 1987.

[SOO92] SOOYOUNG, Kim et alli. CIM Progress in a Korean heavy- industry company. **Int. J. Computer Integrated Manufacturing**, 4(5):201-209, 1992.

[SPI87] SPITZ, Leonard. SINK or CIM. **Electronic Packing & Production**, :34-36, March 1987.

[STE79] STEINER, George A. **Strategic Planning**. Collier Macmillan Publishers, London, 1979, 383 p.

[STE89] STEINHILPER, Rolf & ZEH, Klaus-Peter. **CIM für die Praxis**. Die Bibliothek der Technik, Landsberg, Verlag Moderne Industrie, 1989, 74p.

[SÜS91] SÜSSENGUTH, Wolfram. **Methoden zur Planung und Einführung rechnerintegrierter Produktion**. Tese de Doutorado, Berlin, April 1991, 157p.

[TAK91] TAKAHASHI, Sérgio. "Desenvolvimento de um Sistema Gereenciador da Manufatura Integrada por Computador" Dissertação de Mestrado, EESC - USP, São Carlos, 1991, 147p.

[VAL91] VALLE, Rogério. Modernização da Manufatura no Brasil, **Apostila de Curso**, Instituto Latino Americano de Tecnologia-IBM, Novembro 1991.

[VDI90] N.N., **CIM-Management**. VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 1990, 128 p.

[WAR91] WARNECKE, H. J. "Development of CIM: A European View". **Computer Applications in Procuction and Engineedring, Proceodings of the Fourth International IFIP TC5 Conference on Computer Applications in Production Aspects, CAPE**. 1991 p. 65-76.

[WZL94] N.N. "CIM-OSA Seminar" Aachen, **Texto de Seminário**, 1994, 33 p.

8.2.Referências Consultadas

[AGU] AGUIAR, Marcos W.; Weston, Richard H. **CASE Study on the application of the CIM-OSA Modelling Methodology for Manufacturing Process Modelling.** 05p.

[ALT90] ALTER, Allan. The creative process. **CIO**, :14-20, August 1990.

[ALT92] ALTER, Norbert. As lógicas da Empresa Informacional. **Revista de Administração de Empresas**, 32(1):68-77, Jan./Mar. 1992.

[AMA] AMANN, Keneth B. **A Conciliação entre Engenharia e Manufatura.**

[ANG90] ANG, C. L. Planning and implementing CIM. **Computer-Aided Engineering Journal** p. 167-175, Oct., 1990

[ARA91] ARAKAKI, Reginaldo e TORI, Romero. Conceitos de Automação de projetos. **Anais do XXIV Congresso Nacional de Informática**, :385-393, 1991.

[AYR92] AYRES, R. U. CIM: A challenge to technology management. **Int. J. Technology Management** 7: 17-39, 1992

[BAR90] BARTELS, R. et alii. Ein personalorientierter Ansatz zur CIM-Einführung. **CIM-Management**, 6:42-48, Dezember 1990.

[BEA92] BEATTY, Carol A. Implementing Advanced Manufacturing Technologies: rules of the road. **Sloan Management Review**. p. 49- 60, 1992

[BEE] BEECKMAN, Dirk. **An illustrative example of how to apply the modelling framework. CIM-OSA** p.197-215

[BEN92-1] BENJAMIN, Robert I.; BLUNT, Jon. Critical it issues: the next ten years. **Sloan Management Review** p. 07-19, 1992

[BEN92-2] BENJAMIN, Colin O.; EHIE, Ike C.; OMURTAG, Yildirim. Planning facilities at the University of Missouri-Rolla. **Interfaces** 22: 95-105, 1992

[BÖL87] BÖLZING, Dieter & LIU, Friedrich. CIM-Wunsch und Realität integrierter Konzepte in Maschinenbau. **Werkstatt und Betrieb**, 120:673-683, September, 1987.

[BÖL90] BÖLZING, Dieter & SCHULZ, Herbert. CIM-Einführung bei mittelständischen Unternehmen. **CIM-Management**, 5:4-9, Oktober 1990.

[BON87] BONSACK, Robert. Executive Checklist: Are you ready for CIM? **CIM-Review**, 1:35-38, Summer 1987.

[BRA91] BRANDÃO, Marco A. L. Rumo à Fábrica Automatizada. **Anais do I Congresso Norte-Nordeste de Engenharia Mecânica**, :280-287, 1991.

[BUL87] BULLINGER, H.-J. et alli. Perspektiven aus der Integration von CA-Komponenten. **Technische Rundschau**, 22:54-60, 1987.

[BÜN88-1] BÜNZ, Detlev. Die GRAI-Methode (Teil 1). **CIM- Management1**, 1:, Februar 1988.

[BÜN88-2] BÜNZ, Detlev. Die GRAI-Methode (Teil 2). **CIM- Management**, 2:56-59, April 1988.

[BUS85] BUSSMANN, J. e JOHANNSEN, C. Neue Techniken erfordern neue Aus- und Fortbildungskonzepte. **VDI-Z**, 127(4):91-97, 1985.

[CAB87] CABIBI, Bradford et alli. The Phase Review Methodology: A Planning Approach for CIM. **CIM-Review**, 1:42-47, Winter 1987.

[CAL90] CALLIRAUX, Heitor M. **Estratégias de Produção e Automação. Formulação e Análise**. Tese de Doutorado, PUC-RJ, Abril de 1990, 189p.

[CER83] CERVO, A.L. & BERVIAN, P.A. **Metodologia Científica: para uso dos estudantes universitários**. Mc-Graw-Hill, São Paulo, 1983, 248p.

[CHE91] CHEN, Yuh-Min; MILLER, R. Allen; LEE, Dick. Modeling part data for geometric reasoning using data abstraction and Object-Oriented techniques. **IEEE**, p. 1795-1800, 1991.

[CIM87] Alle reden von CIM-(Salabim)... **Handling**, :7-12, Jan./ Febr. 1986.

[CIM89] A introdução de CIM na Indústria Suíça: Experiências e Fatores Importantes. **Boletim SOBRACON**, 42:20-31, Jan./Fev. 1989.

[CIM91] **CIM-OSA AD 1.0 Architecture Description**. ESPRIT Consortium AMICE, Brussels, 1991, 186p.

[COH89] COHEN, Gideon. Main Components of a CIM Reference Model. **CIM-Review**, 1:28-36, Winter 1989.

[COM88] COMPUTER AIDED MANUFACTURING - INTERNATIONAL INC. The Architecture of CIM for a Discrete Part Manufacturing Enterprise. **CIM-Review**, 1:7-13, Fall 1988.

[COM89-1] COMPUTER AIDED MANUFACTURING - INTERNATIONAL INC. The Function and Activity Structure in a CIM Architecture. **CIM Review**, Spring 1989.

[COM89-2] COMPUTER AIDED MANUFACTURING - INTERNATIONAL INC. Information Structure in a CIM Architecture. **CIM-Review**, 1:41-45, Summer 1989.

[COM89-3] COMPUTER AIDED MANUFACTURING - INTERNATIONAL INC. The Management Structure in a CIM Architecture. **CIM-Review**, 1:28-36, Winter 1989.

[CON87] CONAWAY, John H. Erweiterte Systeme für Computer Integrated Manufacturing. **CAD/CAM**, (1):42-50, Jan. 87.

[CRO87] CROOKAL, J.R. Education for CIM. **Annals of the CIRP**, 36:479-494, 1987.

[DER88] DERKS, Richard P. How to Avoid the worst CIM Planning Treps. **CIM-Review**, 1:55-60, Fall 1988.

[DIE90] Die Informationsstruktur für die Fabrik der Zukunft, **CIM-Praxis**, April 1990.

[DOU87] DOUMEINGTS, Guy et alii. Design Methodology for Advanced Manufacturing Systems. **Computers in Industry**, 19:271- 296, 1987.

[DRU91] DRUCKER, Peter. Produtividade das Empresas: uma Questão Atual. **Relatório da Estratégia Empresarial**, (3):27-31, 1991.

[EIG91] EIGNER, M. Technische Informationssysteme als Strategische Komponente in CIM-Konzepten. **ZwF**, 15:249-253, 1991.

[EMO] EMOND, J.C. **CIM-OSA: Key Concepts Overview and Demonstration**. :1509-1527.

[ERK89-1] ERKES, K.F. Planung flexibler CIM-Systeme mit Hilfe von Referenzmodellen (Teil 1). **CIM-Management**, 1:62-68, Februar 1989.

[ERK89-2] ERKES, K.F. Planung flexibler CIM-Systeme mit Hilfe von Referenzmodellen (Teil 2). **CIM-Management**, 2: , April 1989.

[ERL92] ERLING, Havn. Questioning Analysis and Design Methods in Development of Interdisciplinary Manufacturing Systems Design: The Case of CIM-OSA. **International Journal of Humans Factors in Manufacturing**, 2(3):243-254, Jul 1992.

[EVE] EVERSHEIM, W. & BRACHTENDORF, T. PPS-ein zentraler Baustein für CIM. **Industrie Anzeiger EXTRA**, :50-59.

[EVE86] EVERSHEIM, W. et alii. Changes in the Role of Production Management in the CIM-Era. **Annals of the CIRP**, (35):505-512, 1986.

[EVE87-2] EVERSHEIM, W. et alii. **Produktionstechnik, auf dem Weg zu integrierten Systemen**. VDI-Verlag, Düsseldorf, 1987, 582 p.

[FAV93] FAVARETTO, Fábio et alii."Aspectos Relevantes na Implantação de Sistemas de Planejamento Fino da Produção." **XIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção** , ENEGEP, UFSC, 1:307-313, Outubro 1993.

[FIS] FISCHMANN, Adalberto A. Análise de Implementação de Estratégias. **Relatório da Estratégia Empresarial**, 1(3):33-41.

[FRI92] FRICK, J.; GERTESEN, F.; HANSEN, P.H.K. Evolutionary CIM Implementation - An empirical study of technological- organizational development and market dynamics. **Computer Integrated Manufacturing** p. 38-49, 1992

[GHO91] GHOLDAR, Joel D. & SCHLIE, Theodore W. Computer Technology and International Competition Part 1: The Factory of the Future. **Integrated Manufacturing Systems**, 12(1):16-22, 1991.

[GIB89] GIBBONS, Albert J. The Elements of CIM: the Role of Informations. **CIM-Review**, 1:8-17, Winter 1989.

[GLE91] CLEMONS, J.W. The shop coordination system from business strategy to CIM strategy and back again. **Proceedings of The Industrial Computing Conference**. v.1 p.611-618

[GOM91] GOMSI, Jeff; DESANTI, Mike. The relational roots of integrated manufacturing. **Information Strategy: the Executive's Journal** p. 33-38, 1991

[GOR91] GORTE, J.F. Competing in Manufacturing: What Industry can do. **Manufacturing Systems**, 9(1):63-64, 1991.

[GRE87] GREMMINGER, Klaus. CIM-Modell auf Personal Computern. **Technische Rundschau**, 139:144-148, 1987.

[GRO89] GRODITZKI, Günther. Systematische Entwicklung und Einführung von CIM-Systemen. **CIM-Management**, 4: , April 1989.

[GUN87] GUNN, Thomas G. Manufacturing for Competitive Advantage: becoming a world class manufacturer. **Ballinger Publishing Company**, 1987. 223p.

[HAC90] HACKSTEIN, R. & MIESSEN, E. Ein Auswahlverfahren für PPS-Standardsoftware. **CIM-Management**, 1:17-21, Februar 1990.

[HAR] HARHALAKIS, G.; SSEMAKULA, M.E.; JOHRI, A. **Architecture of a facility level CIM system.** p.430-445

[HIR90] HIRSCH, Bernd E. Comunicação no ambiente de Manufatura: Aspectos Intra e Interorganizacionais. **Boletim Sobracon**, 48:49- 79, 1990.

[HOD91] HODGSON, A. **The Loughborough Systems Integration Group: CIM-Brosys plataform.** p.01-03, 1991.

[HOL87] HOLLINGUM, Jack. **Implementing an Information strategy in Manufacture.** IFS, Kempston Inglaterra, 1987, 97 p.

[HOP90] HOPP, D. Standardsoftware-CIM Einstieg für den Mittelstand? **CIM-Management**, 11:30-31, Februar 1990.

[HRO94] HRONEC, Steven. **"Sinais Vitais"**, Makron Books Editora, Sao Paulo, 1994, 231 p.

[IBM90] **Das CIM-Unternehmen.** IBM Deutschkand, München, März 1990, 81p.

[IWA91] IWATA, K. et alii. Design of CIM Structure by FIPM (Function/Information and Production/Material) Model and Network-type Simulation of its Behavior. **Proceedings of the 23th CIRP Seminar**, June 1991.

[JON88] JONES, FRANK. Planning for CIM Success. **CIM-Review**, 1:55-58, Summer 1988.

[JOR90-2] JORYSZ, H.R. & VERNADAT, F.B. CIM-OSA Part 2: information view. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, 13(3):157-167, 1990.

[JOR91] JORYSZ, H. R.; VERNADAT, F. Defining CIM enterprise requirements using CIM-OSA. **Computer Applications in Production and Engineering: Integration Aspects** p. 723-730, 1991

[KAS70] KAST, Fremont e ROSENZWEIG, James. **Organization and Management: A Systems Approach.** McGraw-Hill, 1970.

[KIE92] KIESEL, W.; DEIRETSBACHER, K. H. Communication Network for Manufacturing Applications (CNMA): a European initiative for network management in industrial communication. **Proceedings International Workshop on Advanced Communications and Applications for High Speed Networks**. 1992 p. 165-173

[KIM92] KIM, Sooyoung; KIM, Hyun-II; KANG, Wonn-II; LEE, Heekook. CIM progress in a Korean heavy-industry company. **Int. J. Computer Integrated Manufacturing** 5: 201-209, 1992

[KNA88] KNAUER, P. Neue Techniken - neue Qualifikationen. **VDI-Z**, 130(7) :12-17, 1988.

[KOM90] Komponenten und Integrationskonzepten - Systematisierung von Bewertungsansätzen (Teil 2), **CIM-Management**, 4:63-68, August 1990.

[KON92] KONIG, H.; RIDER, L. de. CIM OSA: Architektur für Offene Systeme und Modellierung von Unternehmensprozessen. **CIM Management** 4: 4-11, Ago., 1992

[KOR91] KOROS, P. & KURZ, J. Welche Fertigungsstrukturen sind CIM-geeignet?. **CIM-Management**, 2:43-50, April 1991.

[KOS90] KOSANKE, K. & KLEVERS, T. CIM-OSA: architecture for enterprise integration. **Computer-Integrated Manufacturing Systems**, 3(1):47-52, February 1990.

[KRA88] KRALLMANN, Hermann & SCHOLZ, Bernd. CIM-Ausbildung im Rahmen der Systemanalyse. **CIM-Management**, 1:85-89, Februar 1988.

[KUH91] KUHN, Axel. CIM-gerechte Materialflusstechnik. **CIM- Management**, 4:, August 1991.

[KUE90] KUEHNLE, H. CIM-Projekterfahrung. **CIM-Management**, 5:10- 18, Oktober 1990.

- [LEV92] LEVIN, Jordan B.; DUTTA Debasish. On the effects of parallelism on computer-aided process planning. **Computers in Engineering - ASME** 1: 363-368, 1992
- [MAR91] MARTIN, James. **Engenharia da Informação - Introdução**. Editora Campus, São Paulo, 1991, 193p.
- [MAT87] MATZ, Adolph, CURRY, Othel J. e FRANK, George W. "**Contabilidade de Custos-2**" Editora Atlas, São Paulo, 1987, 782 p.
- [MCK92-1] MCKEE, Keith E.; ROBINSON, Carol J. Comparison of Manufacturing Productivity changes in the United States, Japan and West Germany. 1992 p. 05-07
- [MCK92-2] MCKILAY, Mary. CIM made simple! (Or at least simpler): An approach to CIM implementation. **Computer Integrated Manufacturing** p. 20--27, 1992
- [MER91] MERTINS, Kai & SUSSENGUTH, Wolfram. Integrated information for CIM. **Computer-Integrated Manufacturing Systems**, 4(3):123-131, August 1991.
- [MIC90] MICHEL, Frederick J. & PARDUE, Mark D. Survey of World- Class CIM Planning: Information Architecture First. **CIM-Review**, 6(4):17-24, Summer 1990.
- [MIK90] MIKLOVIC, Dan. Setting and Measuring Performance Gains to track CIM'S Sucess. **CAD/CAM/CIM** p. 10-19, Sept., 1990
- [MIL88] McILHATTAN, Robert D. Determining the CIM Investment's Eventual Payback. **CIM-Review**, 1:61-64, Spring 1988.
- [MOR91] MOREIRA, Daniel A. "Medida da Produtividade ma Empresa Moderna", Biblioteca Pioneira de Administraçãoe Negócios, São Paulo, 1991, 151 p.
- [MOR92] MORI, Masatoshi; KURIYAMA, Sennosuke. Pull Logic Manufacturing based on CIM. **IEEE**, p.134-137, 1992.
- [NOB91] NOBLE, Jean A. Cost Justification: Strategic Benefits of CIM in Cost Justification. **CIM-Review**, 6(4):66 70, Summer 1991.

[NUT92] NUTTGENS, M.; KELLER, G.; SCHEER, A.-W. Informationsmodelle als Grundlage integrierter Fertigungsarchitekturen. **CIM Management** 4: 12-20, Ago., 1992

[PAL92] PALLISCHECK, O.; WEICHHARDET, F. Objektorientierte Unternehmens Modellierung für CIM. **CIM Management** 4: 21-25, Ago., 1992

[PAN] PANSE, Richard. A vendor independent CIM architecture. **CIM-OSA** p.117-196

[PAS] PASMOOIJ, C.K. & PRAKKE, F. A model approach for the introduction and implementation of CIM in the Factory. **Proceedings of the 17th CIRP Seminar**, 15(1), 1986.

[PIR94] PIRES, Silvio e AGOSTINHO, Oswaldo. "Estratégias Competitivas e Prioridades Competitivas da Manufatura: um Estudo Exploratório", *Produção*, Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 4(1):23-32, 1994.

[POM85] POMERANZ, Lenina "Elaboração e Análise de Projetos", Editora Hucitec, 1985, 215p.

[PUI91] PUIGJANER, L.; ESPUÑA, A.; PALOU, I.; TORRES, J. **Computer Oriented Process Engineering**. p. 427-432 1991

[RAM91] RAMAMURTHY, K.; KING, W. R. Computer Integrated Manufacturing: an exploratory study of key organizational barriers. **Omega** 20: 475-491, 1991

[RAS89] RASMUSSEN, Arne P. The Payoff of CIM. **CIM-Review**, 1:62- 64, Winter 1989.

[REC90] Rechnerintegrierte Konstruktion und Produktion: **CIM- Management**. Dusseldorf: VDI-Verlag GmbH, 1990. 129p.

[RIC] RICHERS, Raimar. O Planejamento Estratégico no Contexto Brasileiro. **Relatório da Estratégia Empresarial**, 1(3):43-51.

[ROB] ROBERT, E. **CAM-I CIM Reference Model Historical reflection**. p.35-41

[ROL92] ROLSTADAS, A. Architecture for integrating PPC in CIM. **Human Aspects in Computer Integrated Manufacturing** p.187-195, 1992.

[RUL91] RULAND, D. Bedeutung von Referenzinformationsmodellen für CIM-Realisierungen. **ZwF**, 12:56-59, 1991.

[SAT86] SATA, Toshio. Education and training in industry for the introduction of computer integrated manufacturing. **Proceedings of the 17th CIRP Seminar**, 15(1), 1986.

[SAU92] SAUER, James M. Saturn Corp. finds MMS key to flexible CIM development. **I&CS** p. 23-27, Aug., 1992

[SAV88] SAVAGE, Charles M. The Challenge of CIM Implementation is 80% Organizational. **CIM-Review**, 1:54-60, Spring 1988.

[SAV90] SAVAGE, Charles M. **Fifth Generation Management - Integrating Enterprises through Human Networking**. Digital Equipment Corporation, 1990, 255 p.

[SCÄ87] SCHÄUBLE, Otto W. Rechtzeitige Entscheidung für die Einführung von CIM. **tz für Metallbearbeitung**, 81(2):7, Feb. 87.

[SCH88] SCHNUR, Joel A. CIM Architecture: A Lasting Impression. **CIM-Review**, 1:3-6, Fall 1988.

[SCH89] SCHEER, A.-W. **Enterprise-Wide data modelling**, Springer Verlag, 1989, 605p.

[SCH90] SCHEER, A.-W. **CIM - Computer Steered Industry**. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1990, 195 p.

[SCH92-1] SCHICKHOFF, W. "Die Integration von PPS, BDE und Fertigungssteuerung", **CIM-Management**, 4/92, pp. 53-57.

[SCH92-2] SCHULE, H.; SCHUMANN, M. Entwicklung und Einsatz CASE-Basierter Unternehmensmodelle zur CIM-Planung. **CIM Management** 4: 32-39, Ago., 1992

[SCL89] SCHULZ, H & SPAHN, C. CIM-Potential und Strategien zur Realisierung. **CIM-Management**, 11:57-61, Februar 1989.

[SCU90-1] SCHUMANN, Matthias & MERTENS, Peter. Nutzeffekte von CIM-Komponenten und Integrationskonzepten (Teil 1). **CIM- Management**, 3:45-51, Juni 1990.

[SCU90-2] SCHUMANN, Matthias & MERTENS, Peter. Nutzeffekte von CIM-Komponenten und Integrationskonzepten (Teil 2). **CIM- Management**, , August, 1990.

[SCU90-3] SCHUMANN, Matthias & MERTENS, Peter. Nutzeffekte von CIM-Komponenten und Integrationskonzepten - Darstellung ausgewählter Ansätze (Teil 3). **CIM-Management**, 5:59-64, Oktober 1990.

[SEI89] **Relatório do Encontro Nacional sobre Projetos CIM ("Computer Integrated Manufacturing")**, Brasília: Secretaria Especial de Informática, 1989, 133p.

[SHE88] SHEERER, Cedvic. Planning for the CIM Environment. **CIM- Review**, 1:55-59, Winter 1988.

[SMA91] SMALL, Brian. Manufacturing Strategy - Bridging the Gap. **Integrated Manufacturing Systems**, 12(1):4-7, 1991.

[SPR92] SPROW, Eugene E. CIM success stories. **Manufacturing Engineering** 109 (5): 43-45, 1992

[SPU] SPUR, H.C. Gunter; MERTINS, Kai; SUSSENGUTH, Wolfram. Integrated information modelling for CIM. p.373-389

[STO89] STOTKO, Eberhard C. CIM-OSA. **CIM-Management**, 11:9-15, 1989.

[STO91] STORM, David J. & SULLIVAN Steven J. The Fresh-Start Approach to CIM Investment Justification. *CIM-Review*, 6(4):53- 62, Summer 1991.

[THA88] THACKER, Robert & BLOODGOOD, Charles F. A practical Guide for Planning, Designing and Implementing CIM. *CIM-Review*, 1:49- 53, Spring 1988.

[THA90] THACKER, Robert. The New CIM Model. **SOBRACON 10th. Anniversary Seminar**, September 1990, 8p.

[THU92] THURASINGHAM, Bhavani & VENKATARAMAN, Venkat. A new view of information modeling. *Information Systems Management*, :29-36, Spring 1992.

[TOS92] TOSHIO, Ito. The roles of man and computer in CIM Systems. **Human Aspects in Computer Integrated Manufacturing** p.01-10, 1992

[TUR91] TUREK, F. W. CIM in the process industry. **Proceedings of the Industrial Computing Conference**. v.01 p.01-10 1991

[VON91] Von C-Anbieter zum Systemintegration. **CIM-Praxis**, März 1991.

[VON92] VON OHSEN, Charlie. Implementing CIM in a Small Company. **Industrial Engineering** 24: 39-42, Nov., 1992

[WAN92] WANG, ERIC. Using automatic feature recognition to interface CAD to CAPP. **Computers in Engineering - ASME** 1:215-231, 1992

[WAR86] WARNECKE, Hans-Jürgen. Synchronisation: Notwendige Voraussetzung für CIM-Realisierungen. **Technische Rundschau**, 25:20-27, 1986.

[WAS90] Was bei CIM-Einführung beachtet werden muß. **CIM-Praxis**, Juli 1990.

[WES] WESTON, R.H.; HODGSON, A.; COUTTIS, I.; et all. Highly extendable CIM systems based on an integration platform. p.80-94

[WES89] WESTON, Richard H. Métodos e ferramentas para a Integração CIM. **Boletim SOBRACON**, 42:33-48, Jan.Fev 1989

[WES91] WESTON, R. H.; HODGSON, A.; COUTTS, I. A.; MURGATROYD, I. S. "Soft" integration and its importance in design to manufacture. **Journal of Design and Manufacturing** 1: 47-56, May, 1991

[WIE92] WIEDERHOLD, Gio. Mediators in the Architecture of Future Information Systems. **Computer**, :38-48, March 1992.

[WIL89] WILLIAMS, Theodore J. A reference Model for Computer Integrated Manufacturing (CIM): a description from the View point of Industrial Automation. North Carolina: **Instrument Society of America**, 1989. 223p.

[WIN90] WINDAU, Peter G. von. Beratungskonzept für den Mittelstand. **CIM-Management**, 5:19-21, Oktober 1990.

[WOO] WOOLSEY, Ronald; DALLMAN, Bruce; FORAKER, William; et all. **Developing a CIM architecture for educational, research, and technology transfer activities.** p.487-505

[WYA90] WYATT, Tim. Methodologies for manufacturing systems. **Integrated Manufacturing Systems**, 1:25-27, 1990.

[ZAH91] ZAHN, Erich & DOGAN, Dino. Strategische Aspekte der Beurteilung von CIM-Installationen. **CIM-Management**, 13:4-11, Juni 1991.

[ZEI] ZEIDNER, L.E. **Server networks: a CIM architecture design environment.** p.95-113

[YON92] YONG, Chu Shao. Tecnologia de Informação. **Revista de Administração de Empresas**, 32(1):78-87, Jan./Mar. 1992.

8.3.Referências Recomendadas

[DOU92] DOUMEINGTS, Guy e CHEN, David. "State-of-the-Art on models, architectures and methods for CIM system design" **Human Aspects in Computer Integrated Manufacturing**, IFIP, :27-40, 1992.

[HIR90] HIRSCH, Bernd E. Comunicação no ambiente de Manufatura: Aspectos Intra e Interorganizacionais. **Boletim Sobracon**, 48:49- 79, 1990.

[ISA89] N.N."A Reference Model for Computer Integrated Manufacturing (CIM)", Instrument Society of America, Purdue Research Foundation, 1989, 205 p.

[MER91] MERTINS, Kai & SUSSENGUTH, Wolfram. Integrated information for CIM. **Computer-Integrated Manufacturing Systems**, 4(3):123-131, August 1991.

[PET92] PETRIE, Charles "**Enterprise Integration Modeling**", The MIT Press, :(1-100), 1992

[SCH93] SCHEER, A.-W. "**CIM - Evoluindo para a Fábrica do Futuro**", Qualitymark Editora, Rio de Janeiro, 1993, 206

ANEXO I - Projetos de Pesquisa em CIM no Brasil (período até 1992)

Neste anexo são descritos os projetos CIM de centros de pesquisa nacionais, visando fornecer uma visão geral dos desenvolvimentos desta área no Brasil. Não foram apresentadas aplicações em ambientes industriais, pois existem poucos trabalhos nesta área no país.

CTI

A proposta da Centro Tecnológico para Informática (CTI) é a montagem de um Laboratório de Manufatura Integrada por Computador, composto das diversas áreas presentes na indústria de manufatura, tais como: Engenharia de Produto, Engenharia de Fabricação, Qualidade, Planejamento e Controle da Produção e o Chão de Fábrica, compreendendo estoque, centros de trabalho (de manufatura, montagem) e sistemas de transporte. As aplicações relativas a cada área podem ser desenvolvidas pelo CTI ou por um centro de pesquisa e desenvolvimento associado, e serão utilizadas soluções disponíveis no mercado sempre que for conveniente.

As aplicações serão executadas em microcomputadores pessoais ou estações de maior porte, em função da capacidade exigida. Cada uma destas estações está ligada a uma rede local, através da qual é realizada a troca de informações necessárias à integração. Em uma primeira fase do projeto, o nível mais baixo do sistema produtivo, que inclui máquinas, robôs, sistemas de transporte e outros serão simulados.

O projeto CIM aborda com ênfase as aplicações relacionadas com comunicação industrial e bancos de dados, que são independentes do produto. Para as dependências do produto, numa primeira fase, será tomada como referência a área metal-mecânica, que com algum esforço poderá estender-se para outros setores de manufatura.

O CTI trabalha com outros centros de pesquisa e desenvolvimento através de convênios. Dentro destes convênios está previsto a implantação de um laboratório de Manufatura Integrada por Computador, onde serão realizados diversos subprojetos. Estes projetos estão sendo desenvolvidos por outras entidades que já realizam trabalhos na área. Por outro lado, os subprojetos que estão sendo conduzidas de maneira efetiva terão seus resultados colocados a disposição das entidades interessadas.

CERTI/UFSC

O Laboratório CIM da Universidade Federal de Santa Catarina em união com a Fundação Centro Regional de Tecnologia em Informática de Santa Catarina (UFSC-CERTI) é um projeto com duas metas básicas:

- implantar uma fábrica computadorizada, que visa além do sistema físico, a formação de uma equipe com domínio da problemática em tecnologia CIM;
- adquirir informação e experiência nas questões envolvidas em implementação de projetos de automação no contexto da problemática CIM.

O Projeto está voltado à tecnologia no setor metal-mecânico, entretanto a experiência que será acumulada nas questões essenciais do projeto é transferível para outros setores produtivos.

Inicialmente foi adotada uma configuração aproveitando equipamentos e tecnologia já existentes na UFSC e CERTI, procurando-se durante a condução do projeto uma mudança para uma configuração universal, que poderá ser feita através de cooperações com indústrias.

Esta instalação procura vivenciar os problemas e soluções sobre sistemas CIM, tentando utilizar ao máximo os equipamentos disponíveis a nível nacional.

As principais aplicações para a infra-estrutura CIM a ser implementada são as seguintes: ensino de graduação e pós-graduação, treinamento de pessoal de empresas e de outras entidades de ensino, desenvolvimento de projetos de automação, prestação de serviços tecnológicos de alto nível e desenvolvimento de projetos de pesquisa junta a empresas atuantes na área.

COPPE/UFRJ

O projeto de CIM da COPPE é desenvolvido por três programas desta Instituição: Engenharia Elétrica, Mecânica e de Produção. Para a COPPE/UFRJ o CIM é um "padrão contemporâneo de organização da produção, dando às empresas aspectos fundamentais da atualidade, como adaptabilidade, versatilidade, flexibilidade e alterabilidade. Isto faz com que se aumente a competitividade em termos de produtividade e qualidade industrial".

O projeto da COPPE visa desenvolver uma planta automatizada, composta de uma célula de produção com funções agregadas de: controle de qualidade,

armazenamento e fornecimento externo. A estes dois conjuntos deve ser acrescida uma segunda célula produtiva, realizando-se então uma integração global.

Desta forma, o projeto objetiva basicamente, através da planta automatizada, aumentar a integração entre universidade/empresa, orientar o desenvolvimento científico e tecnológico nesta área e agrupar os conhecimentos em CIM dos três programas.

ITA

O projeto CIM do ITA tem como objetivo a construção de um laboratório CIM em conjunto com a Empresa Brasileira de Aeronáutica (EMBRAER) e a IBM, visando reduzir ciclos (custos), melhorar a qualidade e aumentar a flexibilidade.

As premissas básicas do projeto do laboratório CIM são:

- pluridisciplinar e integrador (Engenharia Simultânea);
- permear as áreas de ensino e pesquisa;
- ser orientado para o uso da filosofia de qualidade total;
- ser aberto à cooperação com outros centros de excelência;
- aproveitar o "know-how" já desenvolvido pela EMBRAER.

O projeto CIM deve relacionar-se com a pesquisa, ensino e empresas dentro das linhas de automação de projeto e manufatura, engenharia, dinâmica de sistemas, robótica, gerenciamento, computação e integração de sistemas.

UNICAMP

O Programa CIM da Universidade de Campinas (UNICAMP) tem como objetivos específicos a implantação de laboratórios nas diversas unidades, o ensino (Graduação e Pós-Graduação), a Pesquisa e Desenvolvimento, a prestação de serviços e atividades de cooperação a nível nacional e internacional.

O Projeto de Sistemas Integrados de Automação Industrial com aplicação piloto em um Sistema Flexível de Manufatura tem como objetivos:

- o desenvolvimento de um sistema distribuído em rede de computadores para projeto, configuração e Implementação de Sistemas de Automação Industrial;
- implementação de ambiente computacional para o desenvolvimento e simulação de Sistemas Flexíveis de Manufatura;

- implementação de um piloto de Sistema Flexível de Montagem para o desenvolvimento, integração e testes de equipamentos e programas.

O Projeto para Planejamento e Controle em Sistema de Manufatura Integrados por Computadores tem o objetivo de conseguir modelos e ferramentas computacionais para o gerenciamento de sistemas de manufatura integrados, desde a aquisição de insumos até a fabricação do produto acabado, com uso de MRP (Material Resources Planning), simulação de sistemas flexíveis de manufatura, sistemas de produção "Just In Time" e o planejamento da produção de uma fundição.

USP SÃO CARLOS

O projeto CIM da Universidade de São Paulo, Campus de São Carlos tem como objetivos: a formação de pessoal e treinamento, prestação de serviços e a pesquisa e desenvolvimento em CIM, através da:

- utilização e teste de componentes;
- desenvolvimento de componentes não existentes no mercado;
- integração de componentes;
- desenvolvimento de metodologias de implantação;
- a criação de soluções pilotos completas;
- a formação de especialistas em CIM e seus componentes.

O projeto que visa englobar todos os outros desenvolvidos em São Carlos na área de CIM é a Fábrica Integrada Modelo (FIM). Na FIM é demonstrada a fabricação de um produto, desde sua venda até sua montagem, passando por todas as áreas de uma empresa, utilizando-se sistemas comerciais e sistemas desenvolvidos dentro do projeto CIM. O sistema que garante a integração de toda a fábrica é o CIM-Manager, que trabalha com o conceito de metabase de dados.

USP SÃO PAULO

A Escola Politécnica tem como base o desenvolvimento de um Centro de Integração de Sistemas, cuja iniciativa é, através do trabalho conjunto Universidade/Empresa, construir um laboratório. Parte deste laboratório já está concluído, fabricando detergentes e amaciantes por lotes sob encomenda. O objetivo

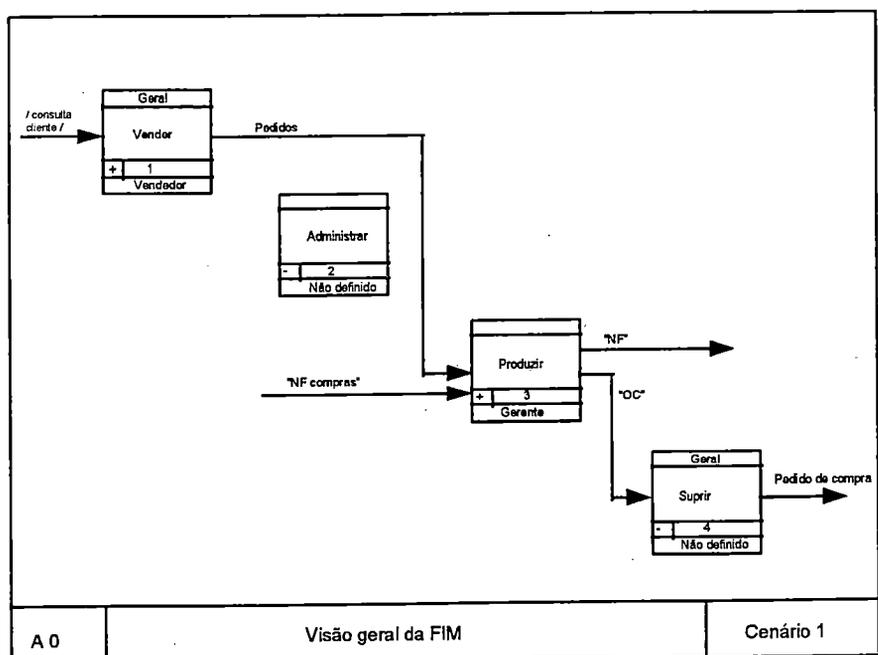
principal desta planta (ou laboratório) é a "produção flexível, ou seja, a possibilidade de alteração de produtos, tanto em formulação quanto em quantidade e tamanhos".

A planta possui uma estrutura organizacional e de planejamento, supervisão e controle. O processo é dividido em quatro células: reação, mistura, envasamento e armazenamento.

A planta possui a colaboração de empresas e dos Departamentos de Química, Produção, Civil, Elétrica, Eletrônica, Computação e Mecânica, desenvolvendo não só equipamentos como também Softwares, para o funcionamento da planta.

Anexo II, III e IV - Cenário da FIM

A0 - VISÃO GERAL DA FIM



2 - ADMINISTRAR

Responsável - O responsável desta função não está definido.

Qualificação - A qualificação necessária é a de um administrador de empresas, que tenha conhecimento de todas as funções de uma fábrica e as relações de pessoal.

Descrição - Esta função remete a administração de todos os recursos envolvidos na fábrica integrada modelo, que vão desde os materiais utilizados na usinagem até os seus recursos humanos. A administração é encarregada de conduzir o andamento do pessoal, o gerenciamento e a manutenção de recursos.

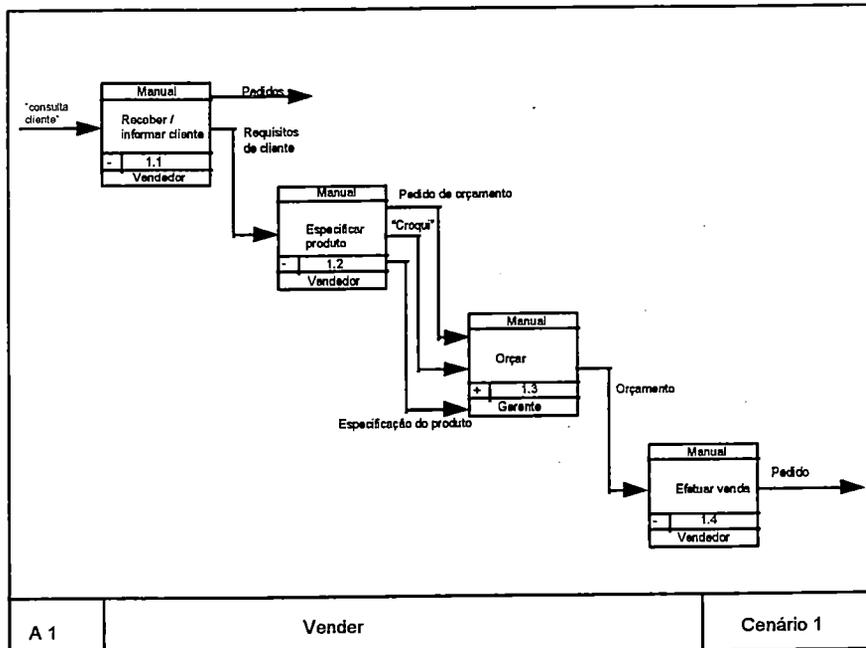
4 - SUPRIR

Responsável - O responsável desta função não está definido.

Qualificação - A qualificação necessária é a de uma pessoa (ou equipe) que seja encarregada de fornecer materiais para a fábrica, devendo assim ter conhecimento do mercado de fornecedores dos materiais necessários.

Descrição - O suprimento diz respeito a entrada de materiais necessários para o andamento da fábrica, principalmente de matérias primas para a usinagem do produto.

A1 - VENDER



1.1 - RECEBER / INFORMAR CLIENTE

Responsável - O responsável desta função é o vendedor.

Recurso - O recurso necessário para esta função é manual.

Qualificação - O encarregado de vendas deve ter uma experiência em vendas e ter conhecimento sobre o mercado em que a fábrica integrada modelo está inserida.

Descrição - Esta é a primeira pessoa da fábrica a ter contato com o cliente, portanto deve fazer o contato e receber o cliente. Além disso, deve apresentar as possibilidades que este pode ter ao comprar o produto a ser fabricado.

1.2 - ESPECIFICAR PRODUTO

Responsável - O responsável desta função é o vendedor.

Recurso - O recurso necessário para esta função é manual.

Qualificação - Este vendedor deve ter conhecimento das características e possibilidades de configuração que o produto pode ter e também do processo de fabricação.

Descrição - Nesta atividade é feita a configuração do produto de acordo com as necessidades do cliente. Estê toma conhecimento das possibilidades possíveis e desenha através de um gabarito os componentes e localização destes no produto.

1.4 - EFETUAR VENDA

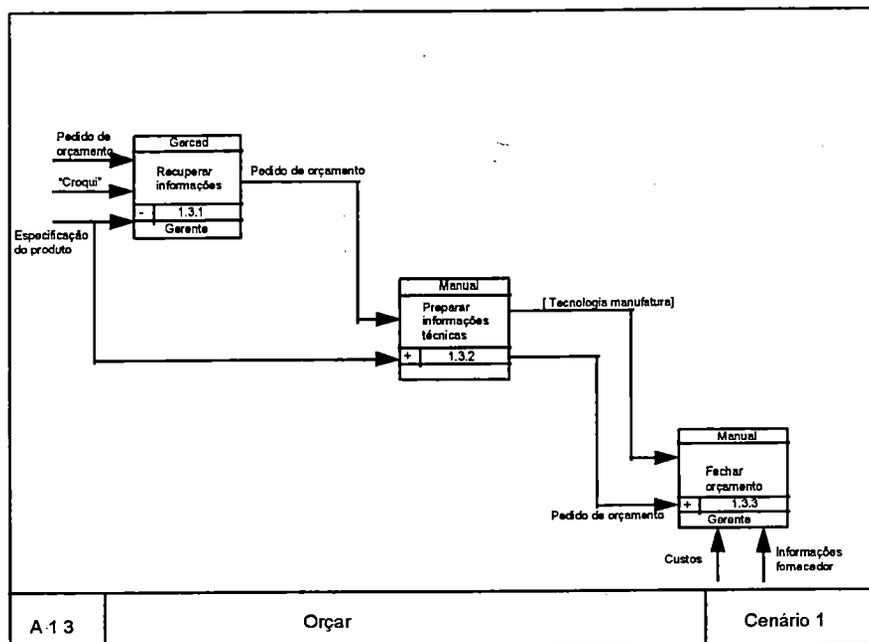
Responsável - O responsável desta função é o vendedor.

Recurso - O recurso necessário para esta função é manual.

Qualificação - Este vendedor deve ter conhecimento do produto especificado pelo cliente e de seu orçamento.

Descrição - Esta atividade consiste na efetivação da venda do produto ao cliente, onde este recebe o orçamento e um croqui do produto. Tendo em mãos estes documentos, o cliente confirma ou não a compra do produto.

A13 - ORÇAR



1.3.1 - RECUPERAR INFORMAÇÕES

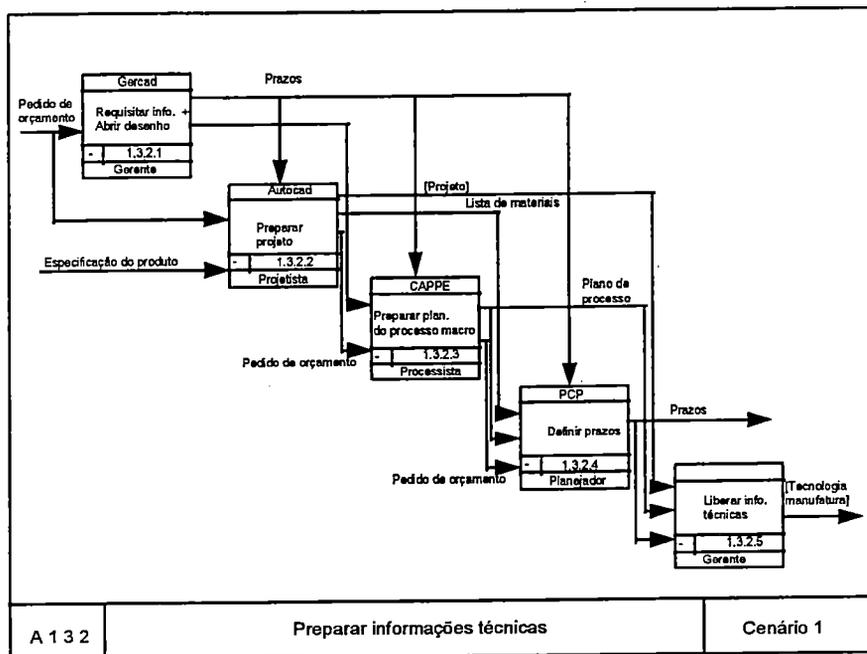
Responsável - O responsável desta função é o gerente.

Recurso - Para esta função o recurso necessário é o GERCAD.

Qualificação - Deve-se ter conhecimento de projeto do produto e das especificações do produto encomendado.

Descrição - Nesta atividade é feita uma busca pelos projetos já executados para outros clientes para verificação se existe um projeto que possa ser reutilizado ou aproveitado em alguns detalhes.

A132 - PREPARAR INFORMAÇÕES TÉCNICAS



1.3.2.1 - REQUISITAR INFORMAÇÕES + ABRIR DESENHO

Responsável - O responsável por esta função é o gerente.

Recurso - Para esta atividade o recurso necessário é o sistema GERCAD.

Qualificação - Utilização do sistema necessário para recebimento de informações e abertura do desenho. Deve-se ter conhecimento da especificação do pedido do cliente e do seu orçamento.

Descrição - Nesta atividade é iniciado o projeto do produto, através da solicitação das informações necessárias e inicialização do desenho do produto.

1.3.2.2 - PREPARAR PROJETO

Responsável - O responsável por esta função é o projetista.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema AUTOCAD.

Qualificação - Deve-se saber operar sistemas de auxílio ao projeto e ter formação técnica de projetista.



Descrição - Nesta atividade é feito o projeto do produto especificado, que consiste em um desenho técnico realizado em sistema apropriado. Também é gerada a lista de materiais necessários para a execução deste produto.

1.3.2.3 - PREPARAR PLANEJAMENTO DO PROCESSO MACRO

Responsável - O responsável por esta função é o processista.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema CAPPE.

Qualificação - O processista deve ter formação técnica em planejamento do processo e ter conhecimento dos recursos operacionais (máquinas, ferramentas e operadores) existentes na FIM, bem como da especificação do produto e materiais utilizados.

Descrição - Nesta atividade é gerado um plano de processo macro para o produto especificado pelo cliente. Este plano consiste na sequência de atividades de manufatura a serem executadas para a obtenção do produto. Além disso, o plano especifica também o recurso e a ferramenta a serem utilizados.

1.3.2.4 - DEFINIR PRAZOS

Responsável - O responsável por esta função é o planejador.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema PCP.

Qualificação - O planejador deve ter formação técnica em planejamento da produção e ter conhecimento da situação atual da fábrica, da especificação do produto, dos materiais a serem utilizados e da sequência de operações para obtenção do produto.

Descrição - Nesta atividade é definido o prazo de entrega do produto a ser fabricado ao cliente, em função do carregamento atual e tempo necessário para obtenção do produto.

1.3.2.5 - LIBERAR INFORMAÇÕES TÉCNICAS

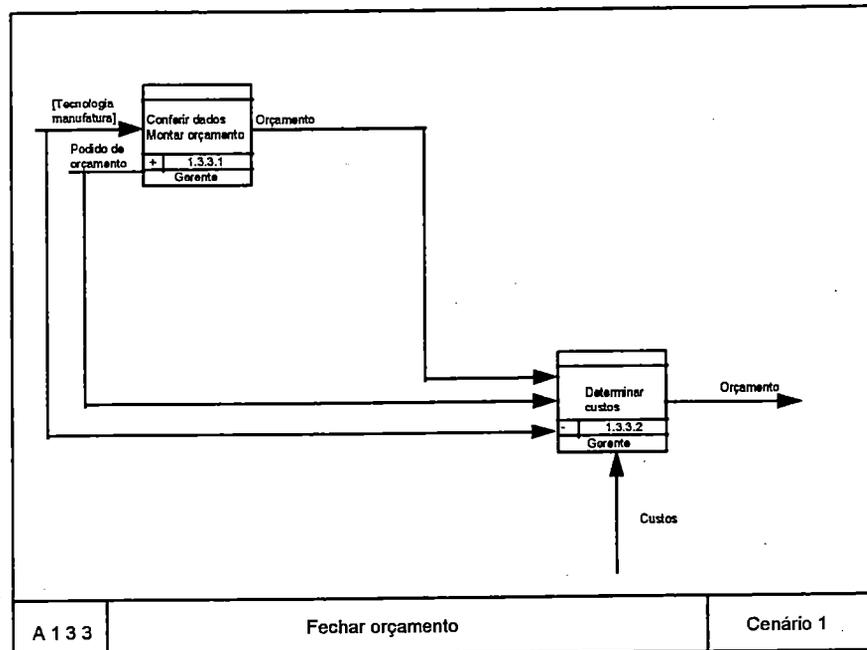
Responsável - O responsável por esta função é o gerente.

Recurso - O recurso para esta função não está definido.

Qualificação - Para a execução desta atividade é necessário saber operar o sistema de apoio destinado a este fim.

Descrição - Esta atividade consiste no agrupamento das informações técnicas geradas até o momento (projeto, plano de processo e prazo) e liberação para as atividades subsequentes.

A133 - FECHAR ORÇAMENTO



1.3.3.1 - CONFERIR DADOS + MONTAR ORÇAMENTO

Responsável - O responsável por esta função é o gerente.

Recurso - O recurso para esta função não está definido.

Qualificação - Para esta atividade é necessário o conhecimento dos dados que serão utilizados no processo de montar o orçamento.

Descrição - Consiste na checagem dos dados recebidos a fim de verificar falhas ou inconsistências e na montagem do orçamento, ainda sem os custos.

1.3.3.2 - DETERMINAR CUSTOS

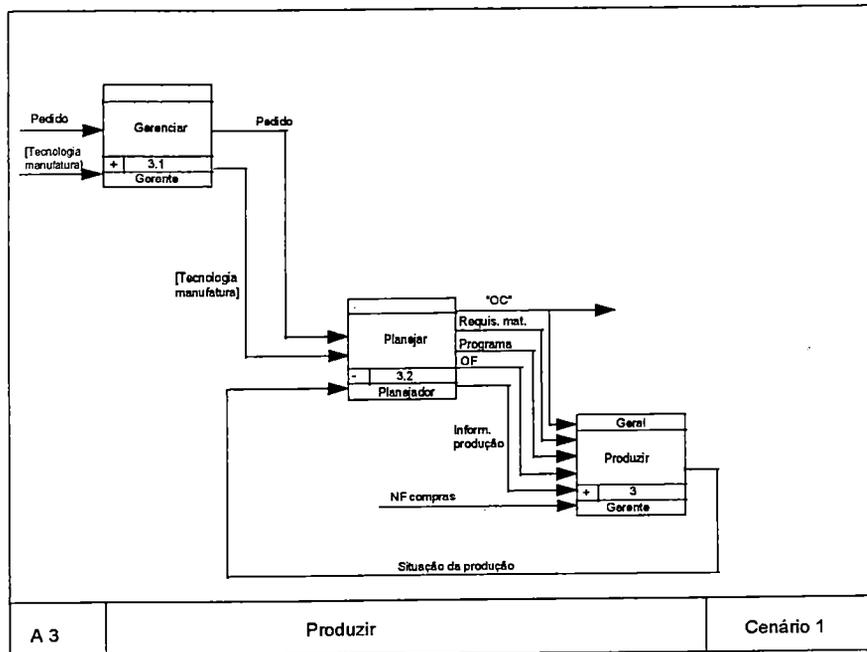
Responsável - O responsável por esta função é o gerente.

Recurso - O recurso para esta função não está definido.

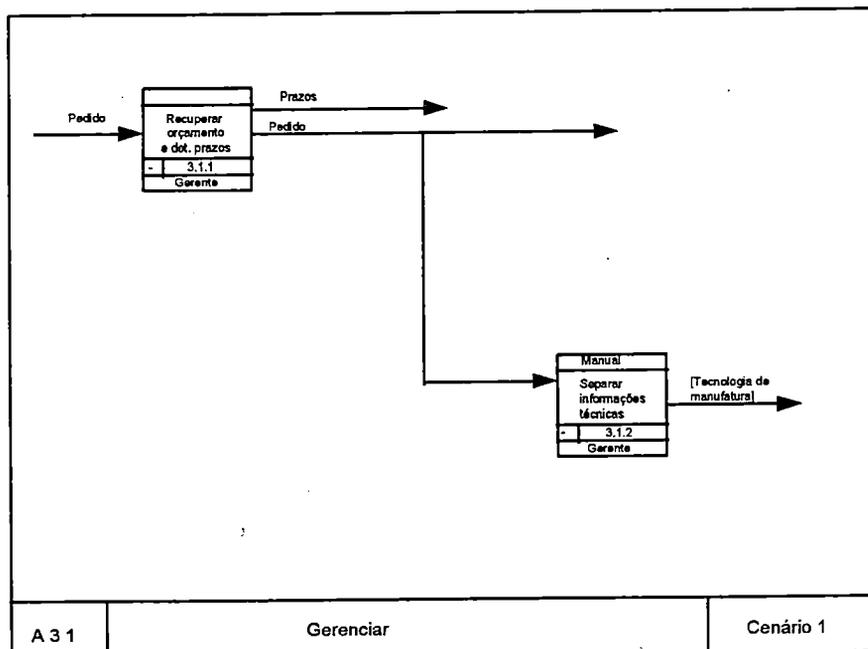
Qualificação - Para esta atividade é necessário um conhecimento do orçamento já feito e do custo das atividades envolvidas.

Descrição - Consiste na adição dos custos das atividades envolvidas no processo produtivo ao orçamento já elaborado anteriormente.

A3 - PRODUZIR



A31 - GERENCIAR



3.1.1 - RECUPERAR ORÇAMENTO E DETERMINAR PRAZOS

Responsável - Esta função é executada pelo gerente.

Recurso - O recurso para esta função não está definido.

Qualificação - O gerente deve ter conhecimento de outros orçamentos já feitos e do andamento da fábrica para poder determinar o prazo de entrega do pedido.

Descrição - Consiste na verificação de orçamentos já realizados no sentido de recuperação de um orçamento parecido com aquele a ser desenvolvido e que possa servir de base para a elaboração do orçamento atual, além da determinação do prazo em que o produto poderá ser entregue.

3.1.2 - SEPARAR INFORMAÇÕES TÉCNICAS

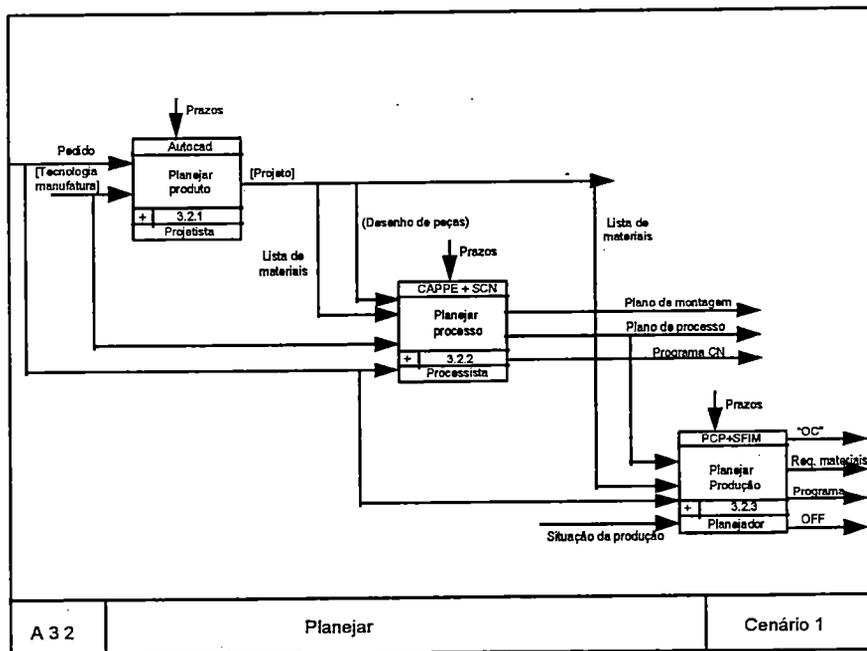
Responsável - Esta atividade é executada pelo gerente.

Recurso - O recurso utilizado para esta função é manual.

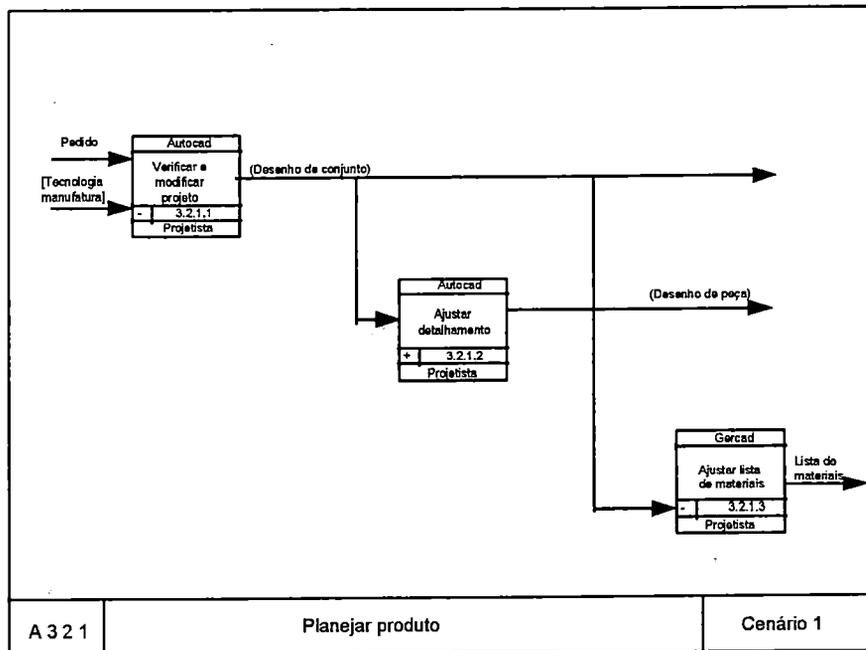
Qualificação - Deve-se ter conhecimento das necessidades de informações de cada sistema de auxílio.

Descrição - Consiste no encaminhamento das informações técnicas para cada sistema que a irá necessitar. Assim, evita-se o acúmulo de informações desnecessárias e redundantes.

A32 - PLANEJAR



A321 - PLANEJAR PRODUTO



3.2.1.1 - VERIFICAR E MODIFICAR PROJETO

Responsável - O responsável por esta função é o projetista.

Recurso - O recurso necessário para esta função é o sistema AUTOCAD.

Qualificação - Conhecimento de projetos elaborados anteriormente e formação técnica de projetista.

Descrição - Consiste na verificação de projetos já executados para recuperação daqueles que podem ser reaproveitados integralmente ou daqueles que necessitem de modificação. Caso esta modificação seja necessária, ela deve ser executada nesta atividade.

3.2.1.2 - AJUSTAR DETALHAMENTO

Responsável - O responsável por esta função é o projetista.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema AUTOCAD.

Qualificação - Conhecimento de operação do sistema de apoio a esta atividade e formação técnica de projetista.

Descrição - Consiste no detalhamento do desenho do conjunto gerado anteriormente. O resultado é o desenho das peças que compõe o produto.

3.2.1.3 - AJUSTAR LISTA DE MATERIAIS

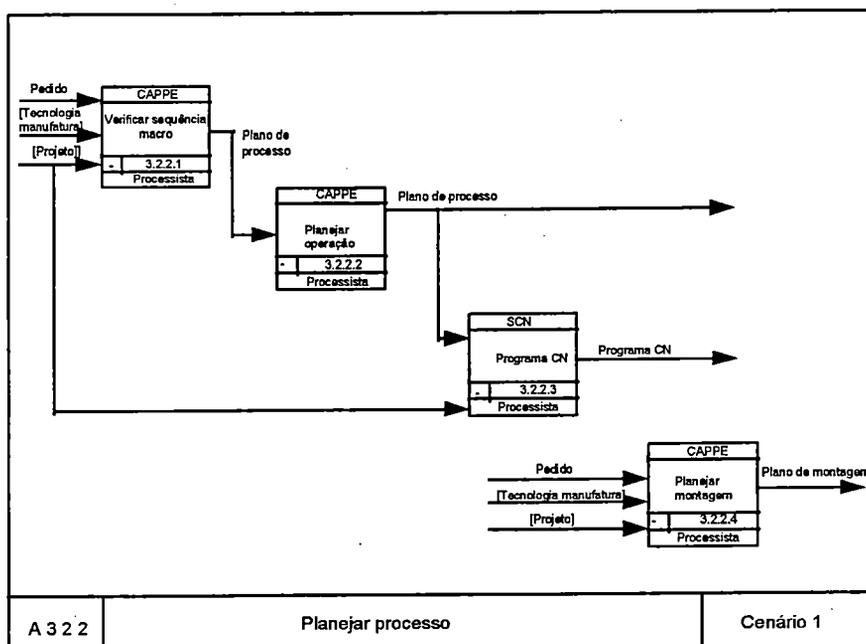
Responsável - O responsável por esta função é o projetista.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema GERCAD.

Qualificação - Conhecimento dos materiais que serão empregados na fabricação do produto e formação técnica de projetista.

Descrição - Consiste em gerar a lista dos materiais que serão utilizados na fabricação das peças a partir do seu desenho.

A322 - PLANEJAR PROCESSO



3.2.2.1 - VERIFICAR SEQUÊNCIA MACRO

Responsável - O responsável por esta função é o processista.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema CAPPE.

Qualificação - Conhecimento de procedimentos para verificar sequências e formação técnica de processista.

Descrição - Consiste em verificar a sequência macro das operações necessárias para a obtenção do produto, para eliminação de possíveis erros ou redundâncias.

3.2.2.2 - PLANEJAR OPERAÇÃO

Responsável - O responsável por esta função é o processista.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema CAPPE.

Qualificação - Necessário formação técnica em planejamento do processo e conhecimento do sistema de apoio de planejamento do processo.

Descrição - Consiste em planejar o processo de produção, ou seja, a sequência de operações e máquinas, ferramentas e recursos a serem utilizados.

3.2.2.3 - PROGRAMAR CN

Responsável - O responsável por esta função é o processista.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema SCN.

Qualificação - Formação técnica em planejamento do processo e conhecimento do sistema de apoio para geração de programas comando numérico (CN).

Descrição - Consiste em gerar um programa comando numérico específico para usinagem do produto a partir do planejamento de processo feito anteriormente.

3.2.2.4 - PLANEJAR MONTAGEM

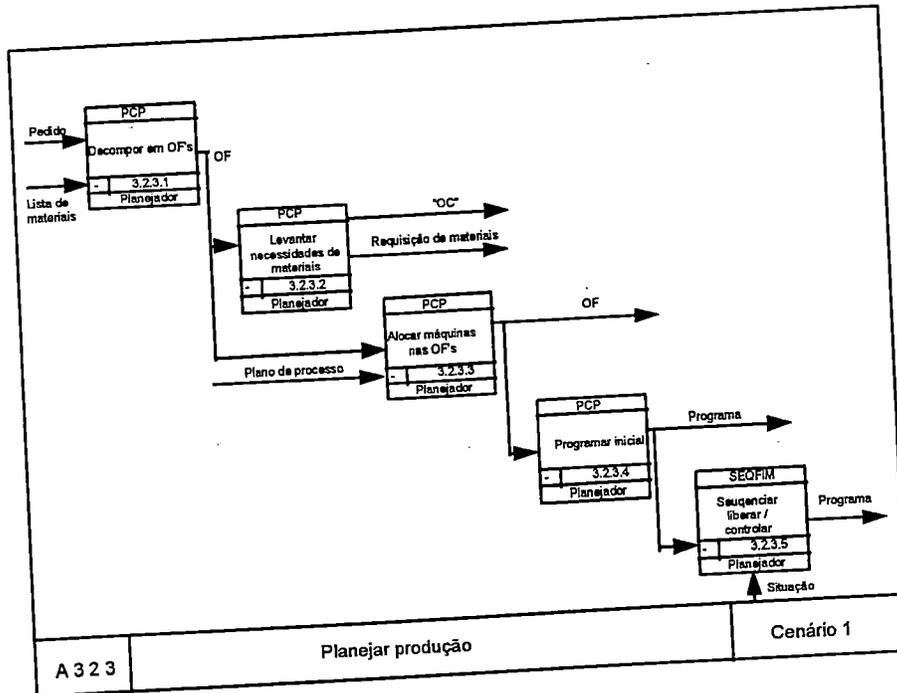
Responsável - O responsável por esta função é o processista.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema CAPPE.

Qualificação - Formação técnica em planejamento do processo e conhecimento das condições de montagem do produto.

Descrição - Consiste em fazer o planejamento da montagem do produto, após os componentes estarem concluídos.

A323 - PLANEJAR PRODUÇÃO



3.2.3.1 - DECOMPOR EM ORDENS DE FABRICAÇÃO

Responsável - O responsável por esta função é o planejador.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema PCP.

Qualificação - Formação técnica em planejamento da produção.

Descrição - Consiste em, a partir do pedido e da lista de materiais, decompor as atividades a serem feitas em ordens de fabricação.

3.2.3.2 - LEVANTAR NECESSIDADES DE MATERIAIS

Responsável - O responsável por esta função é o planejador.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema PCP.

Qualificação - Formação técnica em planejamento da produção e controle de estoques e materiais.

Descrição - A partir das necessidades de materiais da manufatura, é verificado a posição destes materiais em estoque. Caso os materiais não estejam disponíveis, devem ser emitidas ordens de compra, caso contrário são emitidas requisições de materiais.

3.2.3.3 - ALOCAR MÁQUINAS NAS ORDENS DE FABRICAÇÃO

Responsável - O responsável por esta função é o planejador.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema PCP.

Qualificação - Formação técnica em planejamento da produção e conhecimento das máquinas disponíveis.

Descrição - Consiste em alocar um recurso (máquina) a determinadas operações que são especificadas em cada ordem de produção.

3.2.3.4 - PROGRAMAR INICIAL

Responsável - O responsável por esta função é o planejador.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema PCP.

Qualificação - Formação técnica em planejamento e programação da produção.

Descrição - Consiste em se fazer a alocação dos recursos produtivos às atividades, em uma escala de tempo e levando em consideração o atual estado e carregamento dos recursos.

3.2.3.5 - SEQUENCIAR, LIBERAR E CONTROLAR

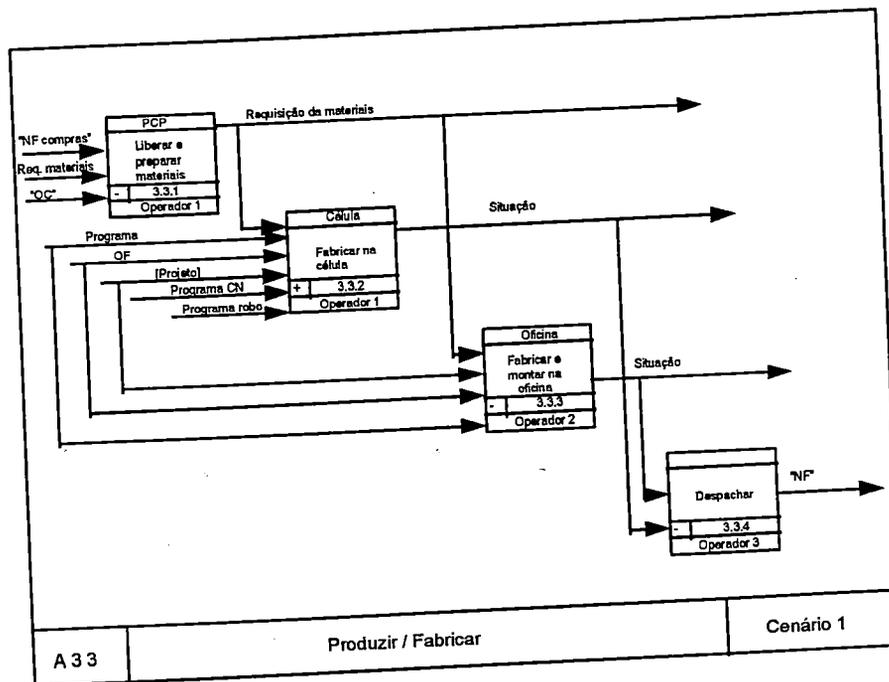
Responsável - O responsável por esta função é o planejador.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema SEQFIM.

Qualificação - Formação técnica em planejamento, programação e controle da produção.

Descrição - Consiste em fazer a sequência na qual as operações serão executadas em cada recurso, liberar as ordens de fabricação para os recursos correspondentes e fazer o controle destas ordens de fabricação.

A33 - PRODUZIR / FABRICAR



3.3.1 - PREPARAR E LIBERAR MATERIAIS

Responsável - O responsável por esta função é o operador de chão de fábrica.

Recurso - Para esta função é necessário o sistema PCP.

Qualificação - Conhecimento técnico do recurso a ser operado e da operação a ser realizada, tendo em vista a preparação do material.

Descrição - Consiste em se fazer os preparativos nos materiais a serem modificados e a sua posterior liberação para as etapas consecutivas.

3.3.4 - DESPACHAR

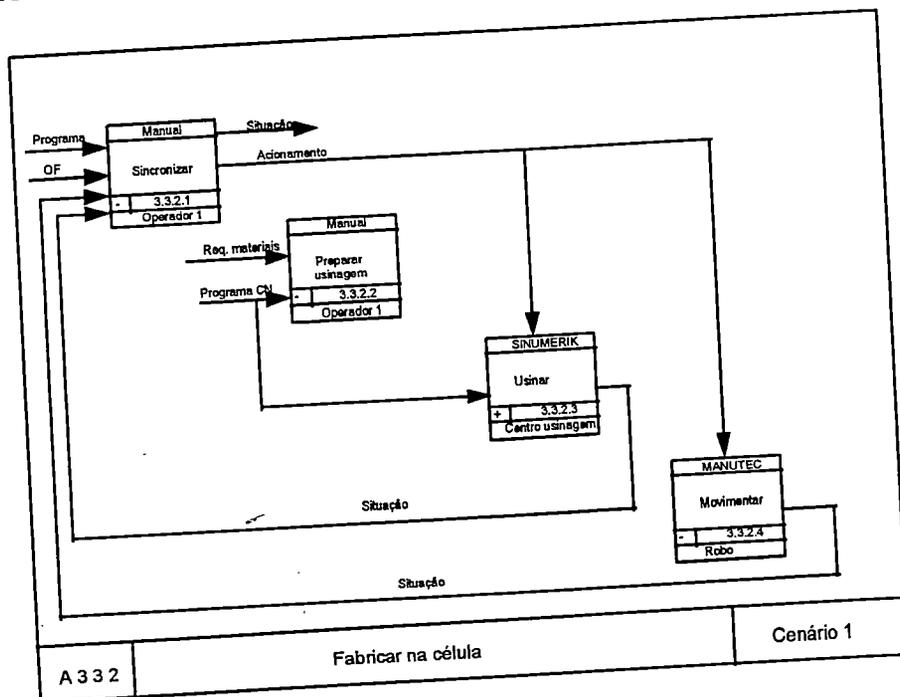
Responsável - O responsável por esta função é o operador de chão de fábrica.

Recurso - Não definido.

Qualificação - Para esta atividade não é necessária qualificação além do conhecimento do produto a ser despachado.

Descrição - Entrega do produto acabado.

A332 - FABRICAR NA CÉLULA



3.3.2.1 - SINCRONIZAR

Responsável - O responsável por esta função é o operador da célula.

Recurso - O recurso para esta função é manual.

Qualificação - Formação técnica para operar os recursos que compõem a célula.

Descrição - Consiste em fazer o balanceamento das atividades a serem feitas na célula em função do carregamento desta.

3.3.2.2 - PREPARAR USINAGEM

Responsável - O responsável por esta função é o operador da célula.

Recurso - O recurso para esta função é manual.

Qualificação - Formação técnica para operar os recursos que compõem a célula.

Descrição - Consiste em fazer a preparação e ajustes necessários para a fabricação dos componentes.

3.3.2.3 - USINAR

Responsável - O responsável por esta função é o centro de usinagem

Recurso - O recurso para esta função é o sistema SINUMERIK.

Qualificação - Capacidade de suportar as operações que serão necessárias para a obtenção do produto.

Descrição - Consiste na usinagem das matérias primas e peças que irão compor o produto final.

3.3.2.4 - MOVIMENTAR

Responsável - O responsável por esta função é o robô (braço mecânico).

Recurso - O recurso necessário para esta função é o sistema MANUTEC.

Qualificação - Capacidade de realizar a movimentação necessária.

Descrição - Consiste na movimentação das peças para o carregamento do centro de usinagem.

A333 - FABRICAR NA OFICINA

3.3.3.1 - MONTAR GANTT

Responsável - O responsável por esta função é o operador da oficina.

Recurso - O recurso para esta função é manual.

Qualificação - Formação técnica em programação da produção.

Descrição - Consiste em se fazer um gráfico de Gantt de operações, com a finalidade de se fazer o sequenciamento das operações a serem feitas em função da ocupação planejada dos recursos.

3.3.3.2 - PREPARAR

Responsável - O responsável por esta função é o operador da oficina.

Recurso - O recurso para esta função é manual.

Qualificação - Formação técnica para operar os recursos que compõem a célula.

Descrição - Consiste em fazer a preparação e ajustes necessários para a fabricação dos componentes.

3.3.3.3 - FABRICAR

Responsável - O responsável por esta função é o operador da oficina.

Recurso - O recurso necessário para esta operação é o equipamento a ser utilizado.

Qualificação - Conhecimento técnico do equipamento a ser utilizado.

Descrição - Fabricação das peças e componentes que irão formar o produto final em um recurso convencional.

3.3.3.4 - MONTAR

Responsável - O responsável por esta função é o operador da oficina.

Recurso - O recurso necessário para esta função é o operador da oficina.

Qualificação - Conhecimento do produto a ser montado e as técnicas e ferramentas necessárias.

Descrição - Consiste na união dos componentes montados separadamente para a obtenção do produto final.

3.3.3.5 - CONTROLAR QUALIDADE

Responsável - O responsável por esta função é o operador da oficina.

Recurso - O recurso para esta função é manual.

Qualificação - Conhecimento técnico de controle da qualidade.

Descrição - Consiste na verificação se o produto final está dentro das conformações e padrões exigidos.

DICIONÁRIO CIM

DADOS

- dad001 - Pedido - contém informações sobre o produto encomendado;
- dad002 - Requisitos do cliente - contém os dados sobre as particularidades do cliente;
- dad003 - Pedido de orçamento - dados do produto e cliente, para a elaboração do orçamento;
- dad004 - Especificação do produto - dados sobre as particularidades do produto;
- dad005 - Orçamento - contém informações técnicas e financeiras do produto;
- dad006 - Custos - dados sobre os custos de produção;
- dad007 - Informações de fornecedor - dados sobre prazos e condições dos fornecedores;
- dad008 - Prazos - dados sobre os prazos de entrega dos produtos;
- dad009 - Lista de materiais - dados sobre os materiais/componentes do produto;
- dad010 - Plano de processo - contém informações sobre os recursos e tempos necessários à obtenção dos componentes e produtos;
- dad011 - Situação atual - dados sobre a situação atual da produção e entregas;

- dad012 - Requisição de materiais - dados sobre os materiais necessários à fabricação do produto;
- dad013 - Programa - dados sobre a sequência de operações dos recursos;
- dad014 - Ordem de Fabricação (OF) - dados sobre as operações necessárias para fabricação de um produto;
- dad015 - Informações da produção - informações sobre parâmetros de produção;
- dad016 - Situação da produção - dados sobre a situação atual dos recursos e operações;
- dad017 - Plano de montagem - dados sobre as operações necessárias à montagem do produto;
- dad018 - Programa CN - dados técnicos para as máquinas comando numérico usinarem os componentes;
- dad019 - Programa do robô - dados técnicos de instrução para o braço mecânico;
- dad020 - Acionamento - informações sobre o momento de início de operação dos recursos.

VERBAL

- ver001 - Consulta cliente - comunicação das necessidades do cliente.

DOCUMENTO

- doc001 - Nota fiscal (NF) - documento de formalização da venda de produtos;
- doc002 - Ordem de compra (OC) - documento de formalização de compra de matéria prima ou componentes;
- doc003 - Nota fiscal de compras - documento obtido junto aos fornecedores;
- doc004 - Croqui - documento com um esboço do produto final.

GEOMETRIA

- geo001 - Desenho de peças - desenho das peças do produto;
- geo002 - Desenho de conjunto - desenho do produto completo.

SOMA DE CONJUNTOS

- con001 - Projeto - conjunto de informações sobre geometria, materiais e condições de fabricação do produto;
- con002 - Tecnologia de manufatura - conjunto de informações sobre o produto, processo de fabricação e prazos.