

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

**APLICAÇÃO DE CONCEITOS DE MODELAGEM E INTEGRAÇÃO DE
EMPRESAS NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE TRANSFORMAÇÃO
ORGANIZACIONAL**

UMA ABORDAGEM VOLTADA À CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

ENG.º GEORGE WAGNER LEÃO E SOUSA



DEDALUS - Acervo - EESC



31100008582

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Antonio Freitas Rentes

ORIENTADOR SUBSTITUTO: Prof. Dr. Carlos Frederico Bremer

São Carlos-SP, Brasil

1999

Class.	TESE-EESC
Cutt.	5722
Tombo	034/00

31100008582

S/S 1072730

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

S725a

Sousa, George Wagner Leão e
Aplicação de conceitos de modelagem e integração de empresas no gerenciamento de projetos de transformação organizacional : uma abordagem voltada à construção de sistemas de informação / George Wagner Leão e Sousa. -- São Carlos, 1999.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1999.

Área: Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Freitas Rentes.

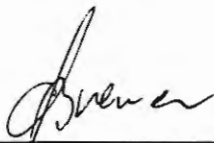
Orientador substituto: Prof. Dr. Carlos Frederico Bremer.

1. Projetos de transformação organizacional.
2. Sistemas de informação.
3. Modelagem e integração de empresas. I. Título.

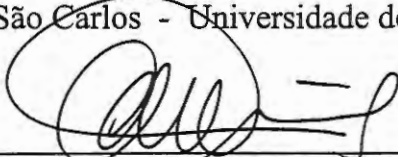
FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Engenheiro **GEORGE WAGNER LEÃO E SOUSA**

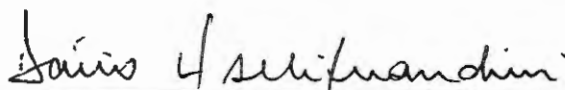
Dissertação defendida e aprovada em 13-12-1999
pela Comissão Julgadora:



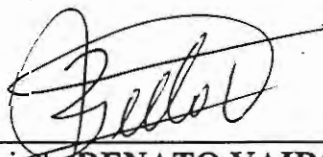
Prof. Doutor **CARLOS FREDERICO BREMER (Substituto)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



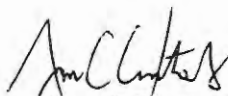
Prof. Doutor **EDSON WALMIR CAZARINI**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Doutor **DÁRIO HENRIQUE ALLIPRANDINI**
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)



Prof. Associado **RENATO VAIRO BELHOT**
Coordenador da Área de Engenharia de Produção



JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

**Dedico este trabalho à
Laura e a um futuro
repleto de amor, história,
amigos, música, luz, cor e
sabor, muita força, idéias
e imaginação,
compreensão, disposição e
uma boa dose de
humildade!**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio, carinho e atenção constantes e irrestritos.

À Laura, pelo apoio, carinho e companheirismo, pela revisão do texto e também pelas boas dicas.

Ao professor, amigo e orientador Antonio Freitas Rentes pela atenção, pelo apoio e pelas oportunidades oferecidas.

Aos professores Bremer, Rozenfeld, Cazarini, Dário e Carpinetti pela atenção e sugestões valiosas.

Ao André e ao Gustavo pelo companheirismo, apoio e discussões sobre nossas pesquisas.

Ao Dornelas pelas conversas e reflexões.

Ao Mário pelo auxílio durante as várias etapas do trabalho.

À FAPESP pelo apoio científico e financeiro.

À Universidade de São Paulo pela oportunidade concedida.

SUMÁRIO

Capítulo 1: Introdução, 1

- 1.1. Contextualização e Relevância do Trabalho, 1
- 1.2. Enunciado do Objetivo, 4
- 1.3. O Enfoque Científico, 6
- 1.4. Organização do Texto, 8

Capítulo 2: Revisão Bibliográfica, 9

- 2.1. Metodologias de Transformação Organizacional, 11
 - 2.1.1. Transformation Cycle, 11
 - 2.1.2. MIE, 12
- 2.2. Compreendendo o Conceito de Integração de Empresas, 14
 - 2.2.1. Definindo Integração, 15
 - 2.2.2. Tipos de Integração, 20
 - 2.2.3. A Necessidade do Uso de Modelos, 22
 - 2.2.4. Ontologias, 24
 - 2.2.5. Abordagens de Integração, 25
- 2.3. O Efeito Integrador dos Sistemas de Informação, 26
 - 2.3.1. O Que São Sistemas de Informação?, 27
 - 2.3.2. Integração de Dados e Tarefas, 30
 - 2.3.3. Os Efeitos Estratégicos dos Sistemas Comerciais, 32
 - 2.3.4. Métodos de Projeto de Sistemas de Informação, 35
- 2.4. O Uso das Técnicas de Modelagem de Empresas, 37
 - 2.4.1. O Que é Um Modelo de Empresa?, 37
 - 2.4.2. Abordagens de Modelagem, 42
 - 2.4.3. Arquiteturas de Referência, 43
 - 2.4.4. Ferramentas Computacionais de Suporte, 45

Capítulo 3: Descrição de uma Metodologia de Transformação, 49

- 3.1. O Processo de Integração Enquanto Transformação, 50
- 3.2. A *TransMeth*, 54
- 3.3. A *TransMeth* e a Construção de Sistemas de Informação, 59

Capítulo 4: Escolha e Adaptação de uma Arquitetura de Modelagem de Empresas, 61

- 4.1. Escolha de uma Arquitetura de Referência, 62
 - 4.1.1. As Dimensões da Arquitetura *ARIS*, 64
 - 4.1.2. Banco de Métodos, 65

4.1.3. O Método *EPC*, 68

4.1.4. A Ferramenta *ARIS Toolset*, 70

4.2. *TransMeth* sob uma Perspectiva de Modelagem, 73

4.2.1. Análise e Discriminação dos Resultados Gerados ao Longo dos Passos da *TransMeth*, 73

4.2.2. Representação Gráfica, 75

Capítulo 5: Proposição de um Método para a Modelagem de Sistemas Integrados de Informação, 86

5.1. A Modelagem de Sistemas de Informação é uma Questão de Projeto, 87

5.2. Contextualização do Método na *TransMeth*, 89

5.3. Descrição do Método Proposto, 90

5.4. Considerações Finais sobre o Método Proposto, 107

Capítulo 6: Relato de um Projeto de Transformação Organizacional, 109

6.1. Descrição Geral do Projeto Fultec, 109

6.2. Apresentação dos Resultados Obtidos, 109

6.3. Considerações Finais sobre o Projeto, 129

Capítulo 7: Conclusões e Indicação de Trabalhos Futuros, 131

Referências Bibliográficas

Apêndice : Pesquisa Sobre o Uso de Modelos de Empresa

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1: Contextualização do Trabalho, 3
- FIGURA 2: Ciclo de vida de uma empresa, 9
- FIGURA 3: Etapas simplificadas do *Transformation Cycle*, 12
- FIGURA 4: Etapas e fases da MIE, 13
- FIGURA 5: Estratégias de Integração, 17
- FIGURA 6: Processo de Negócio, 18
- FIGURA 7: Infra-estrutura de Comunicação, 23
- FIGURA 8: Sistema de Informação Computacional, 30
- FIGURA 9: Integração de Dados e Tarefas, 31
- FIGURA 10: Estrutura de um sistema *ERP*, 33
- FIGURA 11: Projeto de *Software*, 35
- FIGURA 12: Enciclopédia, 47
- FIGURA 13: Nível de Integração Organizacional, 49
- FIGURA 14: Modelo de Gerenciamento de Transformações, 52
- FIGURA 15: A Metodologia de Transformação – *TransMeth*, 55
- FIGURA 16: Nível de Integração Operacional, 61
- FIGURA 17: Comparação entre Fornecedores de Ferramentas de Modelagem de Empresas Feita pelo *Gartner Group*, 63
- FIGURA 18: Arquitetura ARIS, 64
- FIGURA 19: *ARIS* com Esquemas de Alguns Métodos de Modelagem Disponíveis, 65
- FIGURA 20: EPC Genérico, 69
- FIGURA 21: Representação Gráfica das Saídas da *TransMeth*, 75
- FIGURA 22: Disparadores de Mudança, 76
- FIGURA 23: Expectativas de Mudança, 76
- FIGURA 24: Missão, 76
- FIGURA 25: *Burning Platform*, 77
- FIGURA 26: Análise de Entradas e Saídas, 77
- FIGURA 27: Cadeia de Valores Agregados (*AS-IS*), 77
- FIGURA 28: Mapa do Sistema (*AS-IS*), 78
- FIGURA 29: Organograma (*AS-IS*), 78
- FIGURA 30: Mapa de Processos (*AS-IS*), 79
- FIGURA 31: Árvore da Realidade Atual, 79
- FIGURA 32: Diagrama de Ishikawa, 80

- FIGURA 33: Visão, 80
- FIGURA 34: Princípios, 80
- FIGURA 35: Infra-estrutura de Melhoria, 80
- FIGURA 36: Sistema de Medidas Visível, 81
- FIGURA 37: Alinhamento dos Processos de Planejamento, 81
- FIGURA 38: Diretório da Transformação, 81
- FIGURA 39: Iniciativas de Melhoria, 82
- FIGURA 40: Detalhamento das Iniciativas de Melhoria, 82
- FIGURA 41: Plano de Iniciativas, 82
- FIGURA 42: *The Wall*, 83
- FIGURA 43: Cadeia de Valores Agregados (*TO-BE*), 83
- FIGURA 44: Mapa do Sistema (*TO-BE*), 83
- FIGURA 45: Mapa de Processos (*TO-BE*), 84
- FIGURA 46: Organograma (*TO-BE*), 84
- FIGURA 47: Plano de Recompensas e Reconhecimento, 84
- FIGURA 48: Atualizações das Iniciativas de Melhoria, 85
- FIGURA 49: Nível de Integração de Informações, 86
- FIGURA 50: Análise e Integração de Processos de Negócio, 87
- FIGURA 51: Contextualização do Método na *TransMeth*, 89
- FIGURA 52: Seqüência de Modelagem de Sistemas de Informação Proposta, 92
- FIGURA 53: Modelagem Estratégica (Passo 1), 93
- FIGURA 54: Delimitação do Domínio da Informação (Passo 2), 95
- FIGURA 55: Identificação do Fluxo de Valor Agregado (Passo 3.1), 97
- FIGURA 56: Construção dos Mapas de Processo (Passo 3.2), 98
- FIGURA 57: Identificação das Funções de Sistema e Detalhamento (Passo 3.3), 99
- FIGURA 58: Construção do Mapa do Sistema (Passo 3.4), 100
- FIGURA 59: Modelagem de Dados (Passo 4), 102
- FIGURA 60: Implementação em Código (Passo 5), 104
- FIGURA 61: Ilustração Gráfica dos Componentes de um Sistema de Informação, 105
- FIGURA 62: Ilustração Gráfica dos Passos do Método Proposto, 107
- FIGURA 63: Disparadores de Mudança (Projeto Fultec), 110
- FIGURA 64: Expectativas de Mudança (Projeto Fultec), 111
- FIGURA 65: Infra-estrutura de melhoria (Projeto Fultec), 112
- FIGURA 66: Alinhamento dos Processos de Planejamento (Projeto Fultec), 113
- FIGURA 67: Missão e *Burning Platform* (Projeto Fultec), 114

- FIGURA 68: Análise de Entradas e Saídas (Projeto Fultec), 114
- FIGURA 69: Cadeia de Valores Agregados (*AS-IS*) (Projeto Fultec), 116
- FIGURA 70: Mapa do Processo (*AS-IS*) (Projeto Fultec), 117
- FIGURA 71: Árvore da Realidade Atual (Projeto Fultec), 118
- FIGURA 72: Visão e Princípios (Projeto Fultec), 119
- FIGURA 73: Detalhamento das Iniciativas de Melhoria (Projeto Fultec), 120
- FIGURA 74: Cadeia de Valores Agregados (*TO-BE*) (Projeto Fultec), 122
- FIGURA 75: Mapa do Processo (*TO-BE*) (Projeto Fultec), 123
- FIGURA 76: Organograma (*TO-BE*) (Projeto Fultec), 124
- FIGURA 77: Função de Sistema (Projeto Fultec), 126
- FIGURA 78: Mini-especificações (Projeto Fultec), 127
- FIGURA 79: Modelo de Dados (Projeto Fultec), 128
- FIGURA 80: Conclusões, 131

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1: Informação *versus* Dados, 28
- TABELA 2: Analogia Entre Modelos de Empresa e Linguagem Humana, 40
- TABELA 3: Arquiteturas de Modelagem de Referência, 44
- TABELA 4: Ferramentas de Modelagem Analisadas, 46
- TABELA 5: Saídas da *TransMeth* e Formas de Representação Sugeridas, 74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC/M – Activity Based Costing/Management
AMICE – European CIM Architecture
ARIS – Architecture for Integrated Information Systems
BPE – Business Process Engineering
CAEE – Computer Aided Enterprise Engineering
CEN – Comité Européen de Normalisation
CIM – Computer Integrated Manufacturing
CIMOSA – Computer Integrated Manufacturing Open Systems Architecture
CPM – Critical Path Method
CPU – Central Processing Unit
DFD – Diagrama de Fluxo de Dados
EESC – Escola de Engenharia de São Carlos
ENV – European Pre-standard
ERP – Enterprise Resources Planning
ESPRIT – European Strategic Programme for Research in Information Technology
FDT – Formal Description Techniques
GERAM – Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology
GIM – GRAI Integrated Methodology (GRAI – Graphes de Résultats et Activités Interreliés)
I-CASE – Integrated CASE (CASE – Computer Aided Software Engineering)
IDEF_x – ICAM Definition Method (ICAM – Integrated Computer Aided Manufacturing)
IFAC – International Federation of Automatic Control
IFIP – International Federation on Information Proocessing
ISO – International Standards Organization
IWi – Institut für Wirtschaftsinformatik
MIE – Metodologia de Integração de Empresas
MRPII – Manufacturing Resources Planning
MS – Microsoft Corporation
NUMA – Núcleo de Manufatura Avançada
PDCA – Plan Do Check Act
PERA – Pardue Enterprise Reference Architecture
PERT – Program Evaluation and Review Technique
TQM – Total Quality Management
UML – Unified Modeling Language
USP – Universidade de São Paulo

RESUMO

SOUSA, G. W. L. (1999). *Aplicação de Conceitos de Modelagem e Integração de Empresas no Gerenciamento de Projetos de Transformação Organizacional – Uma Abordagem Voltada à Construção de Sistemas de Informação*. São Carlos, 1999, 134p. Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Este trabalho baseia-se em conceitos de modelagem e integração de empresas. Mais especificamente, esses conceitos são utilizados para auxiliar o gerenciamento de projetos de transformação organizacional nos quais a atenção é focada na utilização de sistemas integrados de informação. Este enfoque se justifica devido à duas razões: (1) dinâmica da economia mundial face ao rápido desenvolvimento das tecnologias de informação e seus efeitos sobre as organizações; e (2) grande semelhança de características existente entre sistemas de informação e sistemas produtivos.

Buscou-se, portanto, definir um conjunto de formalismos de modelagem para auxiliar a condução de projetos dessa natureza, contribuindo significativamente para a melhoria do seu desempenho. Isso pôde ser feito através da definição de um Método para Modelagem de Sistemas Integrados de Informação. Na medida em que tal método foi sendo construído, com base em uma arquitetura de referência (*ARIS*) e de maneira compatível com a metodologia no qual se insere (*TransMeth*), a própria metodologia sofreu considerável sistematização dos seus formalismos de representação, permitindo assim atingir o objetivo proposto.

Dessa forma, após a obtenção teórica dos resultados, estes foram aplicados em um caso real (o Projeto Fultec) a fim de serem validados. Este projeto permitiu concluir que apesar da possível complexidade inerente à aplicação dos conceitos aqui descritos, tal fato não deve representar um obstáculo à sua aplicação se as diretrizes de tais projetos forem baseadas em uma referência metodológica consistente, sob o suporte de uma arquitetura de modelagem de empresas.

PALAVRAS-CHAVE: (1) Projetos de Transformação Organizacional; (2) Sistemas de Informação; e (3) Modelagem e Integração de Empresas.

ABSTRACT

SOUSA, G. W. L. (1999). *Application of Enterprise Modeling and Integraion Concepts on the Management of Organizational Transformation Projects – An Approach Based on the Construction of Information Systems*. São Carlos, 1999, 134p. Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

This work is based on enterprise modeling and integration concepts. More precisely, these concepts are used to support organizational transformation project management whereas the focus is established on the use of integrated information systems. This approach was choosen due to two reasons: (1) the actual dinamicity of world economy and the effects of modern information technology over organizations; and (2) the similarities found between information systems and production systems.

Therefore, a set of modeling formalisms was defined in order to support projects of this nature, providing important contribution to the improvement of their performance. This was done by means of the definition of a Method to Model Integrated Information Systems. As this method was being created making use of a reference enterprise modeling architecture (ARIS), the methodology itself (TransMeth), which the method is inserted in, gained relevant systematization. As a consequence, it was possible to reach the proposed goals of this work.

After the theoretical results were obtained, these results were tested in a real case (the Fultec Project) in order to be validated. This practical effort permitted to conclude that despite the complexity of the concepts involved, this fact should not be an obstacle for their implementation if such organizational transformation projects are guided by a consistent methodology and supported by an enterprise modeling architecture.

KEYWORDS: *(1) Organizational Transformation Projects; (2) Information Systems; and (3) Enterprise Modeling and Integration.*

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Este trabalho baseia-se fundamentalmente nos modernos conceitos de Modelagem e Integração de Empresas, sendo este o assunto genérico no qual se insere. Mais especificamente, esses conceitos serão utilizados no gerenciamento de projetos de transformação organizacional, onde a atenção será focada em aspectos de modelagem de processos empresariais para fins de construção de sistemas integrados de informação. Tal propósito se justifica pela atual dinâmica da economia mundial face ao rápido desenvolvimento das tecnologias de informação e seus efeitos sobre o desempenho das organizações.

Essa atual dinâmica da economia mundial pode ser melhor compreendida através de uma breve análise histórica. Em termos gerais, até o início da década de 70 nos países desenvolvidos, e início da década de 90 no Brasil, a noção de competitividade não era claramente difundida e utilizada. Até então, as grandes corporações ditavam as leis de mercado, e as menores encaixavam-se em nichos bem definidos. Para o Brasil, esta divisão era bem nítida devido às reservas de mercado existentes até o final da década de 80. O modelo produtivo adotado era o de busca de produtividade com melhorias na organização interna, uma herança dos conceitos enunciados por Taylor e Ford no início do século.

Fatores de competitividade tais como custo, prazos e qualidade tem sido amplamente discutidos pelo menos desde a década de 50 com maior ou menor intensidade dependendo da região do globo considerada. Mais recentemente, com o avanço da ciência e conseqüentes progressos da tecnologia, alguns outros fatores tais como flexibilidade e tempo de resposta foram gradativamente adicionados a essa intensa e às vezes controversa discussão.

A partir das últimas décadas, uma maior oferta de produtos, provida principalmente de empresas externas aos mercados regionais, colocou o cliente final em posição mais

privilegiada. Alterou-se a visão anterior para a atual, onde o mercado, e não as empresas, dita as leis e regras de consumo. A diversificação dos produtos tornou-se necessária e o tempo de permanência destes no mercado, em geral, tornou-se menor.

Assim sendo, a configuração típica das empresas ajustadas para a década de 60, passou a ser inadequada para a década de 90. Essa inadequação das estruturas organizacionais frente às necessidades de mercado ocasiona perda de integração estrutural, com conseqüente perda de produtividade e em uma perspectiva mais ampla, perda de desempenho (ROSTALDÁS, 1998).

As rápidas mudanças tecnológicas, geo-políticas e de mercado têm forçado as empresas a serem capazes de se adaptar com rapidez às condições do ambiente em que estão inseridas. Em outras palavras, essas condições têm forçado-as a serem ágeis ao gerenciar transformações. O conceito de gerenciamento de transformações pode ser definido como o processo contínuo de alinhamento da organização com o mercado na qual está inserida e mais, fazendo-o de forma mais responsável e efetiva que os competidores. Tal alinhamento significa a sincronização contínua de quatro fatores-chave de gerenciamento: estratégia, operações, cultura e recompensa (BERGER & SIKORA, 1994).

Diante dessa perspectiva, uma questão fundamental que se levanta é: “Como projetar e melhorar todos os elementos associados à organização, através do uso de métodos de engenharia e ferramentas de análise, de tal forma a fazer com que os objetivos e metas sejam atingidos de maneira mais eficaz?” (UTA, 1999).

Providências freqüentemente adotadas por organizações em todo o globo tem sido buscar aumento de desempenho através da utilização de tecnologia da informação. Diversos dos paradigmas produtivos atualmente utilizados, tais como *CIM (Computer Integrated Manufacturing)* e *ERP (Enterprise Resources Planning)*, entre outros, têm sido viabilizados por recentes avanços nessa área. Entretanto, várias soluções tecnológicas, quando aplicadas sem critérios de convergência, podem não ser complementares. Em uma analogia matemática, os diversos vetores de tecnologia podem não ser efetivos se não estiverem alinhados, ou seja, com direções e sentidos diferentes (AGOSTINHO, 1997).

Diversos conceitos, métodos e metodologias foram criados na tentativa de promover o uso racional e estratégico da tecnologia da informação empregada pelas organizações. Tais esforços freqüentemente significaram a reestruturação dos processos empresariais que definem um negócio, a melhoria da maneira como estes são gerenciados e a busca de uma forma de torná-los mais integrados.

Por natureza, as organizações são complexos sistemas dinâmicos que podem ser percebidas como um conjunto de processos concorrentes, executados de acordo com

objetivos definidos e sujeitos a diversas restrições. Dessa forma, as organizações modernas devem ser projetadas, implementadas e integradas de uma maneira sistemática bastante similar às abordagens utilizadas pela Engenharia de *Software*. Essa disciplina emergente a qual envolve, entre outros, planejamento estratégico, modelagem de empresas, integração de processos de negócio, desenvolvimento e implantação de sistemas de informação, assim como atividades tradicionais do campo da Engenharia de Produção é chamada de *Enterprise Engineering* (VERNADAT, 1996).

Organizações, enquanto sistemas produtivos compostos por conjuntos de processos de negócio, podem ser descritas através de diferentes perspectivas complementares ou dimensões, a fim de reduzir a complexidade inerente à questão. Segundo Vernadat (1996), em geral concorda-se quanto à definição de algumas delas, tais como: a dimensão funcional, a dimensão de recursos, a dimensão organizacional, a dimensão de controle e a dimensão de informações (veja FIGURA 1).

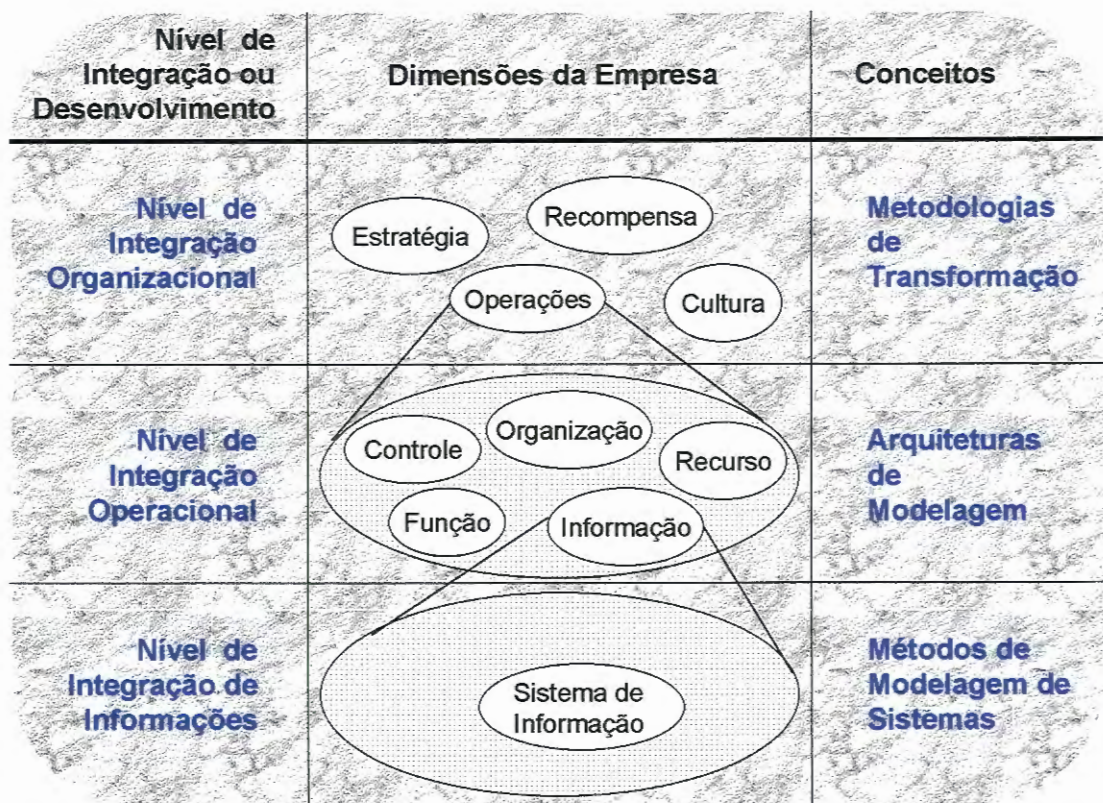


FIGURA 1: Contextualização do Trabalho

Inicialmente, pode-se ressaltar a necessidade de integração horizontal entre os elementos de mais alto nível que definem um negócio (estratégia, operações, cultura e recompensa). Esse tipo de esforço de integração ou desenvolvimento está relacionado

diretamente com a aplicação de metodologias de transformação organizacional a fim de promover o alinhamento desses elementos.

Em uma segunda instância, embora exista uma complexa rede de relacionamentos entre os elementos citados, cada um deles pode ser analisado individualmente sob diferentes paradigmas. Especial atenção neste trabalho será dada ao elemento “Operações”, descrito genericamente como a composição de algumas dimensões complementares: organização, funções, recursos, informações e controle. É nesse universo que os processos de negócio se materializam em seqüências de ações mais ou menos preestabelecidas de tal forma a atingir objetivos previamente definidos, formando assim um campo propício para o uso de arquiteturas de modelagem de empresas.

Por fim, o tratamento de cada uma dessas dimensões complementares é feito através da aplicação de um ou mais métodos específicos de acordo com o propósito da análise. Neste trabalho procura-se promover a integração vertical entre os 3 níveis mostrados na FIGURA 1 através da proposição de um método para a modelagem de sistemas integrados de informação. Este trabalho, portanto, focaliza a dimensão de informações do elemento “Operações” e, em especial, um de seus componentes: os sistemas de informação baseados em computador.

O papel desse tipo de sistema é organizar, processar e disponibilizar dados de tal forma a facilitar ou possibilitar a execução das operações que constituem os processos de negócio de uma empresa (SCHEER, 1991) (SCHEER, 1993). Esses sistemas são tratados como um componente relevante ao funcionamento do negócio e sua construção e manutenção são entendidos como um problema científico de engenharia.

Assim sendo, diante de todas as considerações feitas acima, pode-se concluir que existe atualmente uma necessidade crescente de alinhamento dos elementos que compõe cada um dos três níveis indicados na FIGURA 1. De maneira complementar, faz-se necessário a existência de mecanismos apropriados que auxiliem as organizações modernas a gerenciar a constante transformação a que estão submetidas.

1.2. ENUNCIADO DO OBJETIVO

O propósito maior da investigação conduzida foi:

“Contribuir para a Sistematização do Gerenciamento de Projetos de Transformação Organizacional Através da Aplicação de Conceitos de Modelagem e Integração de Empresas”.

A fim de alcançar este objetivo maior, os seguintes objetivos intermediários foram estabelecidos:

1. Adotar a Metodologia para Gerenciamento de Transformações Organizacionais (a *TransMeth*) como referência para a tentativa de maximizar a chance de sucesso dos projetos a serem conduzidos;
2. Analisar a metodologia adotada e, a partir de sua descrição narrativa, propor uma estrutura de modelagem de empresas baseada na Arquitetura *ARIS* a qual possibilite a aplicação genérica da *TransMeth* segundo um padrão de representação livre de inconsistências;
3. A partir desta estrutura de modelagem criada a partir da junção de metodologia e arquitetura, criar um método para a modelagem de sistemas integrados de informação segundo conceitos já consagrados na literatura, permitindo assim concluir a integração entre os três níveis indicados na FIGURA 1;
4. Aplicar e validar os resultados teóricos obtidos em um caso real, o Projeto Fultec.

Dessa forma, procurou-se definir um conjunto de formalismos de modelagem para serem utilizados durante a condução de projetos de transformação organizacional, afetando portanto a sua sistematização e conseqüentemente o seu desempenho.

Em termos gerais, neste trabalho, esse esforço foi realizado através da tentativa de se definir uma seqüência de modelagem (método) para o projeto de sistemas integrados de informação. Esta postura foi adotada devido a fato de existirem diversas semelhanças estruturais entre os sistemas baseados em computador (sistemas de informação) e os sistemas produtivos em geral (organização). Assim sendo, na medida em que o método foi sendo construído, de maneira compatível com a metodologia no qual se insere, a própria metodologia sofreu considerável sistematização dos seus formalismos de representação, permitindo assim atingir o objetivo proposto.

O método aqui criado, baseia-se em uma arquitetura de modelagem de referência denominada *ARIS* e encontra-se logicamente inserido em uma metodologia para o gerenciamento de transformações organizacionais denominada *TransMeth*. Como já foi salientado acima, a união da metodologia em questão com o formalismo da arquitetura de modelagem escolhida permitiu a integração vertical entre os 3 níveis indicados na FIGURA 1, sendo esta, portanto, a estratégia adotada para a condução das investigações.

Por fim, devido à importância dada neste trabalho ao projeto de sistemas de informação, cabe salientar que: (1) a construção e disponibilização de tais sistemas representam uma transformação estratégica efetuada sobre o sistema produtivo em análise; (2) que a utilização de formalismos de modelagem reconhecidos se faz necessário a fim de tratar adequadamente os conceitos de integração envolvidos; e (3) que a sistemática da abordagem metodológica adotada é relevante para a maximização da chance de sucesso da empreitada.

1.3. O ENFOQUE CIENTÍFICO

Os fatos ou objetos científicos não são dados empíricos espontâneos de nossa experiência cotidiana, mas são construídos pelo trabalho da investigação científica. Esta, é um conjunto de atividades intelectuais, experimentais e técnicas realizadas com base em métodos.

Historicamente, três tem sido as principais concepções de ciência ou ideais de cientificidade: o racionalista, cujo modelo de objetividade é a matemática; o empirista, que toma o modelo de objetividade da medicina grega e da história natural do século XVII; e o construtivista, cujo modelo de objetividade advém da idéia de razão como conhecimento aproximativo (CHAUÍ, 1995).

A concepção racionalista (que se estende dos gregos até o final do século XVII) afirma que a ciência é um conhecimento racional dedutivo e demonstrativo como a matemática, portanto, capaz de provar a verdade necessária e universal de seus enunciados e resultados, sem deixar qualquer dúvida possível. Uma ciência, nesse ponto de vista, é a unidade sistemática de axiomas, postulados e definições, que determinam a natureza e as propriedades de seu objeto, e de demonstrações, que provam as relações de causalidade que regem o objeto investigado.

A concepção empirista (que vai da medicina grega e Aristóteles até o final do século XIX) afirma que a ciência é uma interpretação dos fatos baseada em observações e experimentos que permitem estabelecer induções e que, ao serem completadas, oferecem a definição do objeto, suas propriedades e suas leis de funcionamento. A teoria científica resulta das observações e dos experimentos, de modo que a experiência não tem simplesmente o papel de verificar e confirmar conceitos, mas tem a função de produzi-los.

A concepção construtivista (iniciada em nosso século) considera a ciência uma construção de modelos explicativos para a realidade e não uma representação da própria realidade. O cientista, neste caso, combina dois procedimentos, um vindo do racionalismo e

ou outro do empirismo, e a eles acrescenta um terceiro, vindo da idéia de conhecimento aproximativo e corrigível.

O trabalho aqui apresentado, até mesmo por uma questão de contextualização histórica, foi desenvolvido segundo o enfoque científico próprio da abordagem construtivista. Dessa forma, cabe destacar três exigências desse ideal de cientificidade:

- Que haja coerência (isto é, que não haja contradições) entre os princípios que orientam a teoria;
- Que os modelos dos objetos (ou estruturas dos fenômenos) sejam construídos com base na observação e na experimentação; e
- Que os resultados obtidos possam não só alterar os modelos construídos, mas também alterar os próprios princípios da teoria, corrigindo-a.

Como o racionalista, o cientista construtivista exige que o método lhe permita e lhe garanta estabelecer axiomas, postulados, definições e deduções sobre o objeto científico. Como o empirista, o construtivista exige que a experimentação guie e modifique axiomas, postulados, definições e demonstrações. No entanto, porque considera o objeto uma construção lógico-intelectual e uma construção experimental feita em laboratório, o cientista não espera que seu trabalho apresente a realidade em si mesma, mas ofereça estruturas e modelos de funcionamento desta realidade, explicando assim os fenômenos observados. Não espera, portanto, apresentar uma verdade absoluta e sim uma verdade aproximada que pode ser corrigida, modificada, ou até mesmo abandonada por outra mais adequada aos fenômenos.

De acordo com estes conceitos enunciados acima, o desenvolvimento deste trabalho foi feito em 6 etapas:

- Etapa 1: Descrição da problemática e definição do objetivo da investigação;
- Etapa 2: Identificação das áreas do conhecimento envolvidas;
- Etapa 3: Levantamento bibliográfico e experimentação;
- Etapa 4: Proposição de uma solução;
- Etapa 5: Validação da solução apresentada;
- Etapa 6: Apresentação dos resultados obtidos e indicação das conclusões e futuros desenvolvimentos associados.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Neste trabalho o texto foi organizado de tal forma a apresentar brevemente, em uma primeira instância, os conceitos gerais necessários ao entendimento do método proposto. Isso é feito através de um levantamento bibliográfico relatado no capítulo 2. Em seguida, no capítulo 3, é feita uma descrição detalhada da metodologia de transformação organizacional (*TransMeth*) na qual o método se insere. No capítulo 4 é apresentada a arquitetura de modelagem selecionada para a criação do método (*ARIS*), detalhes da ferramenta computacional de suporte utilizada (*ARIS Toolset*), assim como uma descrição do procedimento empírico adotado para a sistematização do uso de modelos de empresa na *TransMeth*. Por fim, no capítulo 5, diante da estrutura criada no capítulo anterior, é apresentado o método para modelagem de sistemas integrados de informação. Em seguida, o capítulo 6 apresenta um resumo dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia em um caso real (o Projeto Fultec) criando, assim, condições propícias para a discussão das conclusões e perspectivas de futuros desenvolvimentos os quais são apresentados no capítulo seguinte.

CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um novo conceito tem surgido na literatura técnica nos últimos anos. Trata-se da *Enterprise Engineering*. Esse conceito é definido por Liles *et al* (1999) como o campo do conhecimento, princípios e práticas que diz respeito à análise, projeto, implementação e operação de uma empresa. Em um ambiente competitivo, de mudanças constantes e imprevisíveis o *Enterprise Engineer* procura responder uma pergunta fundamental: “Como projetar e melhorar todos os elementos associados à organização, através do uso de métodos de engenharia e ferramentas de análise, de tal forma a fazer com que os objetivos e metas sejam atingidos de maneira mais eficaz?” (UTA, 1999).

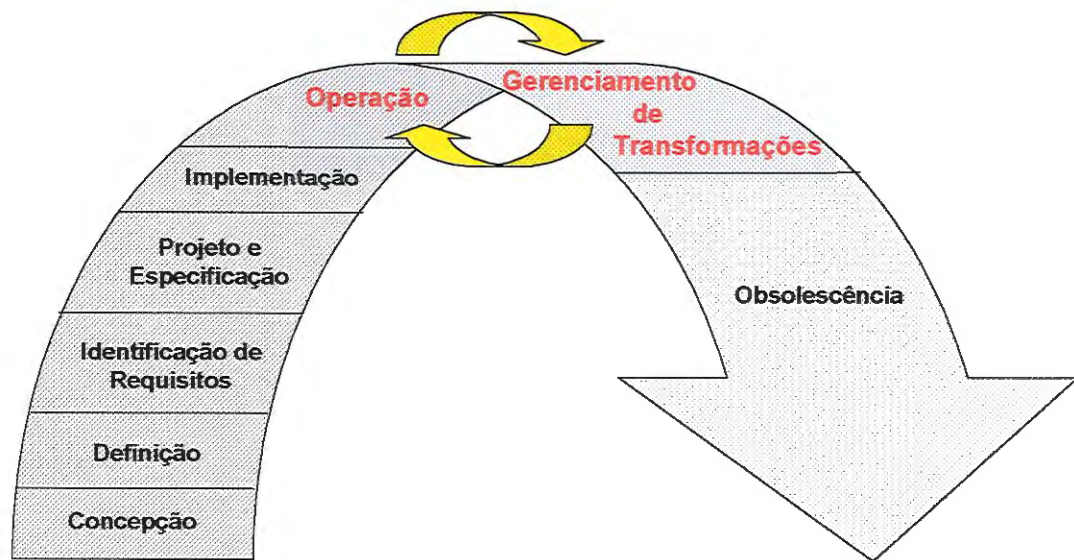


FIGURA 2: Ciclo de vida de uma empresa

Segundo Vernadat (1996) *Enterprise Engineering* pode ser definida como a arte de compreender, definir, especificar, analisar e implementar processos de negócio através de todo o ciclo de vida de uma empresa, de tal forma a fazer com que esta atinja seus objetivos,

seja economicamente viável e mais competitiva em seu ambiente de mercado. A idéia central por trás deste conceito é que sistemas produtivos, tal qual as empresas, podem ser tratados sistematicamente segundo técnicas de Engenharia como qualquer outro sistema complexo.

Isto inclui abordagens típicas do campo da Engenharia de Produção tais como métodos para a definição de processos de negócio, análises baseadas em custo, ergonomia, economia, logística, projeto de processos, alocação de recursos escassos e desenho de *layouts*. A esse conjunto tradicional adiciona-se conceitos mais modernos, tais como aqueles próprios das técnicas para o gerenciamento do fluxo de trabalho (*workflow*), análise e projeto de sistemas de informação, Engenharia de *Software*, alocação e gerenciamento dinâmico de recursos, projeto de estruturas organizacionais, entre outras.

Esse campo do conhecimento é, portanto, multi-disciplinar e deve ser baseado em abordagens estruturadas e sólidas segundo o apoio de metodologias atualmente em desenvolvimento. Deve basear-se, ainda, em poderosas ferramentas computacionais (*CAEE* – *Computer Aided Enterprise Engineering*) capazes de lidar com todo o ciclo de vida de uma empresa.

A consideração das etapas deste ciclo de vida é de fundamental importância pois serve como referência para a classificação e disponibilização de métodos, ferramentas e metodologias de suporte. O ciclo de vida de uma empresa representa a seqüência de fases que caracterizam a existência de um negócio. Essas fases, conforme pode ser observado na FIGURA 2, incluem: concepção, definição, identificação de requisitos, projeto e especificação, implementação, operação, gerenciamento de transformações e obsolescência (VERNADAT, 1996).

Neste trabalho, de especial interesse é a fase de gerenciamento de transformações. Essa fase se caracteriza pelo contínuo alinhamento dos elementos que compõe o negócio segundo as demandas do ambiente no qual a empresa está inserida. O gerenciamento de transformações deve ser holístico, integrando diferentes esforços provindos de diversas partes da empresa e integrando também diferentes métodos e ferramentas os quais devem ser sinérgicos (RENTES, 1999).

Diversas metodologias tem sido criadas a fim de lidar com os obstáculos mais comuns encontrados durante este processo. Uma breve descrição de algumas delas será feita abaixo, fornecendo assim uma primeira noção acerca do relacionamento entre os elementos de mais alto nível destacados na FIGURA 1 (estratégia, operações, cultura e recompensa).

Em seguida, os conceitos de integração de empresas serão apresentados destacando-se a importância do enfoque segundo processos de negócio e evidenciando seus principais componentes (organização, funções, informação, recursos e controle). Definições específicas

tais como tipos de integração, abordagens de integração e ontologias serão fornecidas a fim de fundamentar o conceito de integração e justificar, mais adiante neste texto, a escolha da arquitetura e ferramenta de modelagem de empresas selecionadas.

A partir daí, serão feitas considerações sobre a definição, estrutura de funcionamento e formalismos de representação utilizados para se lidar com sistemas integrados de informação. Os efeitos estratégicos advindos do uso de sistemas comerciais serão exaltados e alguns métodos tradicionais de projeto de sistemas de informação serão apresentados. Estes últimos servirão de fundamento para o método proposto neste trabalho.

Por fim, com o intuito de criar a base conceitual para a formalização das representações utilizadas nos três níveis indicados nos parágrafos anteriores, serão apresentados conceitos de modelagem de empresas e algumas ferramentas computacionais de suporte, entre as quais encontra-se a ferramenta específica selecionada para a condução deste trabalho.

2.1. METODOLOGIAS DE TRANSFORMAÇÃO ORGANIZACIONAL

As metodologias de transformação partem do pressuposto de que o processo de mudança na empresa é um processo contínuo, ou seja, que após a implementação de um ciclo deve-se seguir um novo ciclo de mudança. Portanto, elas são técnicas “circulares” onde a definição de novos objetivos e metas, e a proposição de novos processos, é sempre reinicializada ao final de cada implementação ou sempre que se julgar necessário. Elas pressupõem um constante retorno ao processo de planejamento inicial.

2.1.1. *TRANSFORMATION CYCLE*

Uma abordagem recente desenvolvida na *Virginia Tech - Virginia Polytechnic Institute and State University* e diretamente orientada para o gerenciamento de transformações organizacionais é o *Transformation Cycle*.

Constitui-se em um conjunto de métodos (PERF. CENTER, 1996) baseado no ciclo PDCA (ISHIKAWA, 1989) mas com uma aplicação de grande abrangência, compreendendo também todo o processo de mudança da empresa, desde a visão estratégica até a implementação das ações.

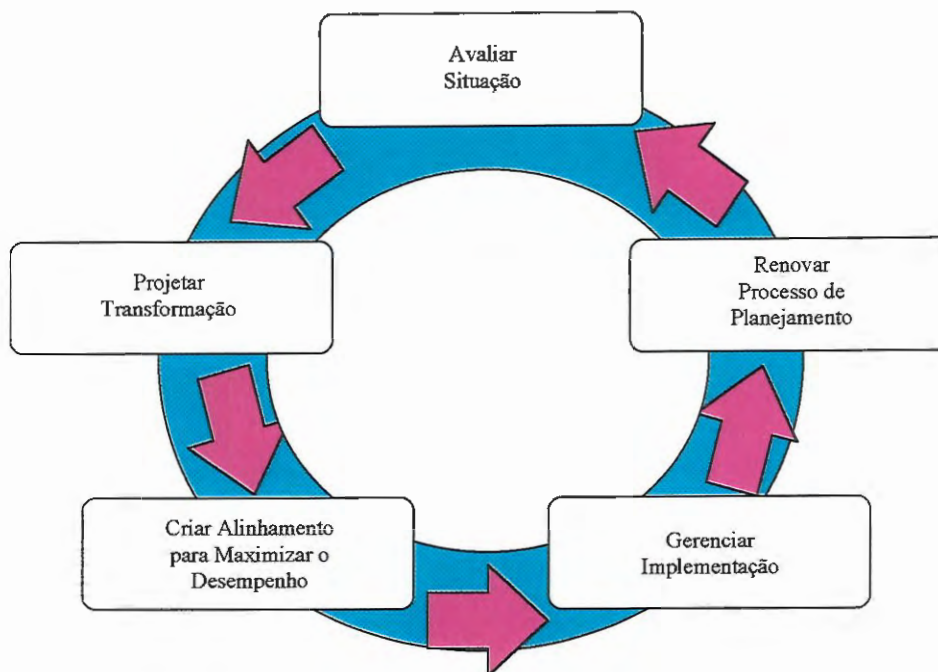


FIGURA 3: Etapas simplificadas do *Transformation Cycle*

Fonte: PERF. CENTER, 1996.

O Transformation Cycle é uma metodologia que enfatiza a necessidade de educação continuada, treinamento e desenvolvimento pessoal em todos os níveis da organização durante o processo de transformação na empresa. Visa promover transformações organizacionais de grande porte compreendendo as seguintes fases: Avaliar Situação, Projetar Transformação, Criar Alinhamento para Maximizar o Desempenho, Gerenciar Implementação e de Renovar Processo de Planejamento, que, por sua vez, aponta novamente para a fase Avaliar Situação, dentro do conceito de uma metodologia circular (PERF. CENTER, 1996). A FIGURA 3 apresenta uma visão simplificada deste ciclo.

2.1.2. MIE

A Metodologia de Integração de Empresas (MIE) foi desenvolvida na EESC – Escola de Engenharia de São Carlos da USP – Universidade de São Paulo (RENTES et al., 1995a) (RENTES et al., 1995b) (AGUIAR et al., 1995). Ela também pode ser considerada uma metodologia circular que parte do pressuposto de que o processo de mudança é contínuo e deve ser tratado de forma sistemática, possibilitando uma abordagem estruturada que contribui positivamente para a competitividade da empresa. Um de seus diferenciais com

relação às metodologias de gerenciamento de transformações existentes está no conceito de integração utilizado no seu desenvolvimento.

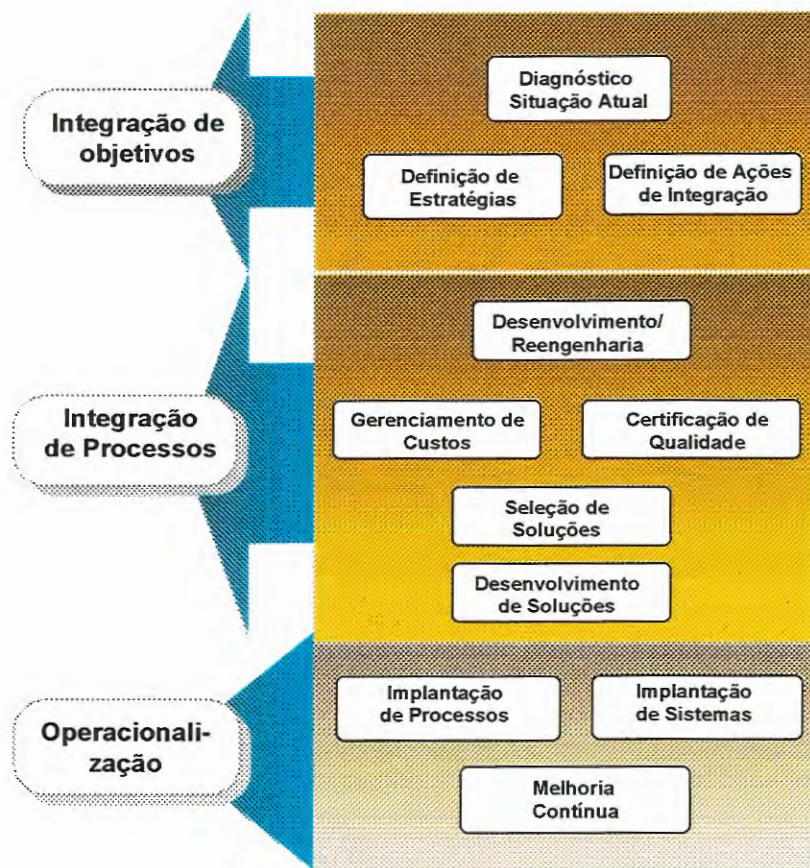


FIGURA 4: Etapas e fases da MIE

Fonte: RENTES, 1995.

O termo “Integração” neste caso pode ser definido como o conjunto de ações a serem tomadas com base na visão sistêmica da empresa e seus negócios (integração de objetivos), visando uma redução ou eliminação dos desperdícios entre as entidades físicas e organizacionais (integração dos processos de negócio).

A MIE oferece uma coleção de métodos que podem ser utilizados em diferentes situações para promover o processo de integração, efetuando assim melhorias sobre os processos de negócio considerados. A sua lógica pode ser descrita em três grandes etapas, cada qual composta por diversas fases específicas representadas na FIGURA 4.

Na etapa inicial, denominada Integração de Objetivos, procura-se obter uma visão geral da empresa, através do conhecimento de suas estratégias, fatores críticos de sucesso e

forma atual de operação. A partir destas informações serão definidos os projetos de modernização que melhor se adequam às necessidades da empresa.

Esta etapa é subdividida em três fases: Diagnóstico da Situação Atual, Definição de Estratégias Organizacionais e Definição de Ações de Integração. Cada fase da Metodologia de Intervenção da MIE compreende na verdade um conjunto de ferramentas e técnicas de intervenção.

A segunda etapa, Integração de Processos, envolve a obtenção de um planejamento para a integração funcional da empresa. Com base nas “ações de integração” definidas junto à empresa, são identificados os projetos que devem ser adotados. Um desdobramento natural dos diagnósticos atuais tem sido ações voltadas para Desenvolvimento de Processos. Nesta fase procura-se estabelecer novas formas de execução dos processos de negócios considerados vitais para se atingir os novos objetivos da empresa. Uma outra fase da etapa de Integração de Processos dedica-se à Certificação de Qualidade.

A partir dos resultados da fase de Desenvolvimento de Processos têm-se também o subsídio necessário para a aplicação de conceitos de *ABC/M (Activity Based Costing/Management)*. A fase de Gerenciamento de Custos consiste na definição de atividades e seus direcionadores de custo.

A fase de Seleção de Soluções tem a finalidade de identificar os sistemas comerciais de mercado mais adequados a este modelo resultante e a fase de Desenvolvimento de Soluções contempla a especificação de sistemas que complementem a funcionalidade dos sistemas comerciais a serem implantados.

Na terceira e última etapa da MIE, Operacionalização, os projetos de modernização são detalhados, implantados e mantidos. Garante-se a migração para o novo modelo de operação e faz-se o acompanhamento das evoluções, tendo-se como base os dados levantados durante a primeira etapa.

2.2. COMPREENDENDO O CONCEITO DE INTEGRAÇÃO DE EMPRESAS

Os sistemas produtivos, em especial os de manufatura, encontram-se em permanente mudança. Observa-se, atualmente, a migração de um enfoque baseado em economia de escopo para outro baseado em economia de escala, sob a forte influência de efeitos globais de customização em massa (VERNADAT, 1996).

Para uma grande parcela das empresas ao redor do mundo, permanecer no negócio significa cinco coisas: (1) satisfazer seus clientes, (2) reduzir o *time-to-market* de seus produtos, (3) manufaturar produtos com baixo custo e qualidade crescentes, (4) satisfazer

os acionistas ou donos do negócio (com lucros e valor das ações) e (5) desenvolver/satisfazer os colaboradores ou empregados. É relativamente fácil produzir com baixa qualidade, altos custos e longos períodos de espera. Por outro lado, é consideravelmente mais difícil fornecer rapidamente produtos com alta qualidade e baixos custos uma vez que estes são requisitos conflitantes.

A fim de atender a essas condições, faz-se muitas vezes necessário o uso de alto grau de automação, alta precisão e excelência em gerenciamento. Existe, portanto, a necessidade de um melhor gerenciamento e maior integração dos processos empresariais.

2.2.1. DEFININDO INTEGRAÇÃO

O panorama até então delineado apresenta problemas relativos à integração que podem surgir de diferentes formas: em integração de mercados, integração entre diversos centros de desenvolvimento e manufatura, integração fornecedor-empresa-cliente ou mesmo integração entre componentes de *hardware* e *software* de diferentes fornecedores. Integrar consiste em unificar elementos heterogêneos e com isso melhorar a comunicação, cooperação e coordenação entre estes, de tal forma a criar um todo sinérgico.

A palavra integração pode significar tanto o processo de integração, como o seu resultado. Integrar é obter uma operação mais eficaz dos processos de negócio de uma empresa e entre eles, compreendendo as pessoas, máquinas e informação, de acordo com objetivos pré-estabelecidos (GORANSON, 1997). Essa perspectiva evidencia, nos dias atuais, a necessidade de um melhor gerenciamento dos processos e maior integração entre empresas mais descentralizadas e modulares, assim como entre empresas atuando em projetos conjuntos.

A evolução do conceito *CIM* (*Computer Integrated Manufacturing*), o qual visa prover o local adequado da informação correta no tempo desejado e dentro de um formato estabelecido, tem incorporado outros componentes organizacionais. Inicialmente existia uma valorização excessiva de aspectos relacionados ao processamento de dados em detrimento de outros fatores. Atualmente a abordagem mais amplamente aceita é a do processamento e tratamento adequado das informações. Além disso, já existem indícios de registro e processamento do conhecimento envolvido na execução dos processos, o que deve se caracterizar como uma nova tendência complementar (SCHEER, 1998).

A integração representa, ainda, uma maneira de romper as barreiras organizacionais criadas pelos princípios tradicionais dos modelos de gerenciamento baseados em hierarquias. Acredita-se que as condições essenciais para a integração baseiam-se no fluxo livre, porém

controlado, de informações e conhecimento, e na coordenação das ações. Hansen (*apud* VERNADAT, 1996) estabeleceu cinco princípios básicos para integração:

1. Quando as pessoas compreendem a visão ou propósito maior do empreendimento, e têm à sua disposição a informação adequada, os recursos necessários, e a responsabilidade, essas pessoas farão a coisa certa;
2. Pessoas com poder e liderança, terão não somente a habilidade como também o desejo de participar do processo de decisão;
3. A existência de uma rede de comunicações compreensível e efetiva, possibilita a disseminação de informações e conhecimentos amplamente, criando nos indivíduos a abertura e confiança necessárias para atacar os problemas reais;
4. A disseminação de informações nessa rede, em todas as direções, independentemente da posição organizacional, garante a existência de uma empresa integrada;
5. Informação livremente compartilhada entre pessoas com poder e motivadas a tomar decisões contribuirá para distribuir naturalmente o processo de tomada de decisão através de toda a organização.

Diante do exposto acima, a necessidade de suporte computacional deve ser exaltada. A tecnologia da informação disponível é capaz de propiciar informações rapidamente, de maneira coordenada e apresentável aos seus usuários. Cabe, neste ponto, destacar os imponentes e crescentes efeitos integradores obtidos nos últimos anos através do aumento cada vez mais acelerado da utilização de pacotes comerciais de acesso à *Internet*, sistemas de informação corporativos, correio eletrônico (*e-mail*), sistemas gerenciadores do fluxo de trabalho (sistemas *workflow*), sistemas de mapeamento do conhecimento etc. São efeitos advindos naturalmente como resultado de mecanismos de mercado e, mesmo sem muitas vezes um planejamento prévio, os resultados obtidos são bastante expressivos e afetam diretamente o funcionamento do negócio.

No início da década de oitenta, integração era basicamente entendida como um problema de desenvolvimento de base de dados e sua utilização através de redes de computadores e protocolos de comunicação. Isto é chamado de “integração de dados e informações”. Atualmente, considera-se que, antes de qualquer outra coisa, integrar é um problema de coordenação de processos de negócio. E para que processos de negócio sejam integrados ou controlados por computador, é necessário que estes sejam formalizados assim como os objetos utilizados, manuseados ou processados por eles. O mesmo deve acontecer

com as informações utilizadas ou geradas, os recursos requeridos, e as responsabilidades e autoridades necessárias para o seu controle.

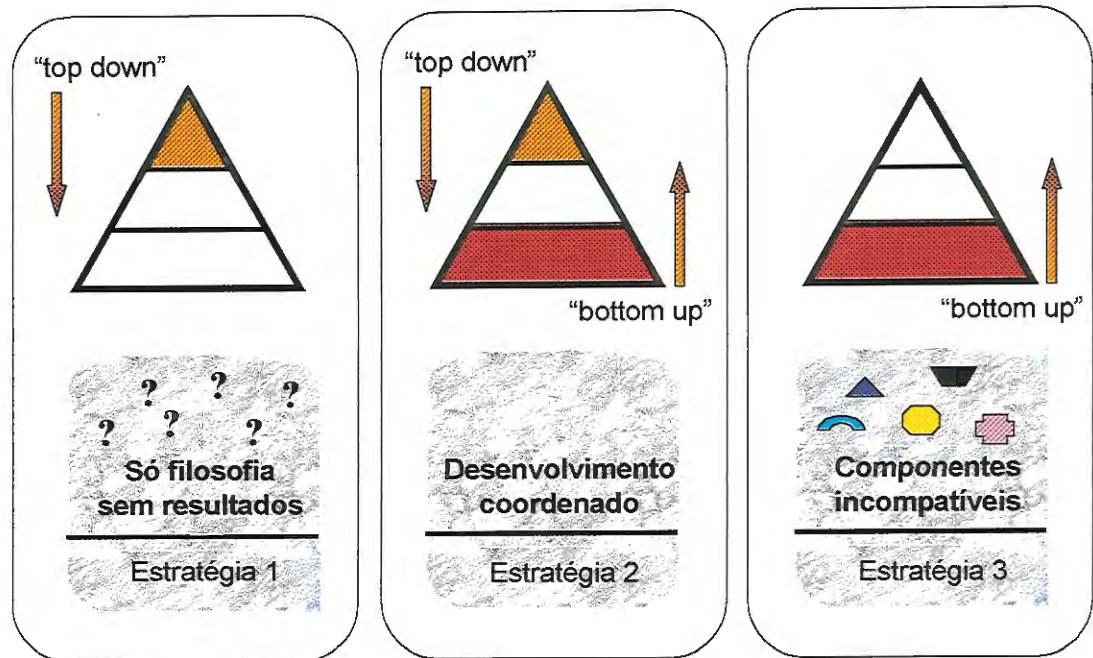


FIGURA 5: Estratégias de Integração

Fonte: ROZENFELD *apud* BREMER, 1995

Diante dessa perspectiva e devido à semelhança de conceitos, é relevante destacar algumas lições aprendidas com os motivos mais frequentes de fracasso dos projetos *CIM* envolvendo a tentativa de integração de processos de negócio. Ou seja, alguns projetos dessa natureza foram desapontadores por três motivos principais (VERNADAT, 1996; BREMER, 1995):

1. Tentativas de atacar o problema como um único e grandioso projeto através de uma abordagem *top down*. Dessa forma, geralmente o projeto se mostra inviável, depois de um certo tempo, por exigir recursos que vão além da capacidade mesmo das grandes corporações e se tornam, então, uma grande perda financeira (veja FIGURA 5);
2. Tentativas de desenvolver abordagens *bottom up*, as quais consistem em integrar a empresa por partes. Tais tentativas têm sido responsáveis pela criação de numerosas “ilhas de automação” e a integração destas, por sua vez, se torna um problema devido a inexistência de estratégia de comunicação única;

3. Não reconhecimento do sucesso obtido com a implantação dos sistemas envolvidos no projeto.

Os processos de negócio são o elemento essencial de constituição dos sistemas produtivos de acordo com conceitos modernos. Segundo o *Automation & Robotics Research Institute - University of Texas (UTA, 1999)* e outros autores, uma empresa (seja esta voltada para a manufatura ou não) pode ser definida como um conjunto de processos concorrentes, com início e fim claramente estabelecidos, organizados para atingir objetivos previamente definidos. São esses processos que materializam a política e os procedimentos necessários ao funcionamento do sistema na medida em que sistematizam o uso de recursos (veja FIGURA 6).

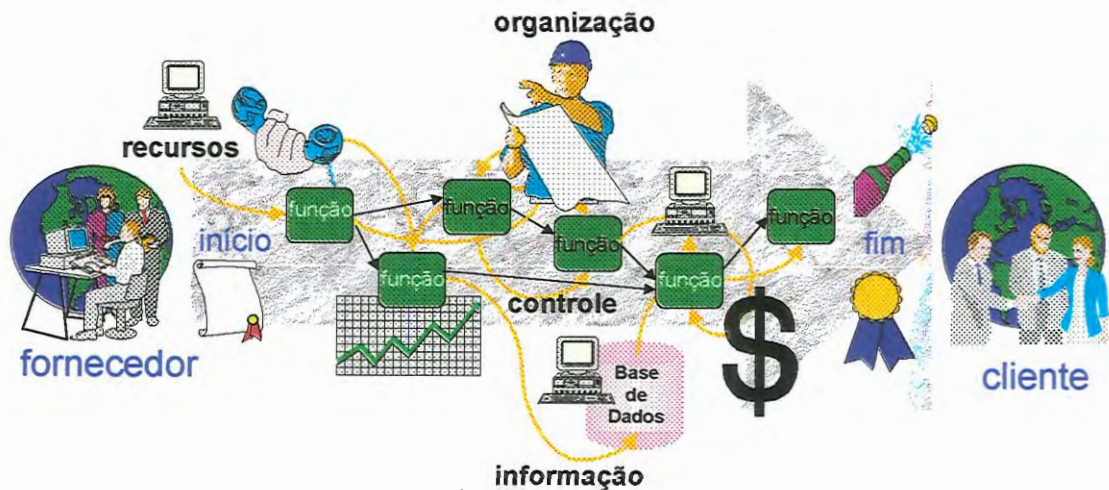


FIGURA 6: Processo de Negócio

Alguns exemplos de processos de negócio típicos encontrados em empresas de manufatura são dados a seguir (NUMA, 1999):

- Realizar Planejamento Estratégico
- Desenvolver Produto
- Vender Produto
- Fabricar Produto
- Atender Cliente
- Consolidar Resultados

O processo de negócio assim como a própria organização representam sistemas que se interrelacionam de alguma forma. Portanto, o termo sistema merece especial atenção neste trabalho. Um sistema pode ser definido como: “um grupo de elementos interativos, inter-relacionados, ou interdependentes que formam, ou parecem formar, uma entidade coletiva” (McMENAMIM & PALMER, 1991) ou ainda “um conjunto de elementos interrelacionados de qualquer espécie, por exemplo, conceitos (como no sistema numérico), objetos (como no sistema de telefonia ou no corpo humano) ou pessoas (como na sociedade)” (Ackoff *apud* BELHOT, 1996). Embora estas definições sejam ainda muito genéricas para fins de aplicações práticas neste trabalho é relevante identificar três de suas características:

1. As propriedades ou comportamento de cada elemento do conjunto influenciam (tem efeito sobre) as propriedades ou comportamento do conjunto como um todo. Exemplo: todo órgão do corpo de um animal afeta o seu desempenho global.
2. As propriedades e o comportamento de cada elemento, e o modo pelo qual ele afeta o todo, dependem das propriedades e comportamento de pelo menos um outro elemento do conjunto. Exemplo: o comportamento do coração e o efeito que ele tem sobre o corpo humano dependem do comportamento dos pulmões.
3. Todo possível subgrupo de elementos do conjunto tem as duas primeiras propriedades. Cada um tem um efeito, e nenhum um efeito independente sobre o todo. Dessa forma, funcionalmente, um sistema não pode ser decomposto em subsistemas independentes. Exemplo: todos os subsistemas do corpo de um animal, tais como o nervoso, o respiratório, o digestivo etc. interagem, e cada um afeta o desempenho do todo, porém, nenhum deles poderia por si só funcionar de maneira independente.

O tipo de sistema de interesse neste trabalho são os sistemas artificiais, ou seja, aqueles construídos pelo Homem. Mais especificamente interessa a essa investigação os chamados sistemas interativos. Os sistemas interativos são aqueles que agem sobre coisas fora de seu controle e em contrapartida essas coisas externas agem sobre o sistema.

Para um melhor entendimento, consideremos um guichê para compra de bilhetes no sistema de metrô na cidade de São Paulo. Os usuários de metrô que interagem com o sistema de guichê estão fora do controle dos vendedores de bilhete. Esses usuários podem decidir não utilizar o metrô num determinado dia, ou, mesmo que decidam utilizá-lo podem decidir fazê-lo à tarde e não de manhã como de costume. Bem, o funcionário do guichê não tem o poder de decidir sobre estas questões porém, se um passageiro decide comprar um bilhete, este terá então que interagir com o vendedor, solicitando uma determinada quantidade de

bilhetes e fornecendo dinheiro. Como resposta o vendedor entrega os bilhetes e possivelmente o troco ao passageiro destacando assim o fato de que os sistemas interativos estabelecem uma relação de causa e efeito com o ambiente no qual se inserem.

Ainda, uma importante característica desse relacionamento (respostas mútuas de causa e efeito) deve ser exaltada a fim de compreender a empresa ou organização enquanto sistema interativo. Ou seja, as respostas fornecidas pelo sistema mediante uma solicitação interna ou externa podem ser de dois tipos: (1) *ad-hoc*, quando essa resposta tem que ser “inventada” pelo sistema ou (2) planejada, quando a resposta a um evento já foi previamente analisada e estabelecida antes da sua ocorrência. Essa diferenciação, em geral, é relevante para a determinação da participação de mecanismos automatizados na geração dessas respostas (McMENAMIM & PALMER, 1991).

Essas características, portanto, se aplicam aos sistemas produtivos uma vez que estes são aqui entendidos como sendo sistemas interativos constituídos por processos de negócio. Sendo assim, a integração desse tipo de sistema chamado de empresa ou organização é entendida como a análise e tratamento sistêmico de seus processos de negócio.

Pode-se, portanto notar, por um lado, que por parte das indústrias existe a clara necessidade de integração de seus processos de negócio; entretanto, por outro lado, a experiência tem mostrado que o esforço de integração de uma empresa pode conter altos riscos e requerer altos investimentos de capital. Além disso, o processo de integração não tem fim, primeiramente porque baseia-se em um ideal e, em segundo lugar, porque as empresas encontram-se em um contínuo processo de mudanças.

Sendo assim, projetos que envolvam estas questões requerem um planejamento cuidadoso e documentado em uma base de registros confiável, e, uma vez começados, procedimentos para o tratamento de um contínuo processo de mudanças (gerenciamento de transformações) devem ser levados em conta (RENTES *et al*, 1999).

2.2.2. TIPOS DE INTEGRAÇÃO

Diferentes tipos complementares de integração de empresas podem ser listados. Esses tipos devem ser entendidos como sendo complementares devido ao fato de que se referem a diferentes aspectos complementares de um negócio. De qualquer maneira, eles variam desde a total desintegração àqueles especificados abaixo (VERNADAT, 1996):

Integração Parcial *versus* Integração Total

Dois sistemas encontram-se parcialmente integrados se eles meramente trocam informações entre si sem nenhuma garantia de que essa informação será interpretada da mesma forma por ambos. Neste caso, esses sistemas apenas estão conectados e coexistem internamente a um sistema maior.

Por outro lado, dois sistemas encontram-se totalmente integrados se e somente se (1) as especificidades de qualquer um dos sistemas só é conhecida pelo próprio sistema e por nenhum outro, (2) ambos os sistemas contribuem para a realização de uma tarefa em comum e (3) os dois sistemas possuem a mesma definição de cada conceito compartilhado.

Integração Horizontal *versus* Integração Vertical

A integração horizontal refere-se à integração física e lógica de processos de negócio, desde a demanda por produtos ou serviços até a sua entrega, independentemente das fronteiras organizacionais. Esse tipo de integração, em geral, é dependente da tecnologia utilizada, é realizado em níveis organizacionais definidos (planta, célula, departamento etc.), e envolve o fluxo de materiais e documentos técnicos. É o caso, por exemplo, dos efeitos causados pelo enfoque *just-in-time*, utilizado para realizar o planejamento e controle da produção através de cadeias logísticas.

Já a integração vertical refere-se à integração entre vários níveis de gerenciamento de uma empresa, ou seja, a integração da tomada de decisão, onde um nível de gerenciamento estabelece conjuntos de restrições para os níveis inferiores, os quais, por sua vez, retornam ao nível superior informações de *feedback* na forma de relatórios, pareceres etc. Este tipo de integração, portanto, basicamente diz respeito ao fluxo de decisão.

Integração Intra-empresa *versus* Integração Inter-empresa

A integração intra-empresa é aquela que ocorre sobre os processos de negócio de uma dada empresa. Pode-se referenciar a esse tipo de integração como integração de processos de negócio uma vez que estes compõem o fluxo de informações, o fluxo de material assim como o fluxo de controle. Outros componentes que definem um sistema produtivo também estão sujeitos a esse tipo de integração.

A integração inter-empresa refere-se à integração entre processos de negócio de diferentes empresas ou mesmo ao compartilhamento destes por diferentes empresas em cooperação. Este tipo de integração forma a base para o conceito de empresa estendida.

Na prática, a integração intra-empresa relaciona-se fortemente ao conceito de integração total ao passo que a integração inter-empresa baseia-se, em muitos casos, na integração parcial.

Integração Física de Sistemas *versus* Integração de Aplicativos *versus* Integração do Negócio

Internamente aos sistemas produtivos, diferentes formas complementares de integração surgiram nas últimas décadas. Cada uma delas construída sobre a anterior. A integração física de sistemas refere-se basicamente à comunicação entre sistemas por meio de troca de dados através de redes de computadores e protocolos de comunicação.

Já a integração de aplicativos é mais abrangente. Envolve o funcionamento conjunto de aplicativos construídos em diferentes plataformas assim como o acesso a bases de dados comuns.

Por fim, a integração do negócio refere-se ao conceito de integração aplicado sobre o sistema produtivo como um todo, ou seja, a coordenação de processos de negócio. Nesse caso, a aplicação do conceito requer a análise da base de conhecimentos envolvida. Em outras palavras, o entendimento acerca do funcionamento de seus processos de negócio através da representação em modelos. Poucos trabalhos foram realizados nessa área até então.

2.2.3. A NECESSIDADE DO USO DE MODELOS

O que precisa ser modelado a fim de lidar com o conceito de integração aplicado aos sistemas produtivos?

A fim de responder essa pergunta, cabe, inicialmente, destacar que uma questão fundamental no controle de empresas em geral, em especial as de manufatura, é encontrar uma maneira de gerenciar a complexidade inerente a esse ambiente. Essa complexidade se materializa no grande número de processos que devem ser controlados e coordenados, na diversidade de produtos a serem gerenciados, nas diversas ordens a serem executadas, assim como nos *megabytes* de dados a serem processados. Assim sendo, a modelagem representa, em princípio, uma maneira de reduzir essa complexidade.

Outro importante ponto a ser destacado é que para se conduzir a integração de empresas, como já foi citado é preciso que todos os elementos que a compõem, sejam eles homens, máquinas ou sistemas computacionais, entre outros, sejam capazes de trocar

informações entre si numa profundidade além da simples troca física de dados. Isto passa necessariamente pelo desenvolvimento de uma imagem sistêmica, única e integrada do negócio como um todo.

É por meio da atuação de pessoas possuidoras desta imagem ampla e integrada e, portanto, capazes de considerar a interação entre múltiplas dimensões do negócio, que se desenvolve e sedimenta a integração. Um dos mecanismos fundamentais de auxílio na obtenção desta imagem integrada são os modelos de empresa (LIM *et al.*, 1997).

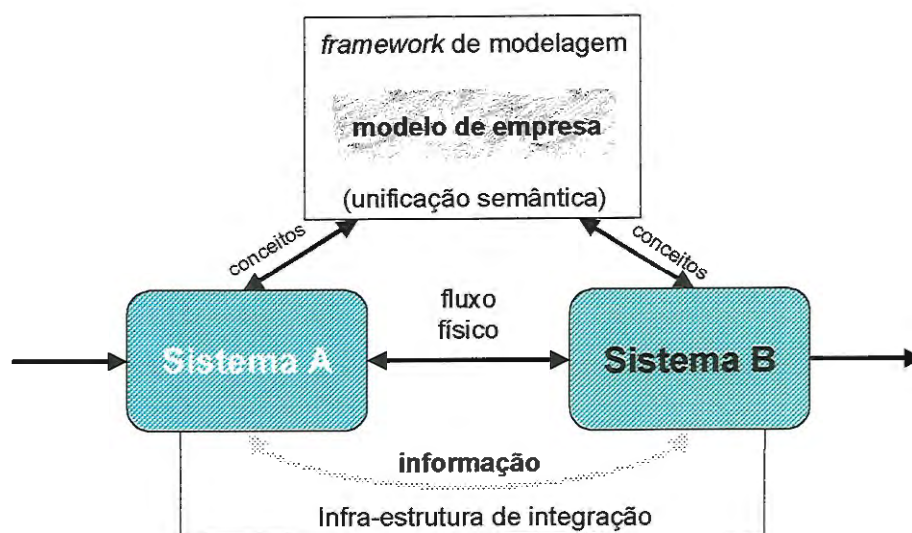


FIGURA 7: Infra-estrutura de Comunicação

Fonte: VERNADAT, 1996.

Assim sendo, o objetivo primário do uso de modelos é auxiliar a análise de uma empresa. Um objeto deve ser modelado se este deve ser compartilhado por pelo menos dois agentes distintos do sistema em análise. Caso contrário, este pertence a um subsistema local e a sua descrição detalhada através de modelos é desnecessária.

Segundo Vernadat (1996), se um agente denominado sistema A, responsável pela execução de um determinado processo de negócio, deve interagir na forma de diálogo com outro agente denominado sistema B, responsável pela execução de outro processo de negócio, dois componentes se fazem fundamentalmente necessários (veja FIGURA 7):

- Plataforma e infra-estrutura de integração: destacam-se, neste caso, suportes de *hardware* e *software* que permitam a comunicação entre o sistema A e o sistema B na forma de um fluxo de objetos de comunicação. Deve ser ressaltado, porém, que fluxos físicos de comunicação também podem ocorrer através de ligações logísticas; e

- Um modelo de empresa ou referencial semântico comum: usados para assegurar que tanto o sistema A quanto o sistema B possuam o mesmo entendimento de um conceito C.

Obs.: Se objetos materiais devem ser transportados entre os sistemas A e B, um terceiro componente se faz necessário na forma de uma infra-estrutura logística.

Os modelos são, portanto, usados como um mecanismo de unificação semântica ou de compartilhamento de conhecimento. São construídos a partir da aplicação de princípios e ferramentas de um dado método de modelagem e suas definições semânticas podem ser expressas na forma de ontologias, ou seja, através do uso de formatos neutros de representação do conhecimento.

2.2.4. ONTOLOGIAS

A ontologia é uma ciência dedicada aos fundamentos do conhecimento. Segundo o dicionário *Webster* (*apud* VERNADAT, 1996), ontologia é definida como uma teoria que trata os tipos de entidades e especificamente os tipos de entidades abstratas que compõe um sistema de linguagem.

Ontologia também pode ser definida como a descrição dos tipos de coisas, sejam físicas ou conceituais, que constituem um dado domínio, assim como o relacionamento entre estas representado por uma terminologia apropriada. Assim, o conhecimento é estruturado usando-se formatos de representação genéricos que procuram captar propriedades essenciais e interações entre entidades do domínio em questão. Por exemplo, uma ontologia para a manufatura pode descrever máquinas, ferramentas, operações e as interações entre estes, assim como relações causais, tempo, custo e aspectos de qualidade.

A discussão sobre ontologias se justifica neste trabalho devido ao fato de que os modelos de empresa devem ser distinguidos da informação que eles contém. Um modelo é sempre estruturado e descrito de acordo com algum tipo de propósito e contém conhecimentos tanto genéricos quanto específicos. De qualquer maneira existe a necessidade de se descrever conceitos essenciais de um dado domínio de uma forma independente de qualquer que seja o formalismo utilizado, uma vez que esses formalismos introduzem limitações e restrições sobre a realidade modelada. As ontologias procuram satisfazer essa necessidade na medida em que fornecem um vocabulário compartilhado para o domínio em análise, permitindo assim a unificação semântica de conceitos representados através de

diferentes formalismos. Apenas recentemente o valor das ontologias se tornou óbvio nos esforços de modelagem e integração de empresas (PETRIE, 1992).

As estratégias de integração de empresas podem basear-se em diferentes abordagens como será descrito a seguir. De qualquer maneira, seja qual for a escolhida, existe a necessidade de uma unificação semântica dos conceitos utilizados nos modelos e isso pode ser obtido através das ontologias.

2.2.5. ABORDAGENS DE INTEGRAÇÃO

Três tipos de abordagem de integração podem ser identificadas (PETRIE, 1992; LIM *et al*, 1997):

Integração baseada em modelos-mestre

Neste tipo de abordagem existe apenas um tipo de modelo de referência (ou modelo mestre) a partir do qual todos os demais modelos são derivados e instanciados. Dessa forma, os modelos criados representam uma customização para necessidades específicas.

Embora seja talvez a mais amplamente utilizada, o problema principal dessa abordagem é que quando mudanças devem ser feitas sobre o modelo mestre, as alterações devem ser propagadas para todas as instanciações do modelo a fim de manter a consistência da descrição.

Integração unificada

Através dessa abordagem, podem existir tantos modelos locais quantos forem necessários e a unificação semântica é feita através de meta-modelos. Cada modelo criado não precisa ser necessariamente completo uma vez que, diferentemente da abordagem anterior, neste caso só é necessário considerar aqueles elementos pertinentes ao processo de integração em questão. Dessa forma, teoricamente, é sempre possível implementar uma solução viável em um sistema em operação sendo que as mudanças feitas nos modelos difundem-se consistentemente através do sistema. De qualquer maneira, a aplicação prática deste conceito ainda depende fundamentalmente da criação de padrões.

Integração federativa

Aqui também se pode ter quantos modelos locais forem necessários porém, uma vez criados, esses modelos são mantidos em sua forma original e novos modelos são adicionados. Tais modelos podem ser de natureza bastante distinta e apenas uma fraca ligação entre eles é assegurada. As interações acontecem quando necessário através da atuação de um mecanismo federativo. Esse mecanismo funciona da seguinte forma: quando um sistema A requisita informação de um sistema B, este último deve checar este pedido baseado no próprio domínio de conhecimentos de A, ou seja, mapeando os conceitos utilizados por A através de suas próprias definições. Ontologias e linguagens de compartilhamento de conhecimento têm sido desenvolvidas a fim de atender a esse propósito. Porém, ainda não é clara a viabilidade do uso desses conceitos em aplicações industriais.

2.3. O EFEITO INTEGRADOR DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

O conceito de integração de empresas até então tem sido tratado de maneira conceitual e genérica. Os tipos possíveis, assim como as abordagens existentes e seus requisitos foram rapidamente descritos. Considerações acerca da infra-estrutura necessária para a existência de um ambiente integrado também foram fornecidas.

Entre outros fatores, pôde-se perceber a importância que a tecnologia exerce sobre as questões analisadas na medida em que esta auxilia ou mesmo possibilita o tráfego de objetos de informação entre agentes, promovendo assim uma parcela significativa das interações entre sistemas das mais diversas naturezas.

Neste trabalho, especial atenção será dada às tecnologias de processamento de informações as quais incluem qualquer dispositivo que colete, manipule, armazene ou distribua informação. A maioria desses dispositivos classifica-se sob o termo geral “tecnologias baseadas em computador”, apesar de também se referir àquelas associadas com operações de telecomunicações. Estas tecnologias incluem (SLACK *et al.*, 1997):

- Computadores de grande porte, mini e pessoais;
- Periféricos, mídia magnética, impressoras, leitoras etc.;
- Dispositivos transmissores/receptores, antenas parabólicas, *modems*, redes de cabos ópticos, *fax*, telefones; e
- Programas, sistemas, aplicações: *software*.

A fim de atender aos propósitos gerenciais, costumava-se usar grandes computadores. Alguns anos atrás essa era a forma mais econômica de se ter acesso a capacidade de processamento, a qual costumava ser associada ao quadrado do custo do equipamento (*hardware*). Claras vantagens em termos de economia de escala levavam as organizações a comprar um único e grande computador que atendesse todos os seus requisitos de processamento de informação (processamento centralizado). Dessa forma, as diferentes partes da organização acessavam o computador com processamento *batch*, ou seja, cada uma das transações separadas associadas com uma atividade particular não seria processada na medida em que fosse gerada. Ao invés disso, estas seriam acumuladas até que houvessem transações suficientes para serem processadas em lote. Por exemplo, suponhamos que o escritório de um banco usasse um sistema de acesso por lotes para processar suas solicitações de empréstimo. Cada vez que uma solicitação de empréstimo fosse recebida, esta seria “congelada” até que chegasse o momento alocado para o processamento de empréstimos, onde esta então seria processada juntamente com outras solicitações recebidas na mesma rodada de processamento.

Mais recentemente, entretanto, com a sofisticação e a capacidade de processamento crescentes dos processadores e dos recursos de armazenamento de informação, tem sido possível, em grande parte dos casos, localizar dispositivos de entrada e saída de dados nos locais em que as transações se originam. Em outras palavras, minicomputadores atuais passaram a ser usados sobre controle direto das pessoas que os utilizam, na medida em que os processos de negócio são executados. Os programas (*software*) utilizados por esses modernos equipamentos podem ser projetados a fim de atender necessidades específicas de processamento. Esses avanços tecnológicos se referem ao conceito de processamento distribuído e uma consequência desse novo arranjo é que a coordenação das várias atividades dos centros de processamento tornou-se uma tarefa mais complexa.

Entretanto, complexidade à parte, nos dias de hoje não mais é necessário que as empresas optem entre a centralização ou descentralização do processamento de seus dados. Através da difusão das tecnologias de rede de telecomunicações é possível usufruir, simultaneamente, dos benefícios providos por ambos os enfoques.

2.3.1. O QUE SÃO SISTEMAS DE INFORMAÇÃO?

Inicialmente, um importante aspecto a ser ressaltado é a diferença existente entre dado e informação. A informação existe quando o cérebro humano recebe um conjunto de dados (estímulos sensoriais) e os utiliza como entrada para algum tipo de processamento neural

(veja TABELA 1). Se não houver esse processamento neural, o dado não se transforma em informação; continua sendo dado (FURLAN, 1997).

A informação, portanto, é a compreensão do dado. Se, por exemplo, duas pessoas tentam estabelecer um diálogo em um idioma que não é dominado por ambas, dados são trocados, porém, esses não são transformados em informações.

Um sistema de informação é formado por todos os fragmentos de dados e informações usados, armazenados ou processados em uma empresa, a fim de atender necessidades de usuários e aplicativos (VERNADAT, 1996).

Esse tipo de sistema armazena fatos e conhecimento sobre os objetos de negócio que compõe o sistema produtivo no qual está inserido. Reestruturam os dados de uma forma a facilitar as operações comerciais e as tomadas de decisão administrativas. Em outras palavras, constituem-se nos fluxo de informações ao longo dos processos de negócio.

Informação <i>versus</i> Dados	
Informação	Dado
idade: 38 anos	data de nascimento: 16/07/61
valor total da fatura: R\$ 2.500,00	Σ (preço unitário x quantidade)
13 km/l	(km percorrido & métrica de distância) / (consumo & métrica de volume) = 130 km / 10 litros
quente	medição & métrica de temperatura = 38°C
longe	medição & métrica de distância = 10.000 km

TABELA 1: Informação *versus* Dados

Fonte: FURLAN, 1997.

Os sistemas de informação não operam, necessariamente, sobre uma base computacional embora seja este o foco deste trabalho. Como salientado anteriormente o trânsito de objetos de informação pode ocorrer através de uma infra-estrutura logística básica como acontece, por exemplo, na simples troca de informações através de documentos em papel ou mesmo oralmente entre duas ou mais pessoas. Na verdade, as diversas formas de fluxo de informação raramente são encontradas de maneira pura nos sistemas produtivos e sim de forma altamente interdependente formando um todo complexo.

Os sistemas de informação de que trata este trabalho são sistemas baseados em computador. Tais sistemas são definidos como: “um conjunto ou disposição de elementos

que é organizado para executar certo método, procedimento ou controle ao processar dados e informações” (PRESSMAN, 1995). Os elementos que compõe este tipo de sistema são:

- *Software*: Programas de computador, estruturas de dados e documentação correlata que servem para efetivar o método, processo ou controle lógico necessário;
- *Hardware*: Dispositivos eletrônicos (por exemplo, *CPU*, memória) que fornecem capacidade ao computador, e dispositivos eletromecânicos (por exemplo, sensores, motores, bombas) que oferecem funções ao mundo externo;
- Pessoas: Usuários e operadores de *hardware* e *software*;
- Base de dados: Uma grande e organizada coleção de informações a que se tem acesso pelo *software*;
- Documentação: Manuais, formulários e outras informações descritivas que tratam o uso e/ou operação do sistema;
- Procedimentos: Os passos que definem o uso específico de cada elemento do sistema ou o contexto processual em que o sistema reside.

Dos elementos de um sistema baseado em computador citados acima, um deles, o *software*, merece especial atenção devido à abstração inerente ao seu conceito. O *software* é um elemento lógico, e não físico. Ainda, segundo Pressman (1995), *software* pode ser amplamente definido como: (1) instruções (programas de computador) que, quando executadas, produzem certo efeito e desempenho desejados; (2) estruturas de dados que possibilitam que os programas manipulem adequadamente a informação; e (3) documentos que descrevem a operação e o uso dos programas.

Segundo Scheer (1991), os componentes de um sistema de informação computacional relevantes ao funcionamento do negócio são: base de dados, funções e usuário, ligados entre si através de mecanismos de controle de processos (veja FIGURA 8).

Sob esse ponto de vista, o *hardware* e o *software* necessários ao funcionamento do sistema apenas merecem consideração na medida em que afetam os demais componentes. A BASE DE DADOS é de fundamental importância pois os dados armazenados de forma centralizada ou descentralizada e seus relacionamentos determinam as possibilidades de uso dos programas que os acessam.

O conhecimento sobre o negócio, cuja implementação em sistemas se dá através da programação de *softwares* aplicativos, está incluso nos componentes das FUNÇÕES. Tais programas também incluem regras de decisão, tais como fórmulas matemáticas e processos

organizacionais. O conceito de função deve ser interpretado de forma ampla a fim de incluir tanto os clássicos programas destinados às questões de negócio, quanto bancos de modelos e de métodos, linguagens de busca e sistemas de avaliação, assim como sistemas interativos baseados em inteligência artificial (sistemas especialistas).

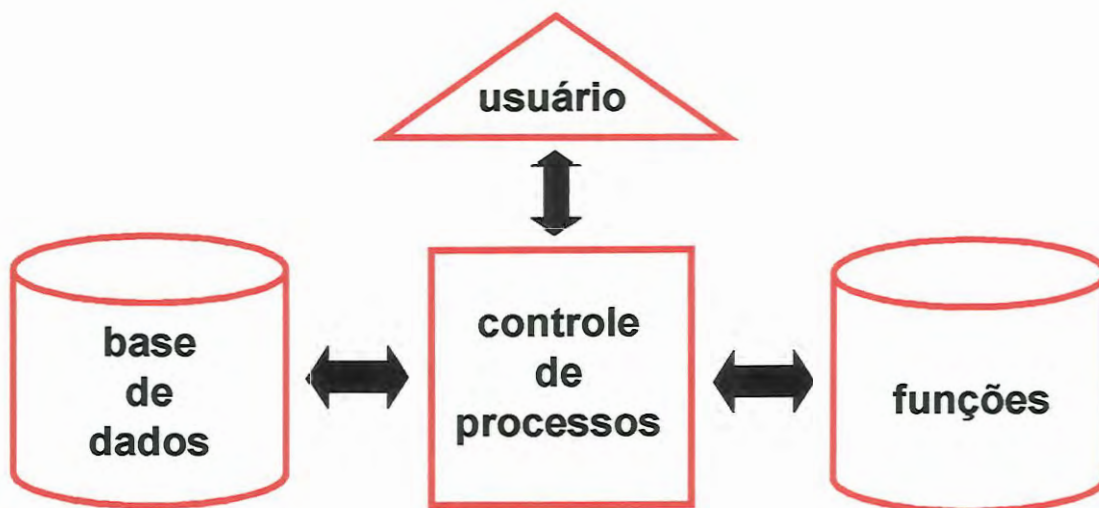


FIGURA 8: Sistema de Informação Computacional

Fonte: SCHEER, 1991.

O mecanismo de CONTROLE DE PROCESSOS possibilita a ligação entre a base de dados e os *softwares* aplicativos. Isso é feito exercendo-se controle temporal, lógico e espacial sobre as sub-tarefas e transações. O ambiente de negócio, por sua vez, também pode ser descrito com base nestas três dimensões e assim sendo, através de passos interativos o controle de processos propicia interface com o USUÁRIO.

2.3.2. INTEGRAÇÃO DE DADOS E TAREFAS

Neste século, o taylorismo, com sua divisão funcional de responsabilidades, constituiu a diretriz dominante na organização e no funcionamento das organizações (SCHEER, 1993). Esta divisão funcional é retratada na FIGURA 9, na qual um processo essencialmente unificado é dividido em três subprocessos, cada qual realizado por departamentos separados. Em cada subprocesso, ocorre um período de entrada e cada departamento administra seus próprios dados. As informações acerca do estágio de processamento atingido nos

subprocessos anteriores, devem, portanto, ser repassadas em toda a sua complexidade para os departamentos individuais.

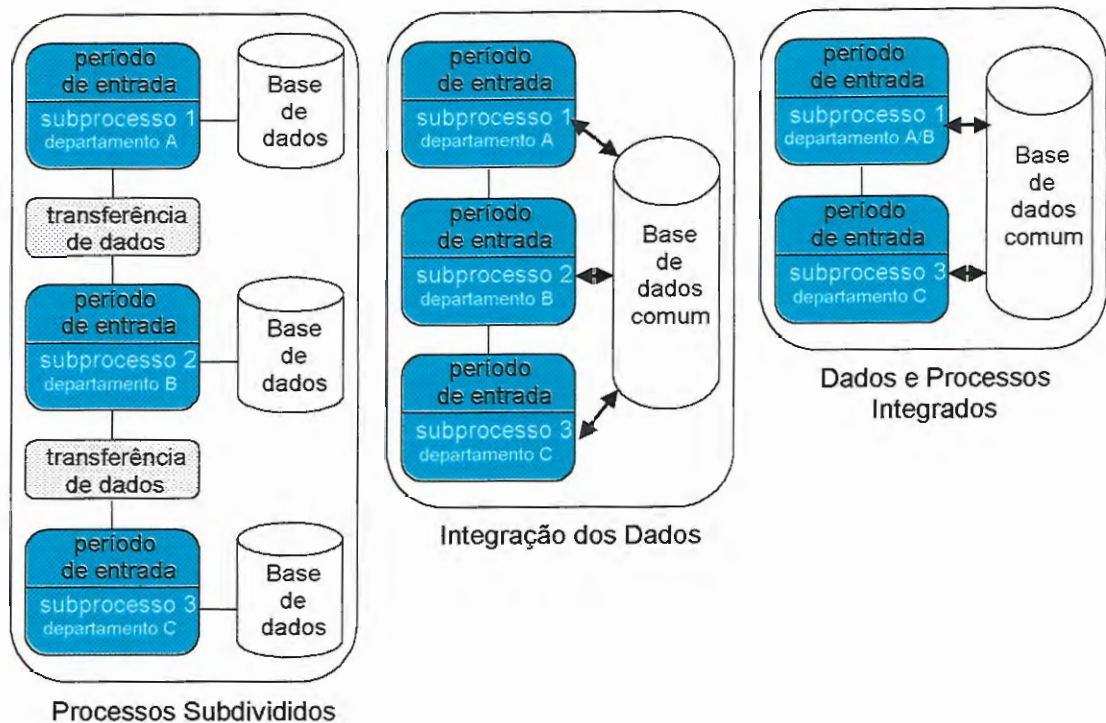


FIGURA 9: Integração de Dados e Tarefas

Fonte: SCHEER, 1993.

Em razão do alto grau de especialização sobre o qual se fundamenta o taylorismo, o processamento acelerado no interior dos subprocessos poderá redundar em vantagens. Entretanto, muitos estudos empíricos de administração da produção demonstraram que, quando os processos se encontram subdivididos, os tempos de produção são extremamente elevados, como resultado das repetidas entradas e tempos de transferência de dados. Mais especificamente foram registrados tempos de comunicação e de entrada da ordem de 70-90% tanto nos processo administrativos quanto nos de produção (SCHEER, 1993). Esse índice elevado representa um considerável potencial para a racionalização, já que tempos de processamento mais longos, em geral, resultam em maior retenção de capital e podem envolver diminuição do poder competitivo.

Uma das razões para a incômoda transferência de informações retratada na FIGURA 9 é a organização especializada dos dados baseada em departamentos. Quando, por outro lado, o processo inteiro utiliza uma base de dados comum, os dados que se acumulam em um dos estágios da cadeia são incluídos na base e são assim imediatamente colocados à disposição

dos demais estágios. Dessa forma, os tempos de transferência da informação podem ser eliminados e os processos consideravelmente acelerados. Nos últimos anos, esse princípio do processamento integrado de dados foi grandemente aperfeiçoado.

Uma das razões que no passado levavam à implantação de tarefas especializadas é a estreita limitação humana no que tange o processamento de informações. Assim, apenas os subconjuntos do processo total poderiam ser observados e administrados. Entretanto, com o apoio dos sistemas de base de dados e de sistemas de processamento, ampliou-se a capacidade humana de lidar com tarefas complexas. Como resultado, as razões que anteriormente forçavam uma estrita especialização não mais existem, e os subprocessos (tarefas específicas) podem ser integrados em um processo maior.

Esse princípio geral de integração reflete os efeitos mútuos das funções organizacionais e das técnicas de processamento. Em um ambiente produtivo integrado três características podem ser destacadas: (1) organizações de dados independentes da aplicação; (2) cadeias consistentes de processamento; e (3) pequenos *loops de feedback*.

Uma organização de dados independente da aplicação significa que as estruturas de dados (base de dados) são projetadas independentemente dos aplicativos individuais (funções) que a utilizam. Elas devem ser especificadas de modo tão geral que possam ser utilizadas para várias tarefas.

Além da integração de dados, o conceito de cadeias de processo merece especial atenção. Os processos são considerados em termos de sua capacidade de interligação, independentemente das estruturas organizacionais naturais e são suportados por sistemas de informação fechados.

Já a expressão pequenos *loops de feedback* significa que no interior de qualquer processo as comparações entre o planejado e o real são feitas de modo contínuo, para que, em caso de desvios, o processo de controle possa intervir muito rapidamente.

2.3.3. OS EFEITOS ESTRATÉGICOS DOS SISTEMAS COMERCIAIS

Baseadas em conceitos como os enunciados acima, muitas soluções foram e continuam sendo criadas a fim de atender a crescente demanda por integração existente por parte das empresas modernas. Entre estas soluções destacam-se os sistemas de informação corporativos, conhecidos popularmente como *ERPs (Enterprise Resources Planning)*. Tais pacotes comerciais de *software* procuram integrar todo o fluxo de informação de uma empresa, sejam estas informações financeiras, contábeis, sobre recursos humanos, chão-de-fábrica, cadeia de suprimentos ou sobre clientes (veja FIGURA 10).

Segundo Corrêa *et al* (1997), um sistema dito *ERP* tem a pretensão de suportar todas as necessidades de informação para a tomada de decisão gerencial de um empreendimento como um todo. Em uma tradução livre, *Enterprise Resources Planning* poderia significar “Planejamento de Recursos da Corporação”. Esse termo têm sido cunhado como o estágio mais avançado dos sistemas tradicionalmente chamados de *MRP II*, sigla que se refere à *Manufacturing Resources Planning*, ou “Planejamento de Recursos de Manufatura”.

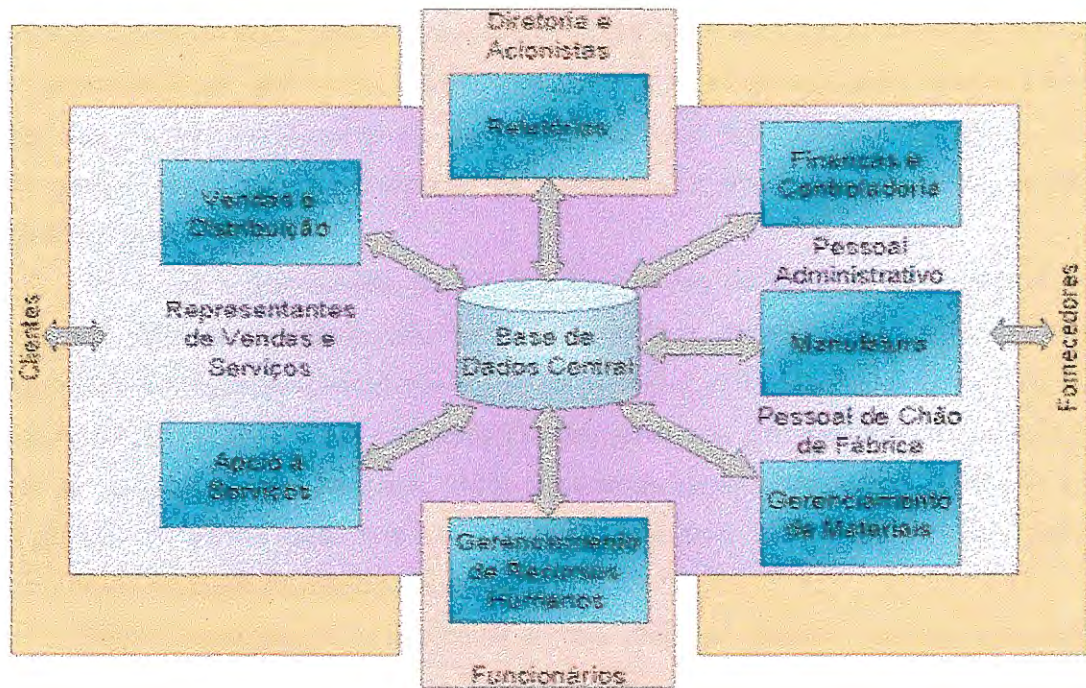


FIGURA 10: Estrutura de um sistema *ERP*

Fonte: DAVENPORT, 1998.

A utilização de sistemas *ERP* é uma solução tentadora, especialmente para aqueles que no passado já experimentaram grande frustração com sistemas de informação incompatíveis e práticas operacionais inconsistentes. Isso explica o motivo de muitas empresas ao redor do mundo estarem abrindo suas portas para os desenvolvedores de sistemas corporativos. As vendas do atual líder de mercado, a empresa alemã *SAP AG*, sofreram um salto expressivo, de menos de 500 milhões de dólares em 1992 para aproximadamente 3.3 bilhões de dólares em 1997, o que faz dela a empresa de desenvolvimento de *software* que mais rapidamente cresce no mundo. Seus competidores, empresas como *Baan*, *Oracle*, e *PeopleSoft*, também têm experimentado expressivo aumento de demanda por seus produtos. Estima-se que negócios ao redor do mundo estejam gastando cerca de 10 bilhões de dólares por ano com sistemas *ERP* e esse número é aproximadamente

2.3.4. MÉTODOS DE PROJETO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Em primeiro lugar cabe esclarecer o significado da expressão “projeto de sistemas de informação”. Aqui ela se refere à primeira fase de desenvolvimento de um sistema de informação de base computacional: a definição de requisitos para o *software* de suporte, conforme descrito por Pressman (1995) de acordo com a FIGURA 11:

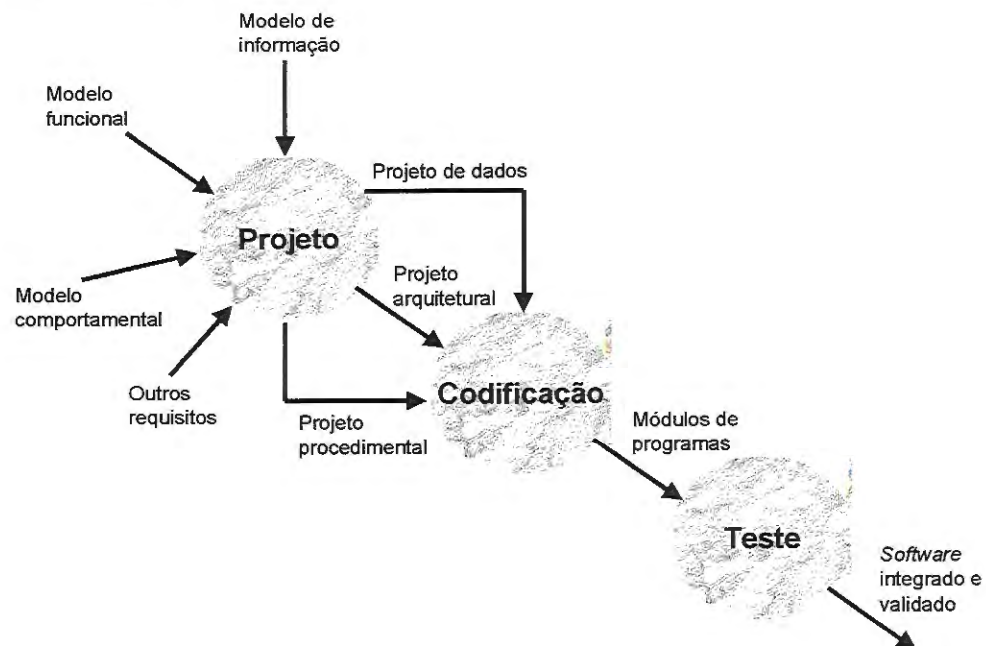


FIGURA 11: Projeto de *Software*

Fonte: PRESSMAN, 1995.

O projeto é o primeiro passo da fase de desenvolvimento de qualquer produto ou sistema de engenharia. O projeto de *software* encontra-se, portanto, no núcleo técnico do processo de Engenharia de *Software* e é aplicado independentemente do paradigma de desenvolvimento utilizado. Diz respeito à análise e especificação de requisitos, constituindo a primeira dentre três atividades técnicas básicas: projeto, codificação e teste (PRESSMAN, 1995).

Neste caso, a meta do projetista é produzir um modelo ou representação do sistema de informação que será construído (ou modificado) posteriormente. O processo por meio do qual o modelo é desenvolvido combina: (1) intuição e julgamento baseado na experiência em construir entidades semelhantes, (2) um conjunto de princípios e/ou heurísticas (método) que orienta a maneira pela qual os modelos são criados, (3) um conjunto de critérios que possibilita que a qualidade seja julgada e (4) um processo de interação que por fim levará a uma representação final do projeto.

O projeto de *software*, como as abordagens a projetos de engenharia de outras disciplinas, modifica-se continuamente à medida que novos métodos, uma melhor análise e um mais amplo entendimento se desenvolvem. Ao contrário das abordagens de projeto das áreas de Engenharia Mecânica ou Engenharia Eletrônica, por exemplo, as abordagens voltadas para projeto de *software* encontram-se em um estágio relativamente primitivo de sua evolução. Reflexões sérias sobre a atividade de projetar *software* iniciaram-se a pouco mais de três décadas. Portanto, falta às metodologias de projeto de *software* existentes, a profundidade, a flexibilidade e a natureza quantitativa que normalmente se associam às disciplinas de projeto de engenharia mais clássicas (PRESSMAN, 1995).

A fase de projeto do *software* é de fundamental importância para o sucesso da posterior construção e implementação de um sistema de informação baseado em computador. É nesta fase que sua lógica será definida, independentemente da tecnologia específica posteriormente utilizada. É nesta fase também que importantes decisões serão tomadas definindo assim a aplicabilidade, funcionalidade e restrições tecnológicas do futuro sistema enquanto subsistema de um sistema produtivo. De fato, cada vez mais as estatísticas tem mostrado que a maior parte do tempo utilizado atualmente no desenvolvimento de *software* encontra-se alocado nas atividades de projeto, diferentemente do passado onde as atividades de codificação e teste eram as mais demoradas.

Como salientado acima, projeto aqui refere-se à formalização dos requisitos do sistema a ser construído. Historicamente, foi a partir de meados dos anos 70 que o problema da especificação desses requisitos começou a atrair uma atenção mais séria. Emergiram, a partir daí, diversas novas abordagens para a sua definição. Em 1975, Douglas T. Ross e Kenneth E. Schoman Jr. publicaram o primeiro trabalho de suas Técnicas de Projeto de Análise Estruturada ou *SADT*.

SADT foi um grande passo à frente na tecnologia de definição de requisitos por ter sido a primeira abordagem a propor um conjunto prático de ferramentas de modelagem gráfica que superaram as evidentes deficiências da especificação narrativa. Ao contrário desta, *SADT* fornece uma especificação fácil de ser lida, verificada e mantida. Esta técnica baseia-se em um “diagrama de atividade”, que é uma variante prévia do diagrama de fluxo de dados (DFD) utilizado por Edward Yourdon e Larry L. Constantine, entre outros.

Em 1977, em “Análise Estruturada de Sistemas: Ferramentas e Técnicas”, Chris Gane e Trish Sarson melhoraram o *SADT* oferecendo uma estratégia rudimentar para construir um modelo de requisitos de um sistema baseado em dados. Eles propuseram, também, uma especialização adicional das ferramentas de modelagem da análise estruturada. Para evitar uma sobrecarga do seu diagrama de fluxo de dados, os autores aconselhavam os analistas a

tirarem uma parte da informação do DFD e colocá-la no dicionário de dados ou na descrição do processo. Um ano mais tarde, os livros de Tom Demarco e Victor Weinberg foram publicados, ambos defendendo o mesmo tipo de estrutura do modelo de Gane e Sarson, com algumas pequenas mudanças na terminologia.

Todos esses autores focalizavam as ferramentas de documentação e convenções da análise estruturada, a qual, em vários casos, pode ajudar um analista a determinar se requisitos verdadeiros foram omitidos ou se houve introdução de preferências ou influências tecnológicas. Entretanto, essas ferramentas e convenções endereçavam apenas parte do problema de como identificar os verdadeiros requisitos de um sistema. Ou seja, esses pioneiros da análise estruturada não forneceram orientações conceituais para que os analistas distinguíssem adequadamente requisitos de sistema (características lógicas) de influências tecnológicas (características físicas).

Em meados da década de 80, Stephen M. McMenamim e John F. Palmer, através de suas técnicas denominadas “Análise Essencial de Sistemas”, forneceram importante avanço na distinção entre os aspectos lógicos e físicos de um sistema. Na realidade, estes autores criaram um conjunto de técnicas consideravelmente mais avançadas possíveis de serem utilizadas de maneira independente do formalismo de representação ou modelagem adotado.

Mais recentemente, a problemática da análise de requisitos para sistemas de informação tem sido incorporada por enfoques mais amplos e que incluem também a consideração de outros elementos que constituem um sistema produtivo. Diversas propostas visando sistematizar essa abordagem, a qual trata o sistema de informação enquanto componente de algo maior (o negócio como um todo), têm sido esboçadas e testadas nos anos 90. Elas baseiam-se em análises e representações dos processos de negócio e recebem a denominação genérica de Modelagem e Integração de Empresas.

2.4. O USO DAS TÉCNICAS DE MODELAGEM DE EMPRESAS

2.4.1. O QUE É UM MODELO DE EMPRESA?

Empresas são sistemas altamente complexos devido ao grande número de entidades envolvidas, atividades a serem realizadas, variáveis de decisão a serem consideradas, e processos a serem controlados. Esta complexidade advém essencialmente: (1) do potencial número de inter-relações entre objetos e processos e (2) da ocorrência de eventos inesperados que perturbam o fluxo natural das atividades

A dificuldade principal em gerenciar toda essa complexidade consiste em desenvolver uma maneira racional de lidar com os processos de negócio envolvendo suas várias operações, acesso e processamento de informações, criação e uso de diversos documentos, utilização de recursos, produtos obtidos, etc. Ainda, é necessário que os processos de negócio possam ser rapidamente reconfigurados a fim de atender às exigências de um ambiente altamente competitivo e dinâmico.

Segundo Vernadat (1996), para que se possa gerenciar a complexidade são necessários três elementos: (1) um modelo da empresa, (2) indicadores de desempenho e (3) regras para a tomada de decisão. Os modelos de empresa são representações de uma organização real que auxiliam o tratamento dessa complexidade e a sua compreensão. Eles formam uma imagem ou referência comum para todos os seus membros, sejam eles pessoas, sistemas ou recursos.

Esse tipo de modelo deve, basicamente, representar os aspectos O QUÊ, COMO, QUEM e QUANDO de uma empresa. O QUÊ refere-se às operações executadas e aos objetos processados. COMO diz respeito ao comportamento, isto é, à maneira como as coisas são feitas. QUANDO reforça a noção de tempo como um componente essencial do modelo. Pode ser associado a eventos representando mudanças na configuração da empresa em um certo momento. QUEM diz respeito aos agentes ou recursos os quais executam as operações dos processos de negócio. Outros aspectos importantes são o QUANTO (aspectos econômicos relacionados à programação da produção) e ONDE (aspectos logísticos) (VERNADAT, 1996).

Estes modelos constituem, portanto, uma infra-estrutura de comunicação dentro da organização que pode ter diversas aplicações. A partir dos modelos de empresa pode-se adquirir uma visão geral sobre suas operações, possibilitando análises, previsão de impactos das atividades, identificação de pontos de melhorias, entre outros, servindo, assim, como uma representação da visão sistêmica. Com o apoio dos modelos de empresa é possível realizar uma avaliação detalhada do papel dos recursos alocados em processos de negócio específicos e projetar a sua integração com os demais (SCHEER, 1994). Podemos, dessa forma, destacar as seguintes aplicações para os modelos de empresa:

- Facilitar a compreensão do negócio;
- Adquirir e registrar conhecimentos para uso posterior;
- Racionalizar e garantir o fluxo de informações;
- Projetar e especificar uma parte da empresa;
- Formar base para a simulação do funcionamento da empresa;

- Formar base para tomada de decisões sobre operações e a organização da empresa; e
- Formar base para o desenvolvimento e implantação de *softwares* de forma integrada.

Os modelos de empresa existem em qualquer companhia, seja ela grande ou pequena. O problema é que na maior parte dos casos estes encontram-se muito pobremente formalizados. Estes modelos existem na forma de organogramas estabelecidos pela gerência, procedimentos operacionais documentados, regimentos, e em uma grande quantidade nos códigos de programas assim como nos dados disponíveis (sejam em bases de dados, bases de conhecimento ou simples arquivos). Entretanto, uma grande parcela encontra-se simplesmente na memória das pessoas e não estão formalizados ou minimamente documentados. Métodos e ferramentas são necessários para capturar, formalizar, manter e usar todo esse conhecimento para uma melhor operação e controle de sistemas complexos como os de manufatura (VERNADAT, 1996).

O tamanho do modelo, seu foco e precisão devem ser definidos por aqueles que os utilizam. Modelos podem ser mais ou menos formais, podem ser expressos utilizando-se diferentes formalismos, possuir diferentes representações, serem processáveis ou não, serem orientados ao homem ou à máquina, serem estritamente determinísticos ou não e podem incorporar em maior ou menor grau o senso comum. Se uma parte de um negócio for modelada separadamente por 20 pessoas, 20 representações similares porém distintas aparecerão. Um modelo de empresa uma vez criado, divulgado e aceito por um determinado grupo de usuários, representa um consenso ou entendimento comum a ser adotado por aquele grupo.

Independente da complexidade e sofisticação, um modelo é sempre uma abstração da realidade e como tal a representa simplificadamente eliminando detalhes desnecessários ao propósito para o qual foi criado. Os modelos são expressos em termos de algum formalismo (ou linguagem) definido pelo “elemento de modelagem” utilizado.

Um “elemento de modelagem” é uma entidade básica de modelagem definida por sua sintaxe e semântica. Podem ser definidos em termos de símbolos gráficos, texto, lógica ou expressões matemáticas dependendo do nível de formalismo requerido. O modelo de um fenômeno pode ser representado por diagramas compostos por retângulos e setas, proposições lógicas de primeira ordem ou equações diferenciais. É tudo uma questão da natureza do fenômeno e do objetivo da análise.

Em termos gerais um modelo é composto por um conjunto de “blocos de construção”. Um “bloco de construção” é formado por um ou mais “elementos de modelagem”. Por

exemplo, um subprograma em um programa de computador é um “bloco de construção” o qual pode eventualmente ser reutilizado no programa, o qual é o modelo.

A fim de esclarecer ainda mais esta questão considere a TABELA 2. Ela descreve uma analogia entre a linguagem humana e os conceitos de modelagem aqui apresentados:

Conceitos de Modelagem	Equivalente em Linguagem Humana
“elementos de modelagem”	elementos básicos da linguagem tais como letras e símbolos
“blocos de construção”	palavras e expressões básicas
“modelos parciais”	padrões ou sentenças pré-definidas
“modelos de empresa”	conjuntos completos de sentenças, descrevendo um sistema, uma situação ou um fenômeno

TABELA 2: Analogia Entre Modelos de Empresa e Linguagem Humana

Fonte: VERNADAT, 1996.

A modelagem de empresas tem muito em comum com a modelagem da informação e do conhecimento. De fato, a disciplina de modelagem de empresas tem sido bastante influenciada pela modelagem de dados. Recentemente, uma proposta para estender a modelagem de dados convencional para a modelagem de toda a empresa foi feita por Scheer (1989).

De qualquer maneira, para se modelar corretamente a informação, especialmente em ambientes de manufatura integrada, é preciso primeiramente modelar as funções e o comportamento. Para modelar funções e comportamento, é preciso modelar recursos e eventos temporais. Finalmente, quando a informação e os processos tiverem sido modelados ignorando as fronteiras organizacionais, estes precisam ser alocados sob alguma unidade organizacional que exerça controle sobre eles. Os seguintes elementos, portanto, são uma amostra do que pode ser representado em um modelo de empresa:

- A funcionalidade e comportamento da empresa em termos de processos, atividades, operações básicas e eventos que os iniciam;
- Processo, fluxo e pontos das decisões que têm que ser tomadas;
- Os produtos, suas logísticas e ciclos de vida;
- Os componentes físicos ou recursos, como máquinas, ferramentas, dispositivos de armazenagem e movimentação, podendo apresentar seus *layouts*, capacidades, etc.;
- Os aplicativos (*softwares*), em termos de suas capacidades funcionais;

- Os dados e informações, seus fluxos na forma de ordens, documentos, dados discretos, arquivos de dados ou bases de dados complexas;
- Conhecimento e *know-how* da empresa, regras específicas de decisão, políticas de gerenciamento interno, regulamentação, etc..;
- Indivíduos, especialmente suas qualificações, habilidades, regras, papéis e disponibilidades;
- Responsabilidade e distribuição de autoridade sobre cada um dos elementos aqui descritos, ou seja, sobre as pessoas, materiais, funções, etc..;
- Eventos excepcionais e políticas de reação a eles; e
- Tempo, pois a empresa é um sistema dinâmico.

Existem, atualmente, diversas propostas direcionadas à modelagem de empresas. Há princípios, técnicas e uma grande quantidade de metodologias e ferramentas, também conhecidas como *frameworks* de modelagem. Apesar de todo este desenvolvimento e da importância que esta área vem recebendo dentro das organizações ainda persistem algumas barreiras para a sua aplicação.

Uma das principais barreiras para a utilização sistemática das técnicas de modelagem de empresas é a possível complexidade envolvida em seu desenvolvimento. Isto ocorre devido ao fato de que as empresas e organizações são, por natureza, sistemas complexos e a sua representação simplificada na forma de modelos também pode vir a ser, na medida em que estes se tornam mais e mais fiéis à realidade.

De maneira geral, a quantidade de informações agregadas e foco destes modelos variam em função da estrutura hierárquica da empresa. Executivos de alto nível necessitam de modelos capazes de propiciar uma visão ampla da organização. Os executivos de nível médio, por sua vez, requerem modelos mais focados em suas áreas de atuação e consequentemente mais detalhados. Esta mesma lógica persiste ao longo de toda a hierarquia propiciando um entendimento estruturado da complexidade da organização (MARTIN, 1991).

Dessa forma, é importante salientar que quando o termo modelagem de empresas é utilizado, isso não significa a modelagem da empresa inteira em todos os seus detalhes, embora isso seja teoricamente possível. O termo empresa aqui denota a parte da organização que deve ser representada (domínio do problema).

Como já foi salientado, o objetivo primário das representações através de modelos de empresa é o de suportar análises a fim de identificar os processos e objetos relevantes em termos de integração. Sendo assim, a viabilidade dos projetos de integração, interpretados de

maneira genérica, depende da capacidade de isolar adequadamente o sistema para análise. Em outras palavras, é de se esperar que o sucesso dos esforços esteja relacionado à adequada definição do domínio de informação do problema assim como das estratégias utilizadas durante o processo. Tais estratégias, por sua vez, relacionam-se diretamente ao uso de metodologias, métodos e ferramentas de suporte.

2.4.2. ABORDAGENS DE MODELAGEM

Não existe, atualmente, nenhum método (seqüência de passos, instruções) de modelagem de empresas completo, e devido à natureza da questão, entende-se que nunca existirá (VERNADAT, 1996). O que existe são amplos conjuntos de tipos de modelos os quais são usados para descrever diferentes aspectos de uma empresa constituindo assim diferentes abordagens:

Descritiva

Os tipos de modelo que definem esta abordagem são muito bons para estabelecer um entendimento comum e comunicação entre pessoas pois sua sintaxe e semântica são bastante informais. Geralmente são compostos por diagramas formados por retângulos, círculos e setas. Exemplos típicos incluem:

- *SADT*;
- *DFD*;
- modelo entidade-relacionamento (*MER*);
- organograma;
- métodos *IDEF*x.

Formal

Esta abordagem é baseada em modelos constituídos por técnicas de descrição formais (*FDT – Formal Description Techniques*) as quais são dotadas de sintaxe e semântica precisas. O objetivo deste tipo de modelo é propiciar uma descrição rigorosa do sistema criando assim condições para a análise de seus elementos. Exemplos:

- *LOTOS*;

- Estelle;
- Z;
- EXPRESS.

Baseada em Programação

Os programas de computador são considerados modelos que possuem a propriedade ímpar de serem executáveis, ao contrário dos demais que são, no máximo, processáveis por computador. Este tipo de modelo deve necessariamente possuir uma sintaxe e semântica formais definidas pela linguagem de programação de suporte. Estas linguagem variam desde linguagens de máquina até linguagens de programação convencionais e de quarta geração.

Analítica

Este tipo de abordagem é baseada no uso de modelos formais com sólida base matemática. Modelos desse tipo tem sido amplamente construídos em áreas como a Pesquisa Operacional a fim de dar suporte a computações, análise de propriedades dos próprios modelos ou mesmo para a avaliação de desempenho de sistemas. Exemplos:

- equações diferenciais;
- leis econômicas e físicas;
- teoria de filas;
- redes de Petrie.

2.4.3. ARQUITETURAS DE REFERÊNCIA

O termo “arquitetura” refere-se a um conjunto organizado de elementos com claros relacionamentos entre si e que juntos formam um todo definido por sua finalidade. É possível, por exemplo, discutir a respeito da arquitetura de um sistema computacional, de uma casa ou de uma empresa.

O termo “*framework*”, por sua vez, refere-se a uma coleção de elementos agrupados para algum propósito e portanto é mais genérico que o termo “arquitetura”. Um *framework* para modelagem de empresas diz respeito ao foco, conceitos e métodos necessários para a modelagem de sistemas produtivos.

Sigla	Significado
ISO TC 184	Resultados do trabalho do grupo técnico <i>ISO TC 184</i> sobre <i>frameworks</i> de modelagem, automação industrial e integração.
CEN ENV 40 003	Resultados dos trabalhos do Comitê de Padronização Europeu sobre arquiteturas de sistemas de manufatura integrada por computador.
CIMOSA	Consiste em um dos resultados do projeto europeu <i>ESPRIT</i> realizado através do consórcio <i>AMICE</i> e constitui-se em um <i>framework</i> e uma arquitetura de sistemas aberta para a manufatura integrada por computador.
GRAI/GIM	<i>GIM (GRAI-IDEF0-Merise)</i> se refere a uma metodologia para a análise e projeto de sistemas de manufatura. É também conhecida por <i>GRAI Integrated Methodology</i> .
PERA	<i>PERA (Pardue Enterprise Reference Architecture)</i> refere-se a uma arquitetura e metodologia criadas para tratar o ciclo de vida completo de uma empresa desde a sua criação até a obsolescência. Foi desenvolvida na Universidade de Pardue, nos EUA.
ARIS	<i>ARIS (ARchitecture for integrated Information Systems)</i> é uma arquitetura com foco essencialmente em Engenharia de <i>Software</i> e aspectos organizacionais do projeto da empresa integrada. Foi desenvolvida pela Universidade de Saarbrücken, na Alemanha.
GERAM	<i>GERAM (Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology)</i> é uma arquitetura para integração de empresas desenvolvida pela força-tarefa <i>IFAC/IFIP</i> . É constituída essencialmente por conceitos pertinentes à <i>CIMOSA</i> , <i>GIM</i> e <i>PERA</i> .

TABELA 3: Arquiteturas de Modelagem de Referência

Fonte: VERNADAT, 1996.

Um terceiro conceito a ser esclarecido neste caso, é o conceito de “metodologia”. Segundo Vernadat (1996) uma metodologia é um conjunto de métodos, modelos e ferramentas para serem utilizados de uma maneira estruturada a fim de resolver um problema. A abordagem metodológica é organizada em fases e as fases em tarefas. Portanto, fases, tarefas, métodos e o uso de modelos fazem parte de uma metodologia.

Diversos *frameworks*, arquiteturas e metodologias tem sido criados recentemente a fim de dar suporte ao processo de modelagem e integração de empresas. Estas propostas têm tido origem em consórcios privados, grandes programas financiados por governos ou mesmo por entidades voltadas à padronização (veja TABELA 3).

Assim sendo, de acordo com o mencionado acima, as “arquiteturas de referência” são paradigmas intelectuais destinados a facilitar a análise e especificação de um dado domínio de discussão. Elas formam então, uma base para se interpretar, conceber e discutir a respeito de um determinado assunto. Quando o assunto é empresa, as arquiteturas de referência mais representativas a nível internacional não são muitas.

Os esforços desempenhados nesse sentido se baseiam no princípio de ciclo de vida de uma empresa e a idéia principal por trás dessas propostas consiste na consideração de que uma grande parcela dos projetos de engenharia voltados para a análise das empresas são, na verdade, bastante similares e comuns a vários tipos de negócio. Portanto, esses projetos podem ser documentados e padronizados a fim de serem reutilizados e não reprojatados desde o início a cada vez que se fazem necessários.

2.4.4. FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DE SUPORTE

Existem diversas ferramentas computacionais de auxílio à tarefa de modelar uma empresa. Poucas são aquelas voltadas para as arquiteturas de referência como as mencionadas anteriormente. A maioria delas baseia-se em algum método de modelagem bastante específico.

Existem ferramentas próprias para a modelagem de funções e fluxos de informação, modelagem de dados, simulação de sistemas de eventos discretos, modelagem de *interfaces*, construção de organogramas etc. De qualquer maneira são poucas as que se propõe a auxiliar a modelagem do negócio como um todo. A TABELA 4 apresenta uma relação de algumas ferramentas comerciais analisadas para fins de realização deste trabalho.

Dentre os diversos tipos de ferramentas computacionais existentes, dois tipos em especial se destacaram nas investigações realizadas. O primeiro deles são as ferramentas *CASE* (*Computer Aided Software Engineering*). São consideradas ferramentas *CASE* aquelas ferramentas que de alguma maneira auxiliam o processo de Engenharia de *Software*. O termo *I-CASE* ou *CASE* integrado, por sua vez, é utilizado para indicar conjuntos de ferramentas que englobam todos os aspectos (ciclo) da Engenharia de *Software* e não apenas uma parte (PRESSMAN, 1995).

Os analistas de sistemas interagem com as ferramentas *CASE* através de modelos. Esses modelos são usados para representar as informações em que se baseia o planejamento, uma visão geral do sistema, modelos dos processos analisados, modelos e fluxos de dados e descrições detalhadas das estruturas dos programas. De maneira complementar, uma

característica típica de uma ferramenta *I-CASE* é que ela é capaz de gerar programas executáveis, o que não necessariamente acontece com uma ferramenta *CASE*.

Ferramenta	Tipo	Aplicação	Fundamento	Fornecedor
ERwin/ERX 3.5 (LOGIC WORKS, 1998)	<i>CASE</i>	Modelagem de dados e geração automática de código para bases de dados	<i>IDEF1x</i>	<i>Logic Works, Inc.</i>
BPwin 2.01 (LOGIC WORKS, 1997)	<i>CASE/BPE</i>	Modelagem de funções e fluxos de informação	<i>IDEF0</i> <i>IDEF3</i>	<i>Logic Works, Inc.</i>
ARENA 3.0 (SYSTEMS MODELING, 1996)	<i>BPE</i>	Simulação de sistemas de eventos discretos	<i>SIMAN</i> (linguagem de simulação)	<i>Systems Modeling Corp.</i>
ARIS Toolset 3.0 (IDS, 1995)	<i>CASE/BPE</i>	Modelagem de empresas: funções, dados, organização e controle	Arquitetura <i>ARIS</i>	<i>IDS Prof. Scheer GmbH</i>

TABELA 4: Ferramentas de Modelagem Analisadas

Além das ferramentas *CASE* um segundo tipo de ferramenta de especial interesse neste trabalho são as chamadas ferramentas *BPE* (*Business Process Engineering*). Essas ferramentas, por conceito, estão mais próximas da idéia de auxiliar a modelagem do negócio em seus aspectos mais gerais na medida em que procuram facilitar a representação de processos de negócio. Mesmo assim, uma quantidade considerável dessas ferramentas é mais adequada para a descrição de aspectos específicos da empresa tais como suas funções ou seus dados. Poucas oferecem condições para a representação de aspectos tipicamente organizacionais ou de controle.

Alguma dessas ferramentas, como é o caso do *ARIS Toolset*, possuem duplos propósitos de acordo com os pontos de vista levantados. São ferramentas conhecidas como *CASE/BPE*. Essas ferramentas, em muitos casos, constituem um repositório computadorizado que ordenadamente acumula informações relativas ao planejamento, análise, projeto, construção e manutenção de sistemas, sejam eles sistemas computacionais ou sistemas produtivos. São ferramentas conhecidas como “enciclopédias” (veja FIGURA 12).

Uma enciclopédia contém representações completas e codificadas de planos, modelos e projetos, com ferramentas para fazer a verificação cruzada, análise de correlação e validação. As representações gráficas derivam-se da enciclopédia e são também utilizadas para atualizá-la. A enciclopédia contém muitas regras relativas aos conhecimentos nela armazenados e pode aplicar técnicas de inteligência artificial no processamento de regras para garantir um alto grau de precisão, integridade e completeza nos planos, modelos e projetos. Portanto, a enciclopédia é uma base de registro de conhecimentos que não só armazena informações para o desenvolvimento de sistemas, como também auxilia a controlar a sua exatidão e validade (MARTIN, 1991).

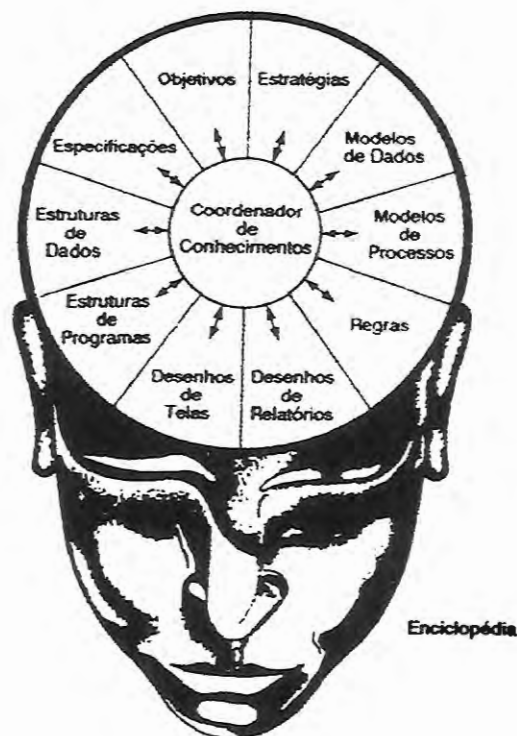


FIGURA 12: Enciclopédia

Fonte: MARTIN, 1991.

Um tipo de modelo e suas instanciações associadas numa enciclopédia pode ser muito diferente daqueles confeccionados no papel. O papel restringe o diagrama ao que pode ser desenhado em um espaço bidimensional. Com o computador, diversas representações podem ser unidas logicamente. Um bloco em um diagrama de fluxo de dados por exemplo pode ser o mesmo que em um diagrama de decomposição. Uma via de acesso aos dados em um diagrama de ação deve estar relacionada às informações de um diagrama de entidades e

relacionamentos ou modelo de dados. As entradas e saídas de um procedimento representado por uma ação devem ser iguais às do diagrama de fluxo de dados.

O termo “hiperdiagrama” ou “hipergráfico” descreve uma representação de planos, modelos ou projetos nos quais várias representações bidimensionais são logicamente unidas. Um hiperdiagrama simples é um diagrama no qual os detalhes de objetos podem ser exibidos em janelas. Um hiperdiagrama mais complexo usa vários tipos de diagramas bidimensionais. Um bloco ou linha pode ser exibido em uma janela como texto, um formulário de lacunas, um diagrama de ação, uma matriz etc.

Um sistema é geralmente complexo demais para ser desenhado com um único tipo de diagrama ou modelo. Seus componentes podem ser resumidos em um diagrama de decomposição ou suas interdependências mostradas em um diagrama de fluxo de dados. A lógica detalhada pode ser apresentada em um diagrama de ação. O sistema pode usar uma estrutura de banco de dados, e visões específicas de dados são derivadas desta estrutura. O diagrama de ação pode referir-se a projetos de telas ou projetos de relatórios. O fato é que todos esses elementos podem ser armazenados em um hiperdiagrama de um modo computável e adicionados de textos explicativos.

Todas essas ferramentas se destinam ao tratamento de algum aspecto do ciclo de vida dos sistemas que representam. Sob uma perspectiva tecnológica podem ser contextualizadas nos ciclos de vida de *software*, típicos da *Engenharia de Software* (PRESSMAN, 1995). Entretanto, sob um aspecto mais administrativo, essas ferramentas podem ser contextualizadas nos ciclos de vida das empresas (VERNADAT, 1996). Entretanto, seja qual for o caso, os conceitos envolvidos em sua aplicação podem ser bastante complexos requerendo sistemáticas próprias das metodologias.

CAPÍTULO 3: DESCRIÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE TRANSFORMAÇÃO

Ao longo deste trabalho as considerações acerca dos conceitos de integração utilizados obedecem a uma seqüência lógica compatível com a estrutura apresentada na FIGURA 1 ou FIGURA 13.

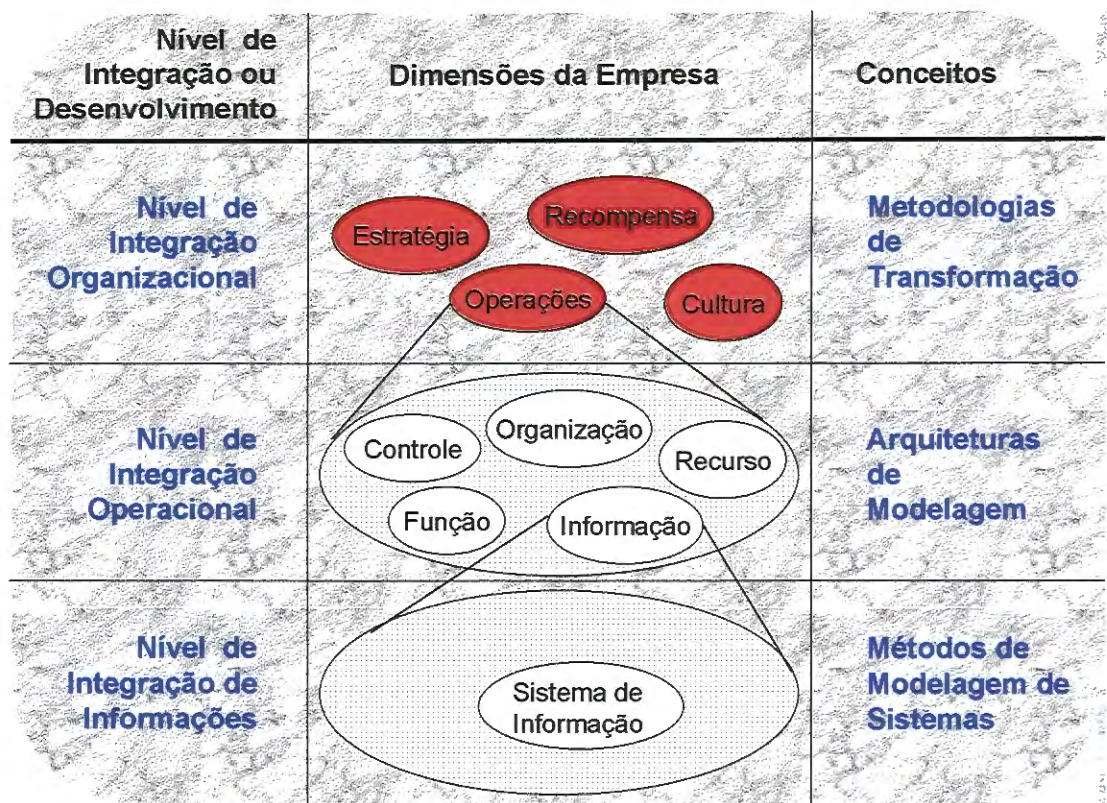


FIGURA 13: Nível de Integração Organizacional

Sendo assim, com base no levantamento bibliográfico fornecido, este capítulo se destina a apresentar os fundamentos conceituais desenvolvidos e utilizados a fim de promover o alinhamento dos elementos Estratégia, Recompensa, Operações e Cultura presentes no Nível de Integração Organizacional (veja FIGURA 13).

Isto é feito, em uma primeira instância, através da descrição do Processo de Integração enquanto um Processo de Transformação baseado em Metodologias. Em seguida é apresentada a metodologia específica para gerenciamento de transformações organizacionais, a *TransMeth*, no qual este trabalho se fundamenta.

Como ligeiramente comentado nas seções anteriores, fator fundamental para a sobrevivência das empresas na atual dinâmica da economia global é a sua capacidade de continuamente buscar a aplicação de novas tecnologias, novos mercados, novos métodos gerenciais, redesenho de seus processos de negócio e integração de suas atividades e de suas pessoas.

Abordagens de melhorias de negócio, tais como Reengenharia, *ABC/M (Activity Based Costing/Management)*, *TQM (Total Quality Management)* são baseadas em uma visão sistêmica da empresa e de um bom conhecimento dos componentes de seus processos. A condução do processo de integração, por sua vez, também requer a existência de uma interpretação sistêmica do negócio, amplamente difundida e compartilhada entre os envolvidos. Esta visão pode ser genericamente obtida, ao longo do esforço de transformação, através da descrição de um ou mais processos de negócio pertinentes ao domínio em análise.

Cabe destacar, neste ponto, que ao longo deste esforço de transformação busca-se alinhar os objetivos associados ao sistema produtivo em questão com as estratégias adotadas para a sua operação, assim como com as expectativas pessoais daqueles que o compõe. Tais argumentos reforçam a noção de que uma organização deve estar orientada para seus processos principais e apresentar condições de gerenciar mudanças, atualizações, transformações. Faz-se, então, necessária, a utilização de metodologias que permeiem este esforço conjunto entre a empresa e influências externas (muitas vezes na forma de consultorias), de tal forma a propiciar condições para a condução eficaz do processo de integração ou, colocado de maneira mais genérica, do processo de transformação como um todo (RENTES, 1995; RENTES, 1999).

3.1. O PROCESSO DE INTEGRAÇÃO ENQUANTO TRANSFORMAÇÃO

Três forças, separada e combinadamente, estão impelindo as atuais empresas para dentro de um território desconhecido para a maioria de seus executivos e gerentes. São elas: clientes, concorrência e mudança. Tal fato não representa uma novidade, porém, suas características são notadamente diferentes daquelas do passado. Destas três forças, destaquemos a terceira, a mudança, pois esta se tornou mais difundida e persistente. Tornou-se constante.



Empresas criadas segundo os padrões do início do século, ou mesmo do anterior, para prosperar na produção em massa, na estabilidade e no crescimento, encontram dificuldades para ter sucesso em um mundo onde os clientes, os concorrentes e a mudança exigem flexibilidade e rapidez de resposta.

Para muitos, a solução para os males das empresas modernas está na mudança de suas estratégias empresariais. Para outros, o problema encontra-se na gerência. Há quem veja na automação uma solução.

Entretanto, muitos autores atuais acreditam que a origem da falha da maior parte das soluções propostas reside no fato de que já não é mais necessário ou desejável para as empresas se organizarem de acordo com a divisão do trabalho tal como propôs Adam Smith no final do século XVIII através do famoso exemplo da fábrica de alfinetes. Assim sendo, no atual mundo de clientes, concorrência e mudança, as atividades orientadas para tarefas estão obsoletas. Em seu lugar, as empresas precisam organizar o seu trabalho em torno de processos de negócio (HAMMER & CHAMPY, 1994).

A partir de sucessos e fracassos que compõe a recente história das organizações modernas, pode-se concluir que qualquer empresa atual que busque poder competitivo deve possuir um efetivo processo de gerenciamento de mudanças ou transformações em operação.

O gerenciamento de mudanças ou transformações pode ser definido como o processo contínuo de alinhamento da organização com o seu mercado. Este alinhamento é entendido como a sincronização contínua de quatro fatores chave de gerenciamento: estratégia, operações, cultura e recompensa (BERGER & SIKORA, 1994).

Este conceito baseia-se no princípio de avaliação constante dos elementos que compõe o sistema produtivo, sejam estes, processos, sistemas ou pessoas, justificado pela crença de que estes últimos comportam-se de acordo com a maneira com que são medidos. Acredita-se que o comportamento será mantido apenas se adequadamente recompensado e que só é possível que uma organização esteja adequadamente alinhada se as pessoas que a compõe se comportarem de acordo com as demandas impostas pelo mercado.

Quatro tipos principais de mudança ou transformações podem ser identificadas:

- Linear: são aquelas que em geral tomam a forma de lances de peso dentro do próprio mercado, linha de produto ou negócio; porém, a jogada toma corpo em áreas ainda não exploradas;
- Geométrica: quando a mudança que uma dada empresa deve implementar faz parte de uma tendência geral em seu mercado ou indústria;

- *Quantum*: acontece quando se adentra em mercados ou tecnologias correlatas a fim de dar suporte ao negócio principal; e
- *Metamorfose*: quando a empresa se refaz totalmente, abandonando a indústria ou setor no qual surgiu.

A FIGURA 14, apresentada a seguir descreve o modelo genérico de gerenciamento de mudanças defendido por Berger *et al* (1994). Este, ilustra os passos teóricos de um processo de transformação organizacional. O círculo interno representa a seqüência de execução de ações, tendo início com a identificação de disparadores de mudança e seguindo até a tomada de ações decisivas que geram uma nova situação de estabilidade. Pelo menos até que novos disparadores de mudança sejam identificados.

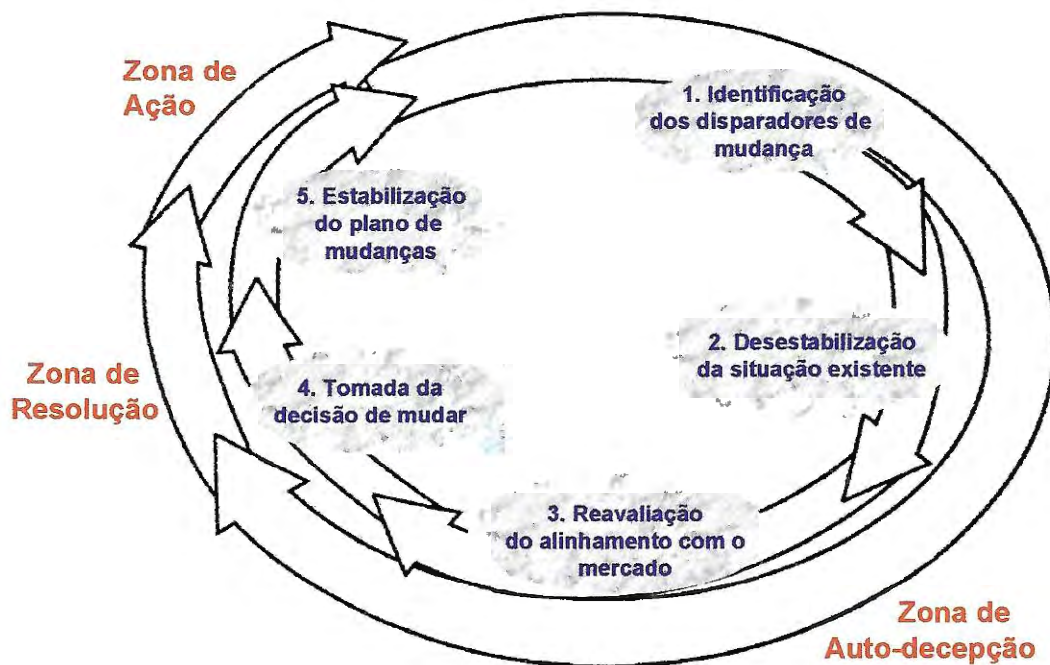


FIGURA 14: Modelo de Gerenciamento de Transformações

Fonte: BERGER & SIKORA, 1994.

O círculo externo representa o ambiente no qual a empresa encontra-se inserida, o qual pode inibir ou incentivar a mudança. A parte mais crítica é a zona de auto-decepção, a qual é iniciada imediatamente após a identificação de um ou mais disparadores de mudança. O permanecimento nesta zona por muito tempo pode ser fatal pois é um período de ociosidade onde a competição e a disfunção interna podem estar crescendo, e as perdas de mercado

podem se tornar irreversíveis. O quanto mais rápido se chegar à zona de ação, mais efetiva será a resposta à mudança.

De acordo com esses conceitos, vem sendo desenvolvida através do Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA), sediado no *campus* da Universidade de São Paulo, na cidade de São Carlos – SP, uma metodologia para o gerenciamento de transformações organizacionais denominada *TransMeth*. A *TransMeth* é um dos resultados da cooperação atualmente em andamento entre o núcleo e o *Department of Industrial and Systems Engineering (Virginia Polytechnic Institute and State University – Virginia Tech)* nos EUA.

Através da *TransMeth* procura-se fornecer uma estrutura intelectual própria para sistematizar, organizar e integrar diversos métodos referentes ao gerenciamento de transformações. A sua composição é resultado da junção de duas outras metodologias complementares: o *Transformation Cycle*, por parte da *Virginia Tech*, e a MIE (Metodologia de Integração de Empresas), por parte da USP. Ambas em desenvolvimento há vários anos. Busca-se, assim, garantir a implementação coordenada de diferentes processos de melhoria do negócio, obtendo-se com isso uma sinergia entre eles. O objetivo maior das pesquisas em andamento é formar recursos humanos capazes de conduzir o projeto e planejamento do processo de transformação. O presente trabalho foi desenvolvido conjuntamente e internamente a essa metodologia, e representa a descrição de uma de suas frentes de implementação.

Cada uma das entidades citadas têm contribuído com suas competências específicas para o desenvolvimento da *TransMeth*. Por parte da instituição americana existem extensos e numerosos trabalhos relacionados a aspectos eminentemente estratégicos, medida de desempenho organizacional, formação de times e garantia da qualidade inerentes aos processos de transformação. Por outro lado, os trabalhos desenvolvidos pelo NUMA utilizam sistematicamente os conceitos de modelagem e integração de empresas, com grande ênfase em análise de processos empresariais. Assim sendo, e por parte de ambas as instituições, existe o entendimento de que uma terceira solução unificada pode ser obtida, afetando significativamente a capacidade de atingir os objetivos originalmente propostos por ambas as partes.

Os métodos de gerenciamento de mudanças partem do pressuposto de que o processo de transformação na empresa é um processo contínuo. Assim sendo, as técnicas aqui referenciadas são consideradas “cíclicas”, onde a definição de novos objetivos, metas e a proposição de novos processos é sempre reinicializada ao final de cada implementação, ou sempre que se julgar necessário. Em outras palavras, esses métodos pressupõem um constante retorno ao processo de planejamento inicial (SINK & MORRIS, 1995).

A seguir será feita uma descrição geral da *TransMeth*, fornecendo assim subsídios para contextualização em termos de metodologia de transformação do presente trabalho.

3.2. A *TRANSMETH*

Um dos diferenciais da *TransMeth* com relação a outras metodologias voltadas para o gerenciamento de mudanças existentes, é o conceito de integração utilizado no seu desenvolvimento. Nesse contexto, o processo de integração é entendido como sendo o conjunto de ações tomadas com base na visão sistêmica da empresa e seus negócios, visando eliminar ou reduzir desperdícios e disfunções entre as entidades físicas e organizacionais e contribuir assim para o aumento do desempenho global. Estes desperdícios podem estar relacionados a uma superposição indesejada de funções, a uma duplicidade de entrada de dados devido à falta de integração física, ou mesmo à desmotivação de uma pessoa ao realizar uma tarefa para a qual ela não estava preparada, informada ou treinada (RENTES, 1995).

Essa metodologia tem como objetivo oferecer uma coleção de métodos que podem ser utilizados em diferentes situações para auxiliar a condução de projetos de análise e melhoria de processos de negócio (veja FIGURA 15). Deve-se considerar aqui desde métodos para diagnóstico empresarial, definição de estratégias, mapeamento de processos de negócio, até aqueles que envolvem uma reestruturação organizacional ou a configuração e implantação de sistemas de informação corporativos.

A *TransMeth* pode ser aplicada em qualquer unidade organizacional (sistema), seja ela um grupo ou time, um departamento, uma fábrica, uma divisão, uma corporação, uma cadeia de fornecimento completa ou mesmo empresas atuando em projetos conjuntos. O termo “organização” aqui refere-se ao sistema organizacional em estudo, já “empresa” refere-se ao sistema maior no qual a organização encontra-se inserida. Assim sendo, e de acordo com essa classificação, uma empresa pode conter várias organizações ou subsistemas envolvidos no processo de transformação.

A principal característica dessa metodologia, como já foi citado anteriormente, é a junção de duas áreas de pesquisa e aplicação: (1) transformação organizacional, originária de desenvolvimentos em gerenciamento de mudanças e planejamento estratégico e (2) modelagem e integração de empresas, originários da manufatura integrada por computador e arquiteturas de projeto de sistemas. Especial atenção no desenvolvimento desta metodologia tem sido dada ao uso de ferramentas computacionais de auxílio à modelagem de empresas. Maiores detalhes sobre este assunto serão apresentados nos capítulos seguintes.

Os passos que compõe a *TransMeth* são mostrados na FIGURA 15. Embora sejam ilustrados como etapas discretas, a sua aplicação envolve a condução de diversas atividades simultaneamente e podem ser necessárias interações retroativas a passos anteriores a fim de efetuar refinamentos. Assim como sugerido pelas setas que compõe a figura, as saídas de um passo da metodologia tornam-se importantes entradas para passos seguintes, fornecendo, dessa forma, importantes subsídios para a tomada de decisão ao longo do ciclo de transformação (RENTES *et al*, 1999). A seguir serão apresentadas breves descrições desses passos.

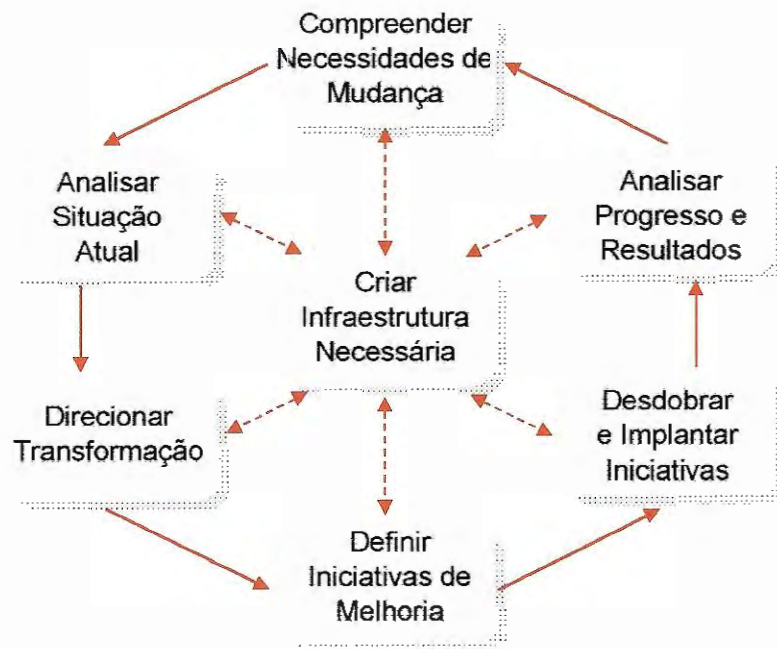
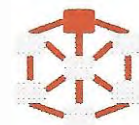


FIGURA 15: A Metodologia de Transformação – *TransMeth*
 Fonte: RENTES *et al*, 1999.



Compreender Necessidades de Mudança

O primeiro passo envolve o reconhecimento, e definição pelos membros da organização, dos **disparadores de mudança** associados ao sistema em análise. O objetivo é responder à pergunta: “Porque precisamos mudar?”.

Os disparadores de mudança podem ser internos ou externos à organização e alguns podem ser mais críticos que outros. A identificação desses disparadores permite à organização comunicar a urgência e importância de esforços específicos de mudança. E embora uma *burning platform* (conjunto de todos os possíveis disparadores de mudança)

seja inicialmente definida através de idéias e interpretações de algumas pessoas-chave, é importante notar que esta ainda não se encontra amplamente difundida, o que é feito mais adiante.

Outra importante saída deste passo são as **expectativas de mudança**. Essas expectativas definem aquilo que os patrocinadores e líderes do projeto esperam obter como resultado do esforço de transformação, áreas (processos, sistemas, unidades funcionais etc.) selecionadas para a mudança, assim como objetivos de melhoria de alto nível.

As saídas desse passo representam uma espécie de permissão ou contrato para o esforço de transformação.



Analisar Situação Atual

O passo seguinte, através de ferramentas e procedimentos, procura responder à pergunta: “Onde estamos agora?”. Primeiramente, procura-se identificar o fluxo de valor agregado da organização através da descrição de alguns elementos:

- Uma declaração da **missão** – porque a organização existe;
- Descrição da **estrutura organizacional** – como a organização encontra-se estruturada para criar produtos e/ou serviços, incluindo equipes de liderança e gerenciamento, a estrutura de trabalho e suas fronteiras, assim como grupos funcionais e a identificação dos relacionamentos entre estes;
- **Análise de entradas e saídas** – fornecedores, entradas, processos, saídas, e clientes;
- **Cadeia de valores agregados** – seqüência de negócios e processos operacionais que definem o fluxo de trabalho através da organização;
- **Mapa de sistema** – descrição hierárquica dos processos principais e de suporte;
- **Mapa de processo** – descrição de alto nível da seqüência de atividades e tarefas que compõe os processos de interesse;

Os elementos acima representam o estado atual da organização (*AS-IS*) e são usados em passo futuro como entradas para o projeto da organização modificada (*TO-BE*). Dependendo do caso, parte ou todos os elementos descritos acima são utilizados.

Um segundo tipo de esforço desenvolvido neste passo é a avaliação de situação. Essa avaliação consiste no uso de técnicas e ferramentas para diagnosticar pontos fortes e fracos da organização assim como oportunidades de melhoria, com base em informações obtidas a

partir de uma ampla coletânea de pessoas e métodos. As saídas geradas neste passo servem para mais tarde direcionar a definição das **iniciativas de melhoria**.

Vários tipos de ferramentas para diagnóstico podem ser utilizadas durante a avaliação de situação, incluindo **diagramas de Ishikawa** ou causa-efeito. Essa ferramenta pode ser utilizada para definir um conjunto de potenciais causas para problemas específicos, tal como baixa qualidade de produtos ou excesso de inventário. De maneira complementar, a **árvore da realidade atual** (GOLDRATT, 1994), da Teoria das Restrições, pode ser usada para identificar relacionamentos entre potenciais causas assim como as poucas e vitais causas-raiz para os problemas e sintomas observados.

Por fim, ainda neste passo, promove-se a consolidação e ampla divulgação da *burning platform* descrevendo as mudanças imprescindíveis para a organização em questão.



Criar Infra-estrutura Necessária

Este passo, localizado no centro da FIGURA 15, apresenta característica ímpar na metodologia no sentido de que estabelece relacionamento (suporta e interage) com todos os outros passos da metodologia e pode ser executado em diferentes momentos. O propósito deste passo é assegurar a existência de infra-estrutura e sistemas de suporte necessários ao esforço de transformação. A pergunta-chave feita nesta etapa é: “Como iremos dar suporte às mudanças?”.

Uma das principais saídas criadas por este passo é a definição da **infra-estrutura de melhoria**, incluindo equipe de liderança para se responsabilizar e gerenciar o projeto de mudança e um ou mais agentes internos para dar suporte ao esforço de transformação. Esses cargos criados fazem parte da chamada comunidade de mudança e é importante que sejam claramente definidos, assim como sua relação com a estrutura formal da organização.



Direcionar Transformação

Uma vez que são conhecidas as respostas para “Porque precisamos mudar?” e “Onde estamos agora?” a pergunta “Para onde queremos ir?” pode ser respondida, de acordo com o estabelecido na visão organizacional. Essa **visão** é usada para capturar o vislumbamento do futuro esperado a longo prazo para a organização. Processos de interação entre grupos são usados para incentivar a definição da visão. Além desta visão outra saída importante são os

princípios, os quais se destinam a direcionar a maneira pela qual a organização irá atingir sua visão.



Definir Iniciativas de Melhoria

Uma vez que um entendimento para “Para onde queremos ir?” é obtido, a próxima pergunta a ser respondida é “Como chegaremos lá?”. Esta pergunta é respondida na forma de **iniciativas de melhoria**. Iniciativas de melhoria são objetivos específicos ou ações planejadas a fim de diminuir a distância entre a situação atual e o futuro desejado descrito na **visão**.

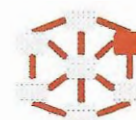
É neste passo da *TransMeth* que os participantes começam a projetar o estado futuro (*TO-BE*) da organização descrito através de **cadeia de valores agregados**, **mapa de sistemas**, **mapa de processos**, **estrutura organizacional** etc. de acordo com a **visão** e **princípios** estabelecidos no passo anterior.

Dependendo do propósito e do escopo das iniciativas de melhoria, diferentes abordagens de desenvolvimento podem ser apropriadas. Por exemplo, se documentação e padronização são apropriadas, um processo de padronização pode ser aplicado. Ou, se melhorias incrementais se fazem necessárias, processos de melhoria contínua são apropriados. Por fim, se mudanças radicais são necessárias, então a reengenharia dos processos de negócio pode ser a mais indicada.



Desdobrar e Implantar Iniciativas

Os melhores planos de melhoria não têm valor se não forem eficientemente desdobrados e implementados. Assim sendo, este passo foi concebido para aumentar a chance de sucesso das implementações. A pergunta-chave feita aqui é: “Como podemos implementar com sucesso?” e as principais saídas geradas por este passo são uma descrição detalhada da estrutura e forma da cooperação da **equipe de implantação** assim como um **plano detalhado das iniciativas**, semelhante a um plano de projeto. Ferramentas e conceitos utilizados neste passo incluem o desenvolvimento de métricas específicas para as iniciativas, o processo de negociação sobre estas medidas, e objetivos estabelecidos entre a equipe de implantação e o patrocinador da transformação.



Analisar Progresso e Resultados

Por fim, o último passo se destina a avaliar se os resultados estão sendo obtidos, avaliar a própria metodologia de transformação, registrar lições aprendidas na medida em que a organização progride, celebrar e recompensar o sucesso obtido. A pergunta-chave deste passo é “Como saberemos se estamos chegando lá?”.

Revisões sistemáticas do progresso da implementação de iniciativas específicas e do impacto que estas causam nas **medidas gerais de desempenho** da empresa são importantes para assegurar que as **iniciativas de melhoria** causem o efeito desejado.

3.3. A *TRANSMETH* E A CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Muitos são os desdobramentos possíveis em termos de aplicação da *TransMeth* na condução de projetos de transformação. Cada projeto, como o significado do próprio termo indica, é único e requer considerações particulares. Nenhuma regra geral existe para a escolha prévia de uma solução (iniciativa de melhoria) sem que o particular sistema produtivo em questão tenha sido adequadamente contextualizado e analisado.

Em outras palavras, segundo a própria lógica da metodologia, a definição das iniciativas de melhoria só é possível após extensa e detalhada análise das características e condições de contorno específicas da organização que está sendo analisada. Tais iniciativas de melhoria tomam então a forma de ações planejadas e controladas a fim de diminuir a distância entre a situação atual e o futuro desejado descrito na visão.

Entretanto, mesmo diante de toda a complexidade própria dos sistemas produtivos, é possível pré-configurar os tipos de iniciativa que, ao longo da história de aplicação da metodologia, se mostrarem mais propensos a serem utilizados. E dessa forma, pode-se criar uma “biblioteca” de iniciativas pré-configuradas genericamente, organizadas por tipologia de negócio ou segmento, destinada a fornecer suporte técnico especializado ao esforço de transformação na medida em que, ao longo do ciclo da *TransMeth*, este se torna naturalmente mais específico.

Essa coleção de iniciativas pré-configuradas genericamente representa conhecimento formalizado sobre o tratamento de problemáticas específicas, tais como: planejamento estratégico, diagnóstico empresarial, reestruturação de processos, simulação de ambientes produtivos, escolha e implantação de sistemas etc.

Em diversas situações, principalmente quando os termos “transformação” e “integração” são utilizados de forma tão próxima como é o caso deste trabalho, iniciativas de melhoria relacionadas ao tratamento de sistemas de informação surgem com grande frequência. Estas, em termos gerais, podem estar relacionadas à escolha e implantação de sistemas corporativos padronizados, à customização destes para situações específicas ou mesmo à construção de sistemas totalmente novos que atendam demandas específicas de determinada organização. De qualquer maneira, seja qual for o caso, existe a necessidade explícita de relacionamento entre dois universos normalmente tratados separadamente: o dos negócios e o da tecnologia.

Neste trabalho, o método para o auxílio ao projeto de sistemas de informação desenvolvido, e que será mais adiante apresentado, deve ser entendido como uma iniciativa de melhoria pré-configurada que irá compor a biblioteca de iniciativas já existente na *TransMeth*. Ainda, sob um ponto de vista mais conceitual, este método representa na verdade, uma relevante contribuição ao tratamento conjunto dos dois universos citados acima (negócios e tecnologia), uma vez que isto se faz totalmente necessário no esforço de transformação enquanto integração.

Entretanto, o principal problema encontrado neste caso é que as linguagens normalmente utilizadas por cada um desses universos são incompatíveis. Mais uma vez, portanto, faz-se necessário o entendimento e o uso de modelos de empresa enquanto elementos propiciadores de unificação semântica. Unificação esta que, cabe neste ponto ser ressaltado, diz respeito não somente à aplicação da iniciativa de melhoria específica de que trata este trabalho mas também à condução da própria metodologia de transformação como um todo.

Assim sendo, antes de serem feitas considerações mais específicas sobre a modelagem de sistemas de informação, descrições detalhadas acerca do significado e do uso de modelos de empresa serão apresentadas.

CAPÍTULO 4: ESCOLHA E ADAPTAÇÃO DE UMA ARQUITETURA DE MODELAGEM DE EMPRESAS

Neste capítulo a atenção será direcionada para o elemento Operações indicado na FIGURA 16. Isso será feito através da consideração de conceitos e métodos próprios para o manuseio dos elementos que compõe o seu detalhe: Organização, Função, Recurso, Informação e Controle. Tais elementos constituem o Nível de Integração Operacional, o qual está diretamente sujeito aos paradigmas fornecidos pelas Arquiteturas de Modelagem de Empresas disponíveis.

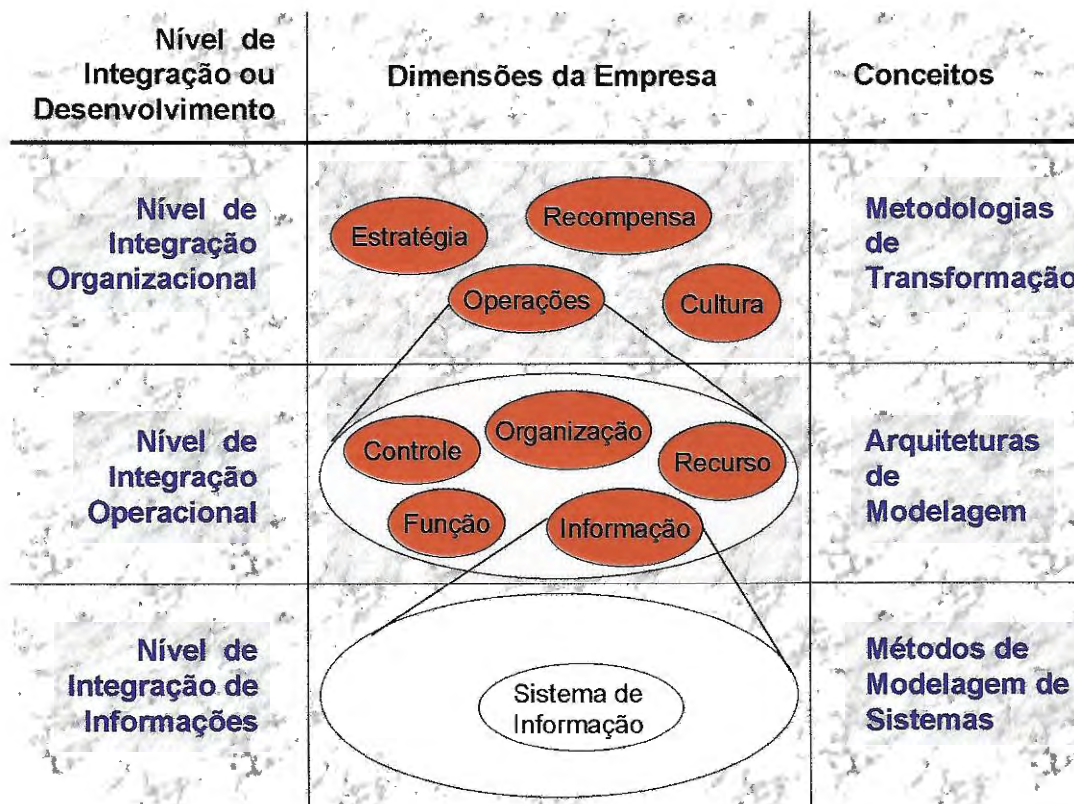


FIGURA 16: Nível de Integração Operacional

Inicialmente, o texto apresenta a arquitetura de referência para a modelagem de empresas selecionada e sua respectiva ferramenta computacional de suporte. No primeiro caso, uma descrição geral acerca dessa arquitetura é fornecida, destacando-se a sua ampla utilização em aplicações de negócio. No que diz respeito à ferramenta computacional de suporte, sua organização interna assim como os métodos de modelagem disponíveis são brevemente detalhados, apresentando assim uma noção de conjunto.

Por fim, com base nessas colocações e em um levantamento mais detalhado dos resultados gerados ao longo dos passos da *TransMeth*, é feita uma proposta para a sistematização dos formalismos de representação utilizado na metodologia. Tal sistematização será amplamente utilizada como referência semântica comum para a inserção integrada à metodologia, do método para modelagem de sistemas de informação descrito no capítulo seguinte.

4.1. ESCOLHA DE UMA ARQUITETURA DE REFERÊNCIA

Os formalismos de modelagem escolhidos como suporte a este trabalho são aqueles próprios da arquitetura *ARIS* (*ARchitecture for integrated Information Systems*) a qual tem sido desenvolvida na Universidade de Saarlandes, na Alemanha. Seu autor é o Prof. Dr. August-Wilhelm Scheer e suas concepções originais são orientadas para os conceitos de desenvolvimento de sistemas destinados à manufatura integrada por computador (SCHEER, 1998b). Atualmente, essa arquitetura tem sido extensivamente utilizada em questões voltadas para a análise e projeto de processos de negócio conforme ilustra a FIGURA 17.

A ferramenta computacional de suporte escolhida é denominada *ARIS Toolset* e foi desenvolvida pela empresa, também alemã, *IDS Prof. Scheer GmbH* em concordância com os conceitos enunciados pela arquitetura *ARIS*.

Vários foram os motivos que levaram à escolha desta arquitetura (e sua ferramenta) porém, destaca-se o fato de ser esta uma arquitetura considerada aberta, uma vez que os formalismos utilizados em suas várias visões e níveis não são fixados indeterminadamente (VERNADAT, 1996). Em outras palavras, tais formalismos, que na verdade representam uma coleção de métodos de modelagem, são suscetíveis a interpretações que dependem da metodologia de referência adotada para o seu uso; no caso, a *TransMeth*.

Também destaca-se o fato de que o foco da arquitetura *ARIS* é essencialmente em Engenharia de *Software* e aspectos organizacionais do projeto do sistema de empresa integrada. São consideradas dimensões de um sistema produtivo tais como funções,

organização, recursos, informações e controle, o que é totalmente compatível com o propósito principal deste trabalho (veja “APÊNDICE: PESQUISA SOBRE O USO DE MODELOS DE EMPRESA”).

Ainda, exerceu influência na decisão a consideração de que, segundo alguns especialistas, essa arquitetura é composta pelos melhores métodos disponíveis, organizados de acordo com critérios de compatibilidade, formando assim uma abordagem estruturada de engenharia. Sua estrutura geral lida com assuntos tradicionais de sistemas produtivos orientados a negócio (tais como processamento de ordem, planejamento e controle da produção, controle de inventário etc.).

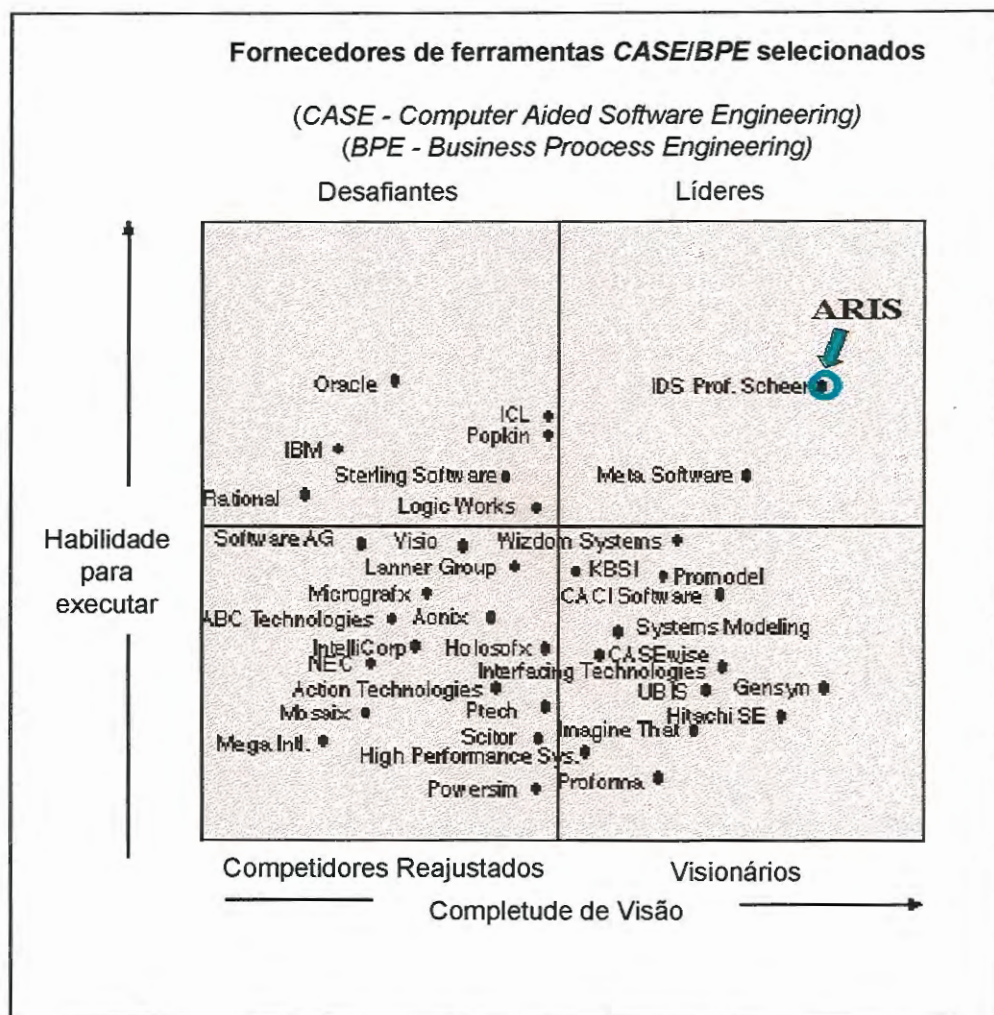


FIGURA 17: Comparação entre Fornecedores de Ferramentas de Modelagem de Empresas Feita pelo Gartner Group

Fontes: Gartner Group's Business Process Re-engineering Strategic Analysis Report Excerpt (GARTNER, 1997) e (SCHEER, 1998).

Cabe por fim destacar que, como a maioria das ferramentas de modelagem de empresas comercialmente disponíveis, o tipo de suporte à integração propiciado pela arquitetura *ARIS* e a ferramenta *ARIS Toolset* se enquadra nos padrões próprios da abordagem de integração baseada em modelos-mestre, o que é compatível com a estrutura da *TransMeth* (veja item “2.2.5. ABORDAGENS DE INTEGRAÇÃO”).

4.1.1. AS DIMENSÕES DA ARQUITETURA *ARIS*



FIGURA 18: Arquitetura *ARIS*

Fonte: SCHEER, 1994.

A arquitetura *ARIS* é definida através de dois componentes complementares. O primeiro deles consiste em algumas vistas descritivas, cuja função é reduzir a alta complexidade dos processos empresariais através da análise de suas partes. Este paradigma permite descrever seu conteúdo com o auxílio de métodos especiais direcionados a cada vista em particular, sem ter que necessariamente se considerar os numerosos relacionamentos existentes entre as demais (veja FIGURA 18). As seguintes vistas descritivas são consideradas:

- funções;
- dados;
- organização;
- controle de processos.

O segundo componente da arquitetura *ARIS* considera vários níveis descritivos. Distingue-se por nível os vários métodos de representação (tipos de modelos) existentes em seu banco de métodos e isso é feito de acordo com sua proximidade com a tecnologia da informação. Dessa forma pode-se realizar uma descrição contínua do negócio, desde aspectos estratégicos de alto nível até a sua implementação técnica promovendo assim o intercâmbio de conceitos entre negócios e tecnologia. São considerados os seguintes níveis descritivos :

- definição de requisitos;
- projeto;
- implementação.

4.1.2. BANCO DE MÉTODOS

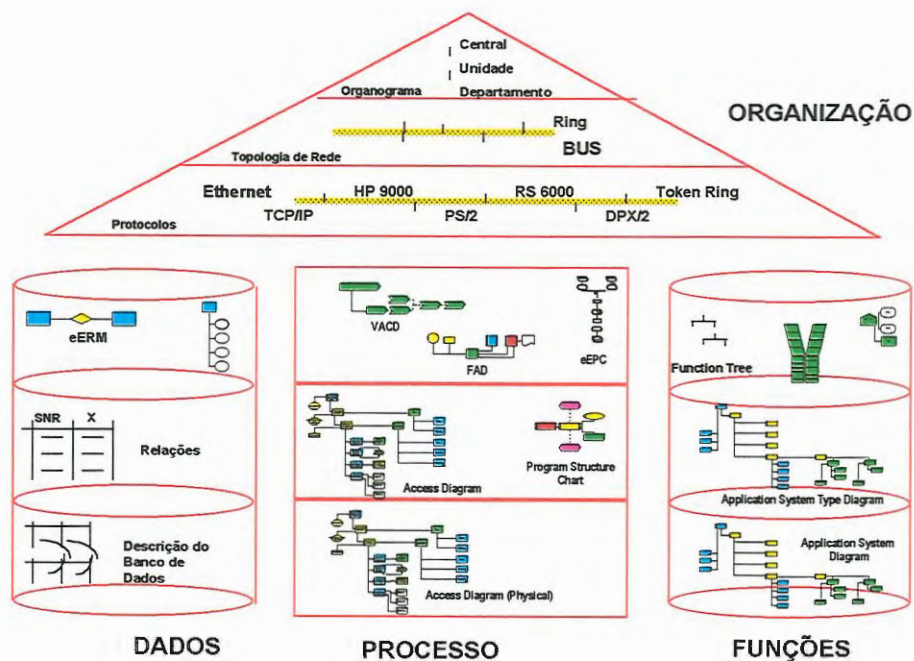


FIGURA 19: *ARIS* com Esquemas de Alguns Métodos de Modelagem Disponíveis

Fonte: *IDS Scheer South America Ltda.*

Em cada uma das vistas e níveis descritivos possíveis no paradigma sugerido por essa arquitetura, existe distinção quanto aos tipos de modelos disponíveis. Cada tipo de modelo possui seus próprios objetos e tipos de conexões, apresenta diferentes características e atende a objetivos distintos.

Uma vez que os tipos de modelos disponíveis são uma função dos níveis descritivos, assim como das vistas descritivas, podemos ressaltar graficamente alguns deles mais consagrados pelo uso (veja FIGURA 19).

Abaixo é apresentada uma lista com os tipos de modelos disponíveis na ferramenta *ARIS Toolset v.3.0* (IDS, 1995) classificados por vista e nível descritivo. Tais modelos pertencem à abordagem de modelagem do tipo descritiva (veja item “2.4.2. ABORDAGENS DE MODELAGEM”). Porém, como são utilizados em um ambiente computacional, esses modelos se beneficiam das propriedades da hipermodelagem, sendo dotados de funcionalidades de análise atribuídas pelo sistema no qual estão inseridos (veja item “2.4.4. FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DE SUPORTE”).

Vista de Funções

Definição de requisitos:

- árvore de funções;
- diagrama Y;
- diagrama de aplicações SAP;
- diagrama de objetivos;

Projeto:

- diagrama de tipo de sistema aplicativo;

Descrição para implementação:

- diagrama de sistemas aplicativos;

Vista de Dados

Análise de requisitos:

- modelo entidade-relacionamento;
- diagrama de materiais;

Projeto :

- diagrama relacional;
- diagrama de alocação de atributos;

Implementação :

- diagrama de tabela;

Vista de **Organização**

Definição de requisitos:

- organograma;

Especificação de projeto:

- topologia de rede;

Descrição para implementação:

- diagrama de rede;

Vista de **Controle de Processos**

Definição de requisitos

Combinando funções com organização:

- cadeia de processos orientada a eventos (EPC);
- diagrama de níveis de função e organização;

Combinando funções com dados:

- cadeia de processos orientada a eventos (EPC);
- diagrama de alocação de funções;
- diagrama de processos em cadeia;
- diagrama de fluxo de informações;
- diagrama de eventos;

Combinando funções, organização e dados:

- cadeia de processos orientada a eventos (EPC);
- diagrama de cadeia de valores agregados;
- diagrama de regras;
- diagrama de comunicações;
- diagrama de classificação;

obs.: modelagem orientada a objeto:

- diagrama de classes;

Especificação de projeto:

Combinando funções com dados

Combinando organização com dados

Combinando organização com funções:

- diagrama de acesso;

Descrição para implementação:

- Combinando funções com dados
- Combinando organizações com dados
- Combinando organizações com funções:
 - diagrama de acesso físico;

Obs.: Na ferramenta *ARIS Toolset v.3.0* (IDS, 1995) o fluxo de materiais entre processos de negócios pode ser ilustrado por tipos especiais de diagramas ou modelos (cadeia de processos orientada a eventos com fluxo de materiais, diagrama de cadeia de processos com fluxo de materiais) os quais representam extensões dos tipos semelhantes já citados.

A arquitetura *ARIS*, através da ferramenta *ARIS Toolset*, fornece uma coleção de métodos de modelagem e uma estrutura em forma de repositório para armazenar quaisquer modelos que venham a ser gerados. Isso, naturalmente, impõe certas restrições de modelagem próprias desse paradigma. Entretanto, cabe ressaltar que a maneira específica como tais métodos serão utilizados em um projeto depende da consideração de um conjunto de instruções de referência. Tais instruções visam estabelecer exatamente quais desses modelos são necessários e em que ordem estes devem ser criados a fim de se atingir um determinado objetivo. No caso deste trabalho, tais instruções encontram-se sistematizadas em uma metodologia para gerenciamento de projetos de transformação organizacional – a *TransMeth*.

4.1.3. O MÉTODO *EPC*

Dentre os métodos de modelagem apresentados acima, um deles merece atenção especial. Trata-se do método *EPC* – *Event-driven Process Chain* (ou cadeia de processos orientada a eventos). Este método possui forte efeito integrador enquanto componente da arquitetura *ARIS*, pois possibilita o inter-relacionamento entre suas várias vistas descritivas, através da consideração simultânea de várias dimensões (funções, dados, organização e controle) como pode ser observado na FIGURA 20.

O método *EPC* foi desenvolvido no Instituto para Sistemas de Informação (*IWi*) da Universidade de Saarlandes, Alemanha, em colaboração com a empresa alemã *SAP AG*. Seus conceitos são baseados em fundamentos de Processos Estocásticos assim como em Redes de Petrie. Este fato, portanto, evidencia a sua utilização na modelagem de sistemas *ERP* reconhecidos mundialmente, como o já mencionado *R3* da *SAP* (SCHEER, 1998).

Um dos componentes principais das cadeias *EPC* são os eventos, os quais evidenciam a característica dinâmica dos processos. Os eventos representam a ocorrência de fatos significativos em determinado ponto do tempo. São criados como resultado do processamento de funções internas ou de agentes externos ao universo do modelo. Sua ocorrência dispara mensagens transmitindo a vários endereços o fato de que ele ocorreu. Essas mensagens podem ser enriquecidas com novas informações e podem, por sua vez, disparar novas funções.

Eventos podem se ligar uns aos outros de várias maneiras complexas. Por exemplo, pode ser necessário que múltiplos eventos ocorram antes que uma função possa ser disparada. Por outro lado, múltiplas funções podem ser disparadas a partir de um único evento ou mesmo pode ocorrer de ser necessário que várias funções sejam concluídas para que um evento seja disparado. Tudo depende da configuração do modelo estabelecido.

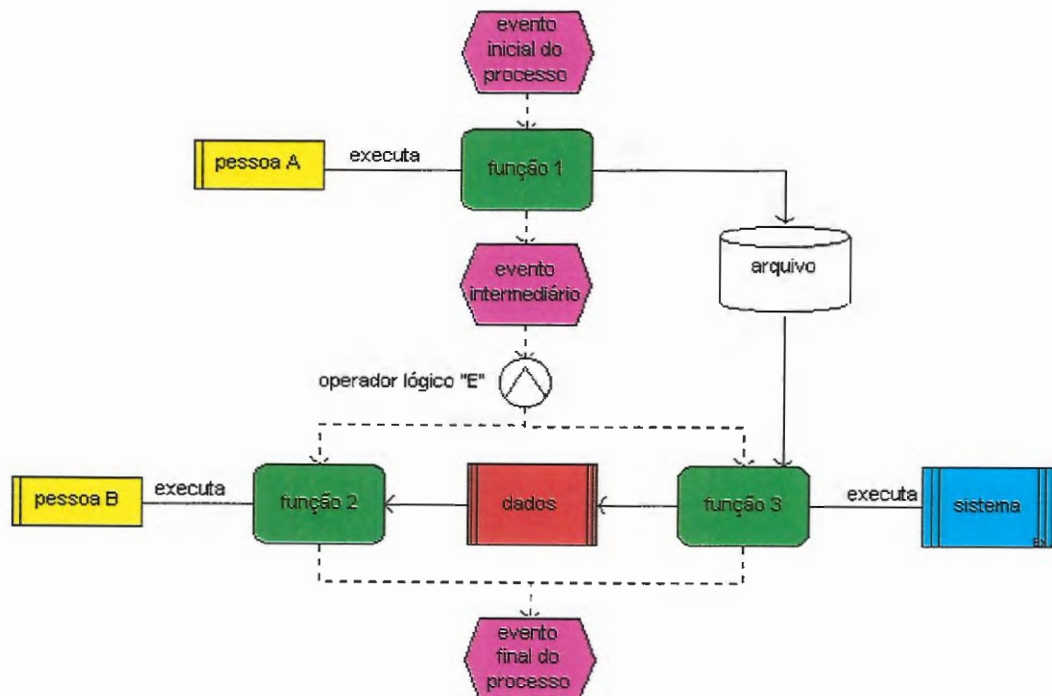


FIGURA 20: EPC Genérico

Fonte: IDS, 1995.

As funções são atividades desenvolvidas ao longo do tempo transformando algum tipo de entrada em algum tipo de saída. Sua duração é determinada pela ocorrência de eventos anteriores e posteriores que marcam respectivamente o início e o término do processamento. Para que cada função seja desempenhada é necessário que a esta sejam alocados recursos,

sejam eles humanos nos casos das funções manuais ou algum tipo de máquina, equipamento ou sistema no caso das funções automatizadas.

Dois tipos fundamentais de funções podem ser identificadas nos ambientes produtivos. O primeiro tipo refere-se àquelas funções que ao longo de sua execução processam dados de entrada e geram dados de saída. Esse tipo é conhecido como “funções de escritório ou de serviço”. Um segundo tipo de função é formado por aquelas que além de processar dados, processam também materiais. Essas são chamadas “funções de manufatura”. Neste trabalho essa distinção de nomenclatura não será feita uma vez que se justifica devido a um caráter meramente classificatório. Assim sendo, o termo utilizado será simplesmente “função” e os conceitos aqui tratados serão válidos para ambos os casos.

Por definição, processos de negócio são seqüências lógicas de tarefas com início e fim bem definidos. Sendo assim, é adequada a utilização do método *EPC* para representar por completo a seqüência limitada de eventos e funções que constitui cada um dos processos de negócio analisados em qualquer nível de detalhes que se fizer necessário.

Isso é válido seja o processo em análise parcial ou totalmente implementado e automatizado na forma de um sistema de informações. Em outras palavras, de acordo com estes conceitos, o formalismo a ser utilizado neste trabalho para expressar o processamento do negócio será o mesmo utilizado para descrever o processamento de informações, deixando, dessa forma, bastante explícita a semelhança de características existentes entre um sistema produtivo como um todo e os chamados sistemas baseados em computador.

Obs.: De fato, vários desenvolvedores de *softwares* corporativos, como é o caso da *Baan*, oferecem a opção de configurar suas soluções específicas em sistemas de informação a partir de modelos de processos de negócio (SCHEER, 1998b).

4.1.4. A FERRAMENTA *ARIS TOOLSET*

A base de sustentação do *ARIS Toolset* é o gerenciamento de um banco de dados relacional que integra seus componentes individuais. Este repositório de dados armazena informações sobre os métodos de modelagem disponíveis (meta-dados e meta-estrutura) assim como os próprios modelos desenvolvidos pelo usuário (dados-usuário).

Os meta-dados no *ARIS Toolset* são baseados no modelo de informações *ARIS* desenvolvido pelo Prof. Scheer e isto define os métodos conceituais disponíveis ao usuário. Complementando os meta-dados, bancos de dados do usuário podem ser criados para o gerenciamento de modelos criados ou usados por este. Ou seja, meta-dados formam a

estrutura (meta-estrutura) para o armazenamento das informações contidas nos bancos de dados do usuário, as quais podem assim serem lidas ou processadas por componentes individuais da ferramenta.

Embora as versões atuais dessa ferramenta sejam constituídas por diversos componentes tais como Modelagem, Análise, Navegação, Simulação, Gerenciamento de Conhecimento entre outros, aqueles componentes mais relevantes a esse trabalho, em específico, serão apresentados abaixo (IDS, 1995):

O Componente de Modelagem

Este é o componente básico da ferramenta. Através dele uma descrição global da empresa pode ser feita, o que significa que a documentação da implementação em processamento de dados da estrutura requisitada pode ser feita conjuntamente com a estrutura de negócios.

Além de permitir a documentação de sistemas de informação, este componente suporta a definição dos requisitos individuais da empresa a fim de facilitar a seleção de *softwares* aplicativos padronizados. A definição customizada desses requisitos pode assumir a forma de modelos de funções, dados, processos e de organização. Uma vez disponíveis, tais modelos de requisitos podem ser comparados com modelos de empresas específicos a fim de auxiliar a escolha do sistema padronizado mais adequado para o caso analisado.

O Componente de Modelagem suporta ainda o primeiro e mais importante passo para o desenvolvimento de *softwares* customizados, ou seja, a definição de requisitos de negócios para *software*. A grande importância deste primeiro passo se deve ao fato de o espectro de desempenho dos requisitos e a flexibilidade de aplicação do futuro *software* serem definidos nesta primeira fase. Essa ferramenta auxilia tal tarefa através da geração e documentação de modelos de dados, funções e processos de forma integrada.

Abaixo é apresentada uma lista de possíveis áreas de aplicação deste componente da ferramenta:

- modelagem de processos de negócios;
- modelagem de sistemas aplicativos padronizados;
- concepção de requisitos para *softwares* customizados;
- documentação do ambiente de processamento de dados existente;
- produção de planos para arquitetura de tecnologias de informação.



O Componente de Análise

O Componente de Análise do *ARIS Toolset* por sua vez, oferece funcionalidades para analisar modelos gerados pelo Componente de Modelagem e para auxiliar o trabalho com modelos de referência. A base para se gerar modelos consiste em uma classificação por tipologia da empresa a ser determinada, e modelos de referência para o ramo de negócio. Os modelos obtidos podem ainda ser modificados pelo usuário a fim de formar uma base de comparação (modelos *AS-IS versus* modelos *TO-BE*).

Tanto o esquema de tipologia da empresa como as regras baseadas em conhecimento que suportam a estrutura de planejamento de modelos, são configuráveis e expansíveis, se necessário. Esta entrada de informações é feita com o Componente de Modelagem e tipos de modelos especialmente definidos para o caso.

Opções para a análise de modelos dinâmicos (aplicável ao método *EPC*) são oferecidas como parte da análise de índices. Através da consideração de tipos de custos e tempos, vários cálculos podem ser realizados a fim de permitir a análise detalhada de processos de negócio.

As áreas de aplicação do Componente de Análise são :

- geração de modelos baseados em tipologias de empresas e modelos de referência por ramos de negócio;
- comparação de modelos (*AS-IS versus TO-BE*) a fim de evidenciar ações necessárias;
- análise e avaliação de processos de negócio (custos e tempos) a fim de evidenciar pontos fracos e potencial de racionalização;
- comparação de modelos de referência de vários fornecedores de *software* com modelos de requisitos da empresa a fim de tornar a seleção de sistemas aplicativos mais eficiente e transparente.

O Componente de Navegação

Ao passo que o Componente de Modelagem do *ARIS Toolset* auxilia a geração de modelos de empresas, o Componente de Navegação assegura a sua apresentação customizada de maneira personalizada.

O conceito que suporta o Componente de Navegação auxilia redução da complexidade entre os modelos de dados, funções, organização e controle. Uma vez que, por definição, cada um desses modelos representa somente uma parte do todo, existem neste componente recursos para a visualização das operações lógicas entre modelos de quaisquer vistas e níveis descritivos. Por exemplo, ao gerenciamento de informações interessa quais dados contidos em um modelo de dados servem como entrada ou saída para funções de negócio, ou ainda, quais unidades em um organograma executam funções ou processam dados.

Este componente da ferramenta tem as seguintes áreas de aplicação:

- visualização de sobreposições e *interfaces* entre sub-áreas da empresa;
- comparação de conteúdos em modelos de dados, funções, organização e processos;
- realização de cursos de treinamento baseados em computador;
- criação de base para relatório de progresso de projetos .

4.2. A *TRANSMETH* SOB UMA PERSPECTIVA DE MODELAGEM

Um primeiro importante resultado deste trabalho é a adequação dos formalismos utilizados na *TransMeth* em relação a arquitetura de modelagem de empresas de referência escolhida (*ARIS*) assim como a utilização desses modelos através de uma ferramenta computacional de suporte relacionada (*ARIS Toolset*).

O objetivo dessa adequação de formalismos é criar a referência semântica comum necessária para a integração do método para modelagem de sistemas de informação aqui mais adiante proposto, com a própria metodologia de transformação no qual o trabalho se fundamenta. Dessa forma, embora cada caso de aplicação da metodologia tenha suas próprias características, importante contribuição é fornecida para a sistematização do uso de conceitos de modelagem e integração de empresas em projetos de transformação conforme estabelecido no objetivo deste trabalho.

4.2.1. ANÁLISE E DESCRIMINAÇÃO DOS RESULTADOS GERADOS AO LONGO DOS PASSOS DA *TRANSMETH*

A fim de se estabelecer o formalismo de modelagem a ser utilizado nas aplicações genéricas da *TransMeth*, em primeiro lugar foi feita uma análise detalhada de cada um dos

passos que compõe a metodologia, identificando e formalizando os resultados genéricos esperados em cada um deles.

Em seguida, foram feitos estudos de compatibilidade de tais resultados com os formalismos de representação disponíveis na ferramenta *ARIS Toolset*, identificando assim os tipos de modelos adequados a cada caso.

Passos da Metodologia	Saídas Criadas em Cada Passo	Representação Através de Modelos ARIS ou Arquivos Conectados
Compreender Necessidades de Mudança	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disparadores de Mudança ✓ Expectativas de Mudança 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Arquivo <i>MS Word</i> (conectado) ✓ Arquivo <i>MS Word</i> (conectado)
Analisar Situação Atual	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Missão da Empresa ✓ <i>Burning Platform</i> ✓ Análise de Entradas e Sairas ✓ Estrutura Organizacional (AS-IS) ✓ Cadeia de Valores Agregados (AS-IS) ✓ Árvore da Realidade Atual e Diagrama de Ishikawa ✓ Mapa do Sistema (AS-IS) ✓ Mapa de Processos (AS-IS) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Arquivo <i>MS Word</i> (conectado) ✓ Arquivo <i>MS Word</i> (conectado) ✓ Cadeia de Valores Agregados ✓ Organograma ✓ Cadeia de Valores Agregados ✓ Diagrama de Eventos ✓ Árvore de Funções ✓ EPC
Criar Infra-estrutura Necessária	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Infra-Estrutura de Melhoria ✓ Diretório de Transformação ✓ Sistema de Medidas Visível ✓ Alinhamento de Processos de Planejamento 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Organograma ✓ Arquivo <i>MS Word</i> (conectado) ✓ Modelo Entidade-relacionamento ✓ Diagrama de Objetivos
Direcionar Transformação	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Visão ✓ Princípios 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Arquivo <i>MS Word</i> (conectado) ✓ Arquivo <i>MS Word</i> (conectado)
Definir Iniciativas de Melhoria	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>The Wall</i> ✓ Iniciativas de Melhoria ✓ Detalhamento das Iniciativas de Melhoria 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Arquivo <i>MS Project</i> (conectado) ✓ Árvore de Funções ✓ EPC
Desdobrar e Implementar Iniciativas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planos de Iniciativa ✓ Cadeia de Valores Agregados (TO-BE) ✓ Mapa do Sistema (TO-BE) ✓ Mapa de Processos (TO-BE) ✓ Estrutura Organizacional (TO-BE) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ EPC ✓ Cadeia de Valores Agregados ✓ Árvore de Funções ✓ EPC ✓ Organograma
Analisar Progresso e Resultados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plano de Recompensa e Reconhecimento ✓ Atualizações das Iniciativas de Melhoria 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Arquivo <i>MS Word</i> (conectado) ✓ Arquivo <i>MS Word</i> (conectado)

TABELA 5: Saídas da *TransMeth* e Formas de Representação Sugeridas

A maior parte dos modelos adotados para representar os resultados da *TransMeth* estão alocados no primeiro nível descritivo da arquitetura *ARIS* (Definição de Requisitos, veja FIGURA 18). No caso em que não foi possível ou foi indesejável adotar um tipo de

modelo disponível na ferramenta *ARIS Toolset* para representar um determinado resultado, utilizou-se notações complementares conectadas tais como arquivos *MS Word*, *MS Excel* ou *MS Project*.

A TABELA 5, portanto, apresenta uma relação das saídas obtidas em cada passo da *TransMeth* e a sugestão de representação destas através de modelos de empresa próprios da arquitetura *ARIS* e notações complementares.

4.2.2. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

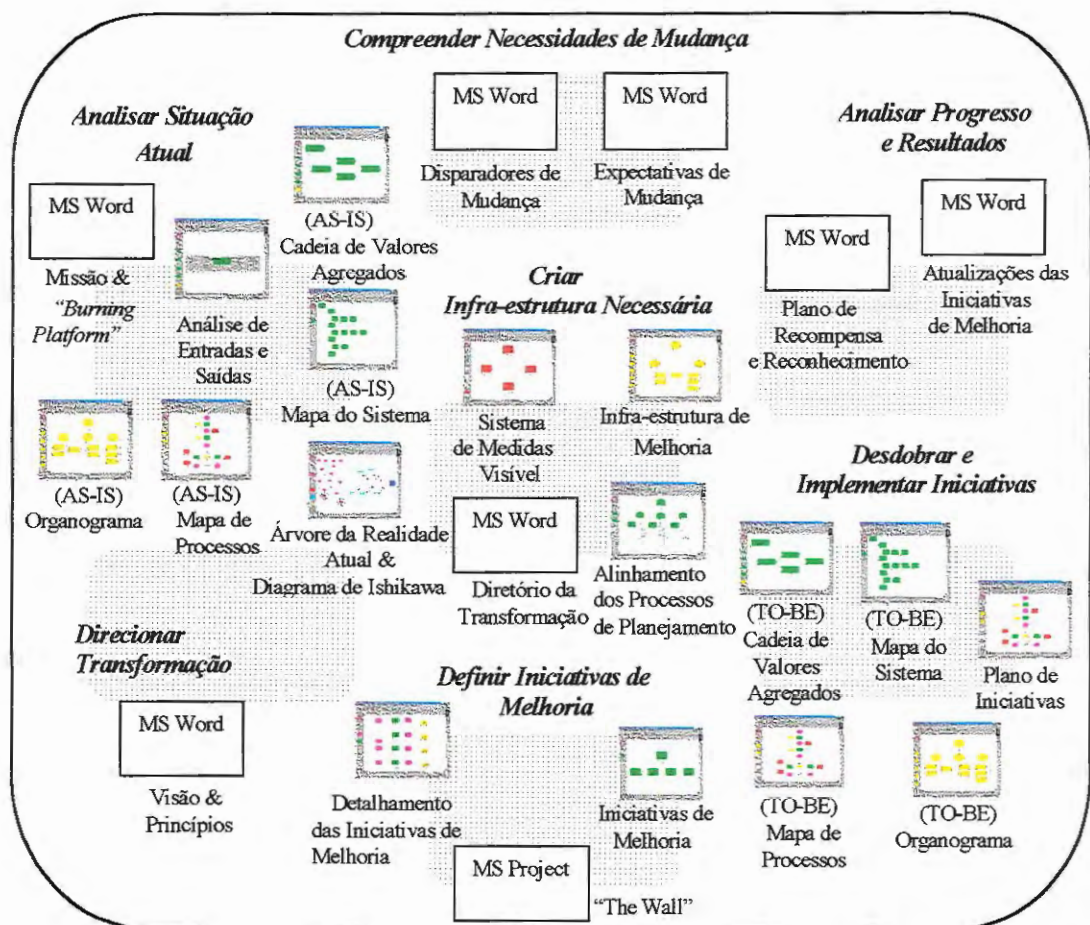


FIGURA 21: Representação Gráfica das Saídas da *TransMeth*

Uma representação gráfica dos resultados obtidos pode ser observada na FIGURA 17. Esta figura constitui uma imagem primária da alocação dos tipos de modelo citados acima ao longo de uma aplicação genérica da metodologia.

A existência dessa imagem é relevante na medida em que auxilia a familiarização com os objetos que compõe cada um dos tipos de modelos adotados. Entretanto, cabe ressaltar

que não se pretende aqui realizar uma descrição detalhada das lógicas de inter-relacionamento entre cada um desses objetos. Isso será feito somente no próximo capítulo no que diz respeito às representações específicas adotadas para a condução do método proposto neste trabalho.

De qualquer maneira, breves considerações acerca das representações adotadas serão feitas de tal forma a identificar os métodos de modelagem que estão sendo utilizados em cada caso como pode ser observado nas figuras a seguir:

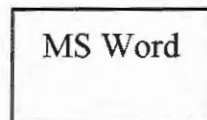


FIGURA 22: Disparadores de Mudança

Formalismo de Representação: Linguagem humana escrita.

Conteúdo: Fatores internos ou externos à organização (sistema em análise), que indicam claramente a necessidade de implementação de mudanças a fim de se atingir um estado de desempenho desejado.

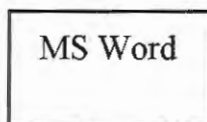


FIGURA 23: Expectativas de Mudança

Formalismo de Representação: Linguagem humana escrita.

Conteúdo: Descrições dos resultados esperados pelos líderes e patrocinadores com a condução do projeto de transformação organizacional. Indicações de áreas a serem analisadas e objetivos de alto nível visados.

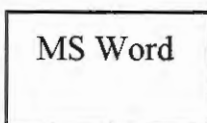
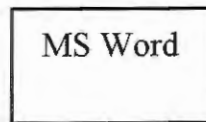


FIGURA 24: Missão

Formalismo de Representação: Linguagem humana escrita.

Conteúdo: Uma sentença que define o objetivo maior que justifica a existência da organização (sistema produtivo em análise).

FIGURA 25: *Burning Platform*

Formalismo de Representação: Linguagem humana escrita.

Conteúdo: Uma descrição do fator de prioridade máxima que impele a organização a mudar, obtida a partir dos Disparadores de Mudança.

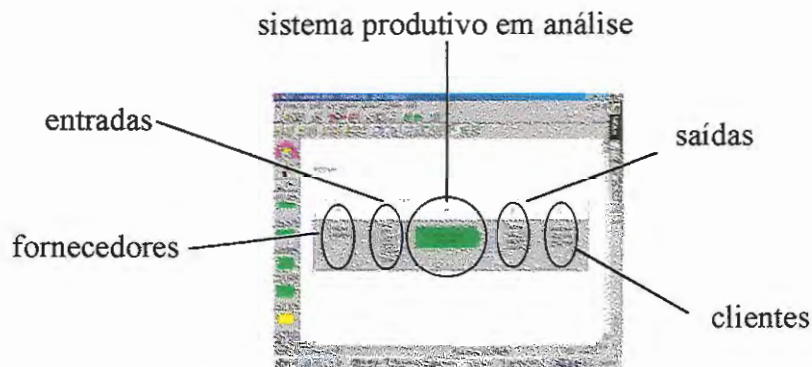
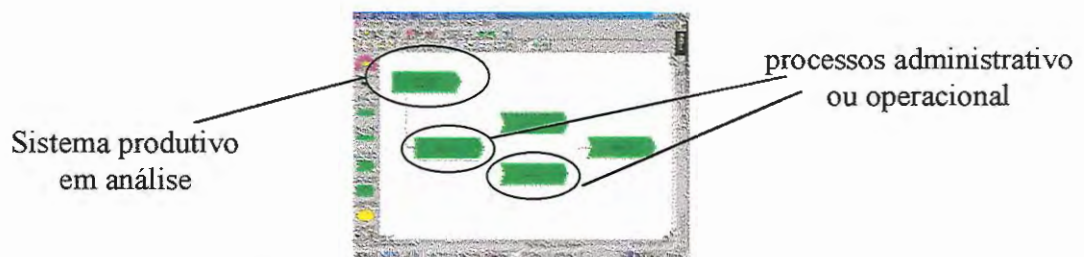


FIGURA 26: Análise de Entradas e Saídas

Formalismo de Representação *ARIS*: Cadeia de Valores Agregados.

Conteúdo: Formalização das fronteiras do sistema produtivo em análise. Descrição, neste nível de detalhes, dos fornecedores, entradas, saídas e clientes do sistema.

FIGURA 27: Cadeia de Valores Agregados (*AS-IS*)

Formalismo de Representação *ARIS*: Cadeia de Valores Agregados.

Conteúdo: Descrição de alto nível da seqüência de processos administrativos e operacionais que definem o fluxo de trabalho estabelecido para a organização ou sistema em análise.

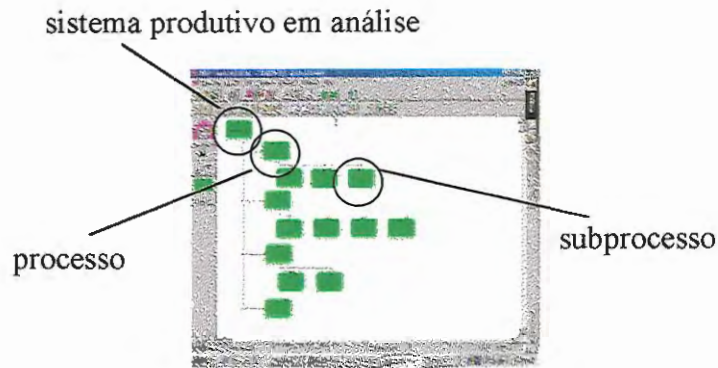


FIGURA 28: Mapa do Sistema (AS-IS)

Formalismo de Representação *ARIS*: Árvore de Funções.

Conteúdo: Uma descrição da explosão hierárquica, em níveis de detalhe crescentes, dos processos principais e de suporte que definem a dimensão funcional da atual configuração do sistema em análise.

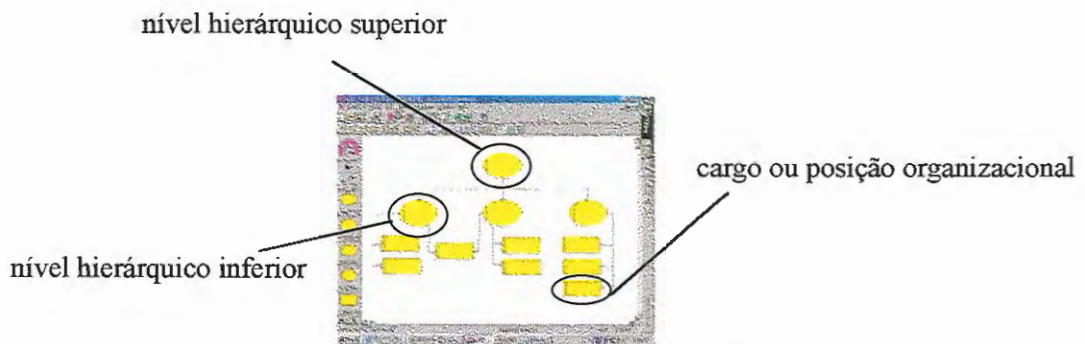


FIGURA 29: Organograma (AS-IS)

Formalismo de Representação *ARIS*: Organograma.

Conteúdo: Descrição de como os elementos organizacionais encontram-se estruturados a fim de gerar produtos e/ou serviços. Indicação de hierarquias estabelecidas para a tomada de decisão, times de liderança e gerenciamento, estrutura de trabalho e suas fronteiras, grupos funcionais, etc.

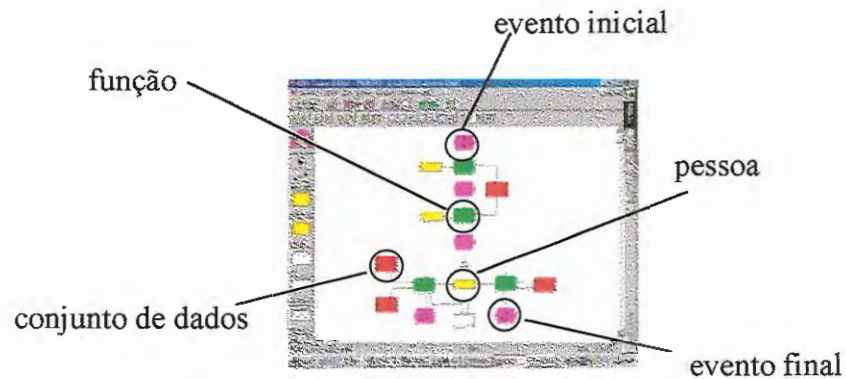


FIGURA 30: Mapa de Processos (AS-IS)

Formalismo de Representação *ARIS*: Cadeia de Processos Orientados a Eventos – *EPC*.
 Conteúdo: Descrição da seqüência lógica de funções (atividades) e eventos que compõe um determinado processo de negócio no nível de detalhes desejado. Identificação dos recursos alocados, fluxos de informações envolvidos e responsabilidades administrativas que compõe a atual configuração do processo em questão.



FIGURA 31: Árvore da Realidade Atual

Formalismo de Representação *ARIS*: Diagrama de Eventos.
 Conteúdo: Descrição do inter-relacionamento (causa e efeito) existente entre potenciais efeitos indesejáveis identificados, promovendo assim a identificação das causas-raiz dos problemas analisados.

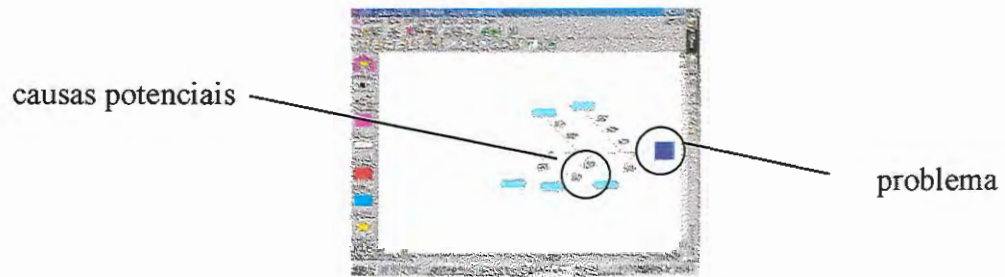


FIGURA 32: Diagrama de Ishikawa

Formalismo de Representação *ARIS*: Diagrama de Eventos (notações complementares).

Conteúdo: Ilustração de um conjunto de causas potenciais que levam a um determinado problema, tal como qualidade ruim de produtos ou excesso de inventário.

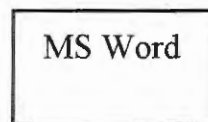


FIGURA 33: Visão

Formalismo de Representação: Linguagem humana escrita.

Conteúdo: Descrição do futuro esperado para a organização a longo prazo.

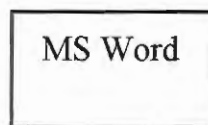


FIGURA 34: Princípios

Formalismo de Representação: Linguagem humana escrita.

Conteúdo: Descrição de como a organização espera alcançar os anseios descritos na Visão.

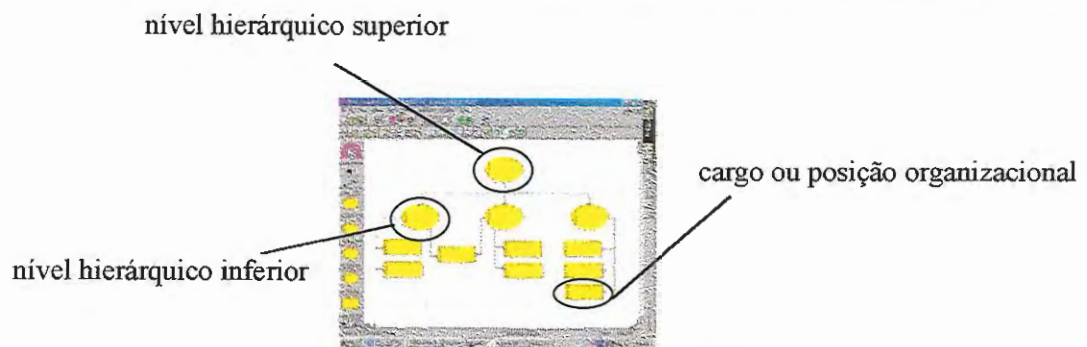


FIGURA 35: Infra-estrutura de Melhoria

Formalismo de Representação *ARIS*: Organograma.

Conteúdo: Descrição de um grupo de liderança e agentes internos responsáveis por conduzir o projeto de transformação.

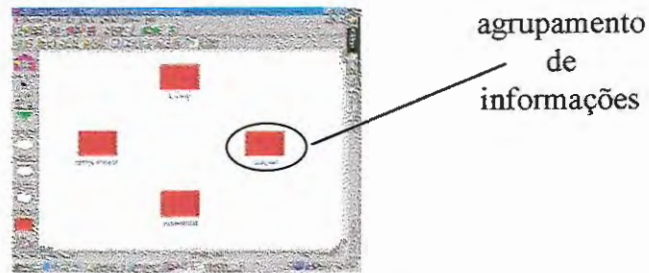


FIGURA 36: Sistema de Medidas Visível

Formalismo de Representação *ARIS*: Modelo Entidade-relacionamento – MER.

Conteúdo: Agrupamento de informações sobre o desempenho de grupos e processos internos à organização, com o propósito de fornecer suporte a decisões relativas ao esforço de melhoria em andamento.

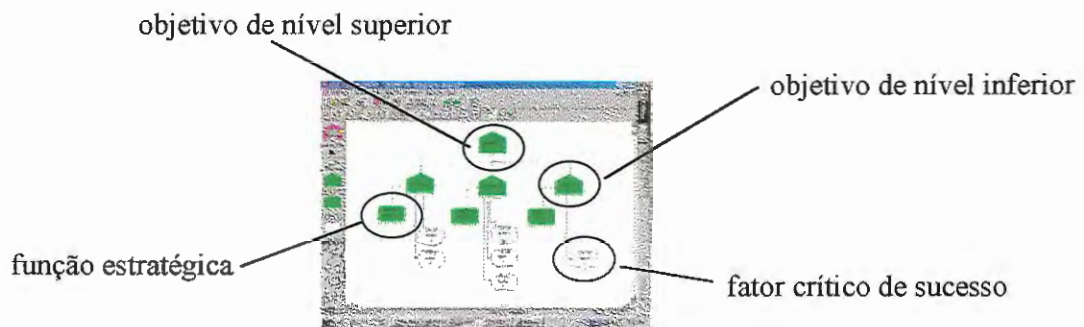


FIGURA 37: Alinhamento dos Processos de Planejamento

Formalismo de Representação *ARIS*: Diagrama de Objetivos.

Conteúdo: Agrupamento de planejamentos de diferentes naturezas referentes à organização analisada. Isso pode envolver, portanto, não apenas os planos referentes ao esforço de melhoria conduzido através do projeto de transformação, como também outros tipos tais como: planejamento de recursos humanos, planejamento orçamentário, etc.

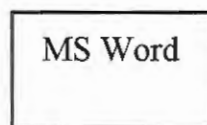


FIGURA 38: Diretório da Transformação

Formalismo de Representação: Linguagem humana escrita.

Conteúdo: Conjunto de instruções de apoio ao processo de transformação: (1) como esforços em treinamento e educação serão desenvolvidos; (2) como informação acerca de iniciativas, progressos e resultados será compartilhada; (3) como a comunicação dos riscos será feita; e (4) como a contabilidade dos prêmios e reconhecimentos se efetivará.

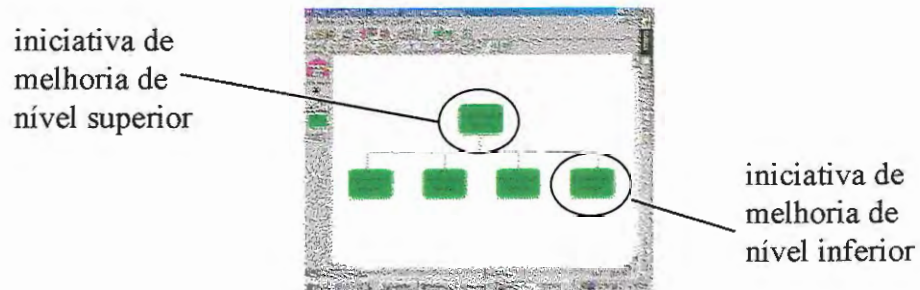


FIGURA 39: Iniciativas de Melhoria

Formalismo de Representação *ARIS*: Árvore de Funções.

Conteúdo: Descrição hierárquica das ações planejadas a fim de diminuir a distância entre a situação atual e o futuro desejado descrito na Visão.



FIGURA 40: Detalhamento das Iniciativas de Melhoria

Formalismo de Representação *ARIS*: Cadeia de Processos Orientados a Eventos – *EPC*.

Conteúdo: Descrição dos problemas-raiz que levam à condução de cada Iniciativa de Melhoria, os responsáveis pela sua implementação e os efeitos esperados.

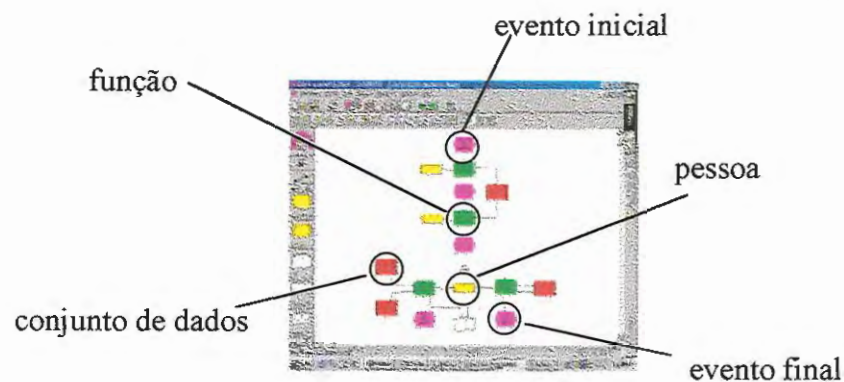
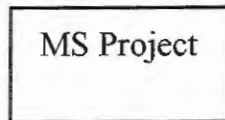


FIGURA 41: Plano de Iniciativas

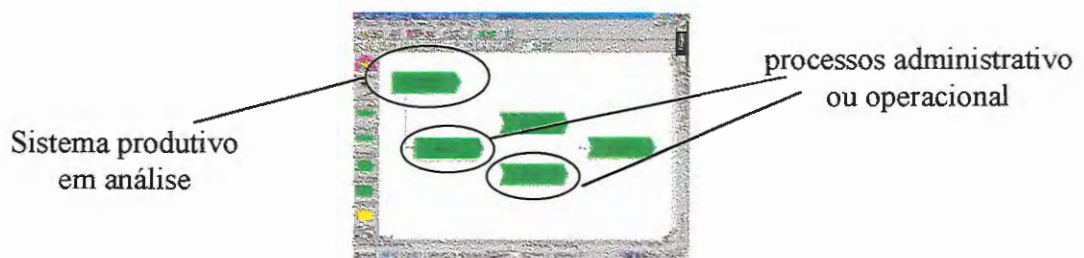
Formalismo de Representação *ARIS*: Cadeia de Processos Orientados a Eventos – *EPC*.

Conteúdo: Descrição detalhada em termos processuais de cada iniciativa de melhoria a ser implementada.

FIGURA 42: *The Wall*

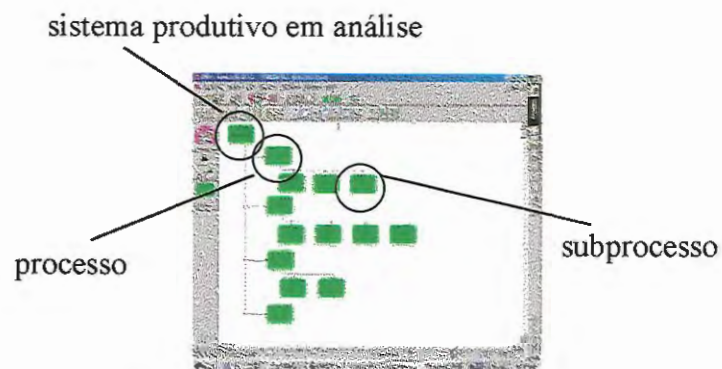
Formalismo de Representação: Gráficos de Gantt.

Conteúdo: Descrição do cronograma de implementação das Iniciativas de Melhoria.

FIGURA 43: Cadeia de Valores Agregados (*TO-BE*)

Formalismo de Representação *ARIS*: Cadeia de Valores Agregados.

Conteúdo: Descrição da nova cadeia de valor de alto nível proposta para a organização como resultado da implantação das Iniciativas de Melhoria.

FIGURA 44: Mapa do Sistema (*TO-BE*)

Formalismo de Representação *ARIS*: Árvore de Funções.

Conteúdo: Descrição do novo Mapa de Sistema proposto para a organização como resultado da implantação das Iniciativas de Melhoria.

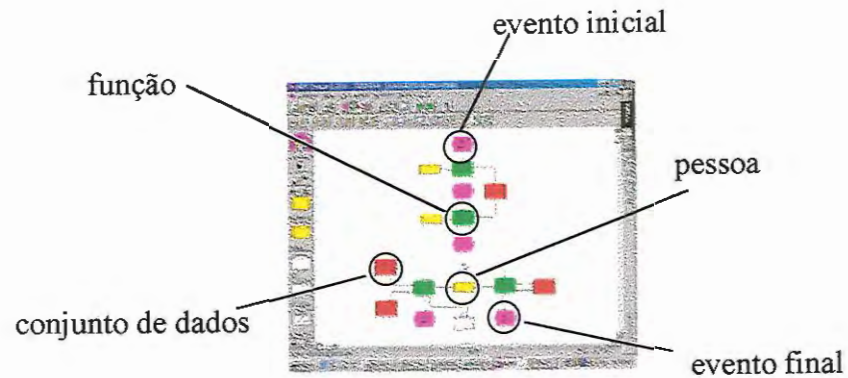


FIGURA 45: Mapa de Processos (TO-BE)

Formalismo de Representação ARIS: Cadeia de Processos Orientados a Eventos – EPC.

Conteúdo: Descrição de processos de negócio que compõe a configuração futura planejada para a organização como resultado da implantação das Iniciativas de Melhoria.

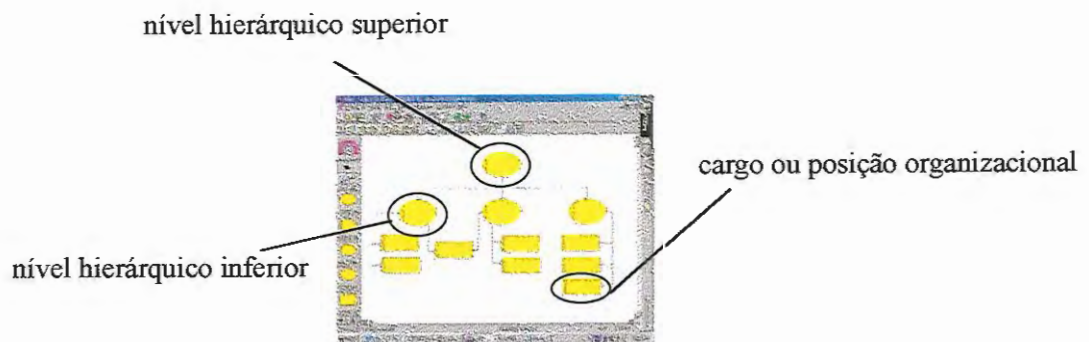


FIGURA 46: Organograma (TO-BE)

Formalismo de Representação ARIS: Organograma.

Conteúdo: Nova configuração organizacional proposta com o desdobramento das Iniciativas de Melhoria adotadas.

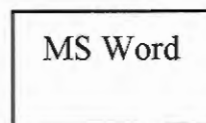


FIGURA 47: Plano de Recompensas e Reconhecimento

Formalismo de Representação: Linguagem humana escrita.

Conteúdo: Descrição da maneira como o esforço despendido no projeto será recompensado.

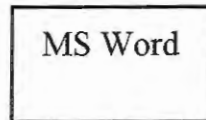


FIGURA 48: Atualizações das Iniciativas de Melhoria

Formalismo de Representação: Linguagem humana escrita.

Conteúdo: Registro das Iniciativas de Melhoria adotadas no presente ciclo de aplicação da *TransMeth* a fim de atualizar a própria metodologia. Tais registros deverão contribuir para a atualização de uma biblioteca de Iniciativas de Melhoria pré-configuradas. Tais referências, portanto, poderão ser utilizadas no futuro durante a condução de projetos de transformação semelhantes.

CAPÍTULO 5: PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA A MODELAGEM DE SISTEMAS INTEGRADOS DE INFORMAÇÃO

Neste capítulo, o terceiro nível da FIGURA 49 (Nível de Integração de Informações) será abordado. Inicialmente, breves considerações sobre a caracterização das situações de modelagem de sistemas de informação enquanto situações de projeto serão fornecidas. Em seguida, o método para modelagem de sistemas integrados de informação será apresentado utilizando-se notações próprias da arquitetura *ARIS* como suporte. Dessa forma, ao término deste capítulo, fechar-se-á o ciclo de contextualização do trabalho apresentado inicialmente através da FIGURA 1.

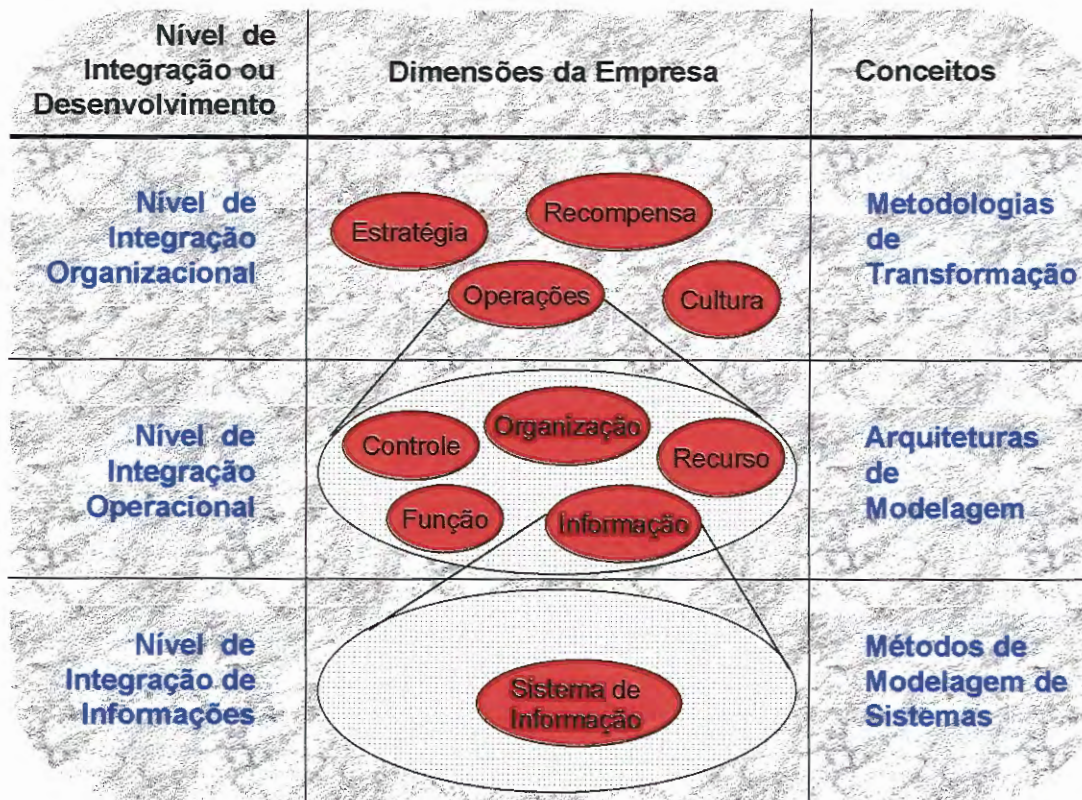


FIGURA 49: Nível de Integração de Informações

Em seguida, o capítulo 6 apresentará um breve relato de um projeto real envolvendo a aplicação da *TransMeth* com a utilização do método aqui proposto, criando, dessa forma, condições para a discussão da validade das propostas descritas neste trabalho.

5.1. A MODELAGEM DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO É UMA QUESTÃO DE PROJETO

Os métodos de modelagem devem possuir propósitos, ou seja, objetivos para os quais se destinam. Neste trabalho, destacam-se duas das possíveis finalidades para a modelagem de empresas, as quais estão intimamente relacionadas: (1) análise e integração de processos de negócio e (2) construção de sistemas de informação.

A análise e integração dos processos de negócio de uma empresa, de maneira geral, consiste em intervir sobre um determinado conjunto de modelos, os quais descrevem a atual configuração da organização (modelos *AS-IS*), de tal forma a efetuar modificações, gerando e implementando modelos (modelos *TO-BE*) de uma configuração futura desejável, dotada de maior nível de integração ou sinergia (veja FIGURA 50).

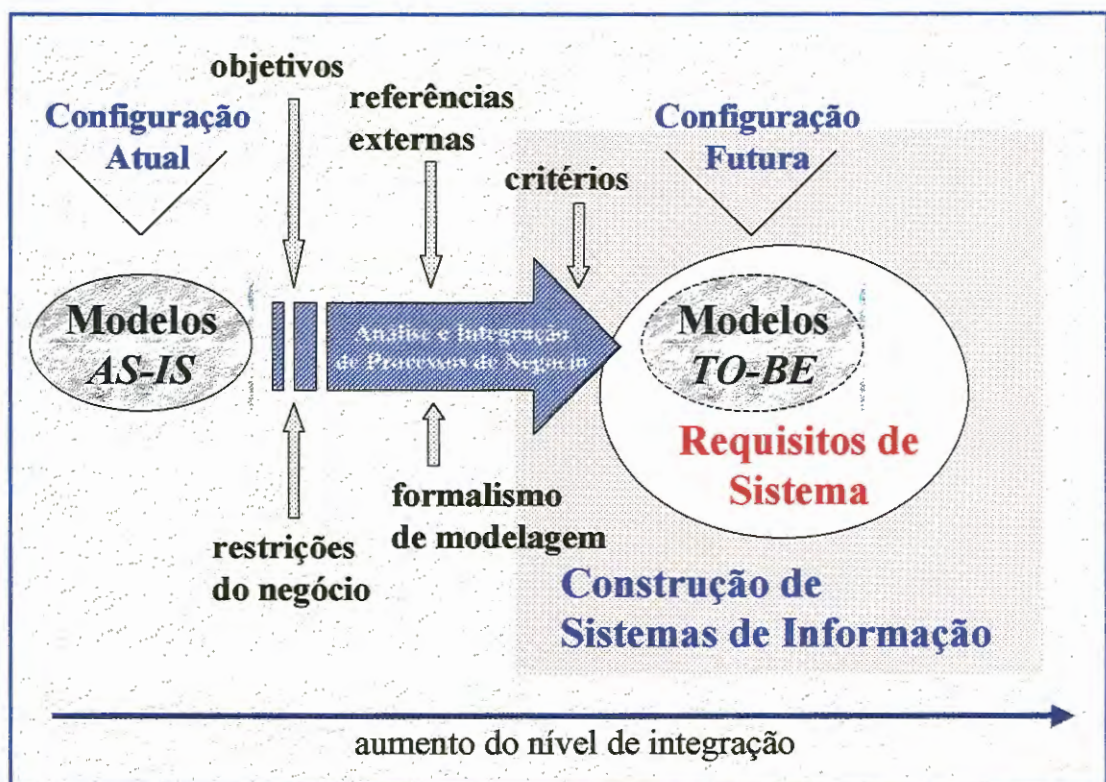


FIGURA 50: Análise e Integração de Processos de Negócio

Conforme salientado nos capítulos anteriores, o maior nível de integração da configuração futura pode ser obtido de várias formas, através da implementação de iniciativas de melhoria específicas para cada caso analisado. Entretanto, é o propósito deste trabalho destacar os efeitos integradores obtidos sobre as operações das organizações analisadas quando iniciativas de construção e implementação de sistemas integrados de informação são adotadas.

A modelagem de empresas influencia diretamente a construção e configuração desses sistemas. A descrição formal dos processos de uma organização na forma de modelos contribui significativamente para a definição do domínio de informação a ser abordado. Ainda, a partir das descrições funcionais, dos fluxos de informação e controle contidas nestas representações, é possível definir os requisitos a serem atendidos, fazendo com que, dessa forma, a modelagem de processos de negócio seja equivalente à etapa de análise de requisitos típica da Engenharia de *Software* (PRESSMAN, 1995).

Assim sendo, ao longo da aplicação da *TransMeth*, a intenção é aproveitar ao máximo os modelos de empresa desenvolvidos até o momento em que é tomada a decisão de adotar iniciativas de melhoria na forma de construção de sistemas de informação. Neste caso portanto, a estes modelos já desenvolvidos, os quais fazem parte da estrutura genérica da metodologia, serão adicionados tipos de modelos específicos requeridos na construção de sistemas de informação baseados em computador. Este novo conjunto de modelos formará então a base necessária (os requisitos) do sistema que será gerado ou configurado.

A sistematização da maneira como essa base será criada é o objetivo do método para modelagem de sistemas aqui proposto. Cabe, portanto, salientar que por modelagem de sistemas, neste trabalho, deve-se entender também a configuração de soluções comerciais disponíveis porém, não necessariamente, a implementação em código da solução criada. Em princípio, o método que aqui é detalhado destina-se à fase de projeto do sistema integrado de informação conforme descrito na FIGURA 11.

De qualquer maneira, é importante ressaltar que as situações de desenvolvimento ou construção de sistemas, assim como a aplicação da metodologia como um todo, apresentam características típicas de projetos e como tal devem ser tratadas. Projetos são definidos como empreitadas inéditas com início e fim claramente estabelecidos. O sucesso de seu gerenciamento (planejamento e controle) depende fundamentalmente da adoção de métodos que auxiliem a definição dos passos a serem tomados, da ordem em que estes serão implementados, da alocação racional de recursos, assim como da administração do tempo e do custo envolvidos.

O método que aqui é apresentado constitui-se em uma série de diretrizes que buscam auxiliar o entendimento das restrições lógicas que a questão da construção de sistemas de informação envolve, contribuindo dessa forma para a definição dos passos a serem tomados ao longo do projeto assim como a sua ordem.

A definição clara destas restrições lógicas constitui pré-requisito para a utilização de métodos específicos de Planejamento e Controle de Projetos orientados ao tratamento do seu desempenho e que envolvem principalmente considerações sobre prazos e orçamentos. Tais métodos específicos como *PERT (Program Evaluation and Review Technique)*, *CPM (Critical Path Method)* ou o mais recentemente criado *Critical Chain*, não serão objeto de considerações específicas neste trabalho. O que se pretende aqui é criar a base para a aplicação de tais métodos específicos ao longo da *TransMeth*, contribuindo dessa forma para que as condições de contorno ou restrições do processo de transformação (tais como a sua velocidade) sejam naturalmente desdobradas para iniciativas específicas tais como a construção de sistemas de informação.

5.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO MÉTODO NA *TRANSMETH*

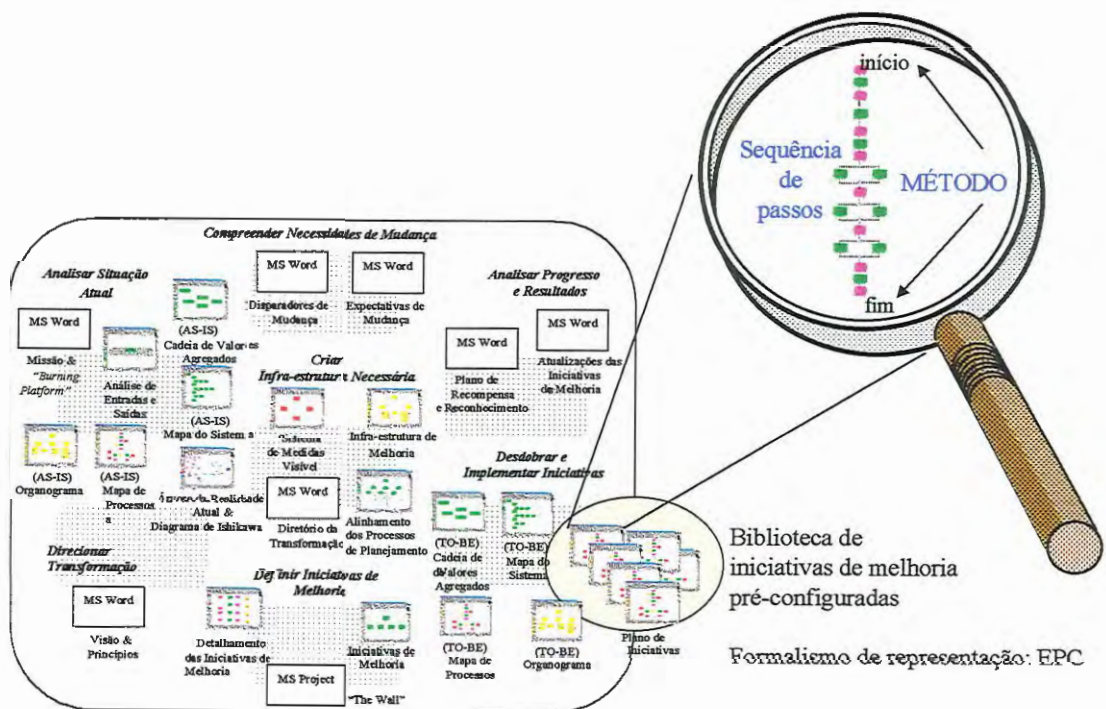


FIGURA 51: Contextualização do Método na *TransMeth*

Conforme descrito no item “2.2.3. A *TRANSMETH* E A CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO”, através da formalização de conhecimentos específicos pertinentes ao processo de transformação, é possível compor uma biblioteca de iniciativas de melhoria pré-configuradas.

Ao longo da aplicação da metodologia, uma ou mais dessas iniciativas pré-configuradas podem ser aplicadas de forma pura ou adaptada a fim de construir e implementar uma configuração futura desejável (modelos *TO-BE*). O método aqui apresentado constitui uma iniciativa de melhoria pré-configurada e, portanto, é justamente esse o papel a ser desempenhado por ele.

De acordo com os conceitos de integração considerados, a compatibilidade existente entre a biblioteca de iniciativas e a metodologia como um todo, requer a existência de unificação semântica dos conceitos compartilhados por ambos. Neste caso, essa unificação baseia-se na utilização de formalismos de modelagem comuns pertencentes à arquitetura *ARIS*.

Ainda, tais iniciativas, por si só, tomam a forma de processos uma vez que são constituídas por seqüências logicamente ordenadas de atividades e eventos. Sendo assim, o método *EPC* é, também, o mais indicado para a sua representação conforme destaca a FIGURA 51. A escolha deste método de representação se justifica, ainda, devido à sua semelhança e compatibilidade de funções com as redes de atividades e eventos utilizadas pelos métodos *PERT/CPM*, criando assim condições propícias para a o planejamento e controle de projetos de implementação destas iniciativas.

5.3. DESCRIÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

As ferramentas e técnicas para executar a análise de sistemas progrediram muito na última década. Textos descritivos imprecisos, fluxogramas incompletos, e a falível memória humana têm cedido espaço para técnicas formais de modelagem. Além disso, nos dias de hoje, pacotes de *software* apoiam pelo menos parte das tarefas de análise.

Ainda assim, apesar desses melhoramentos, muitos projetos de análise e construção de sistemas fracassam pelo simples motivo de que a especificação resultante não exprime os verdadeiros requisitos do sistema que deve ser desenvolvido. Um requisito verdadeiro é uma característica ou capacidade que um sistema deve ter para cumprir a sua finalidade, independentemente de como o sistema é ou será implementado. Esse conjunto completo de requisitos verdadeiros de um sistema é chamado de requisitos essenciais (McMENAMIM & PALMER, 1991).

A proposta aqui apresentada consiste em uma seqüência lógica de etapas (método) para o auxílio do planejamento e controle do projeto de sistemas integrados de informação (modelagem dos requisitos essenciais), em perfeita concordância com os passos que constituem a *TransMeth*, assim como com o formalismo proposto para sua sistematização apresentado no capítulo anterior.

A intenção aqui é estabelecer condições básicas necessárias à condução de tais projetos, através de uma formalização genérica dos passos lógicos a serem seguidos. Não serão feitas, portanto, descrições minuciosas dos diversos conceitos técnicos que a questão envolve. É extremamente importante lembrar, entretanto, que o método para modelagem de sistemas aqui proposto não é orientado ao fluxo de dados e sim aos eventos e funções que descrevem um processo. Em outras palavras, este é um método orientado aos processos de negócio.

Em termos gerais, esse método baseia-se em conceitos deduzidos da (1) Análise Essencial de Sistemas (McMENAMIM & PALMER, 1991) da (2) Engenharia de *Software* (PRESSMAN, 1995), (3) Engenharia da Informação (MARTIN, 1991), assim como (4) os formalismos de modelagem de empresas pertinentes à arquitetura ARIS (SCHEER, 1998b). Os passos e subpassos que compõe o método são apresentados abaixo:

1. Modelagem Estratégica;
2. Delimitação do Domínio da Informação;
3. Modelagem dos Processos de Negócio e Consideração de Referências Externas:
 - 3.1. Identificação do Fluxo de Valor Agregado;
 - 3.2. Construção dos Mapas de Processo;
 - 3.3. Identificação das Funções de Sistema e Detalhamento;
 - 3.4. Construção do Mapa do Sistema;
4. Modelagem de Dados;
5. Implementação em Código:
 - 5.1. Criação da Base de Dados;
 - 5.2. Implementação do Código Associado às Funções Detalhadas em 3.3;
6. Teste, Instalação e Operação.

Esses passos não devem ser executados necessariamente em seqüência linear. Pelo contrário, a experiência tem mostrado que melhores resultados são obtidos quando algumas etapas são conduzidas simultaneamente, conforme é indicado na FIGURA 52. Isso se deve

ao fato de que a descrição completa de alguns elementos do sistema só é possível através de diversas interações ocorridas durante a construção dos modelos que os representam.

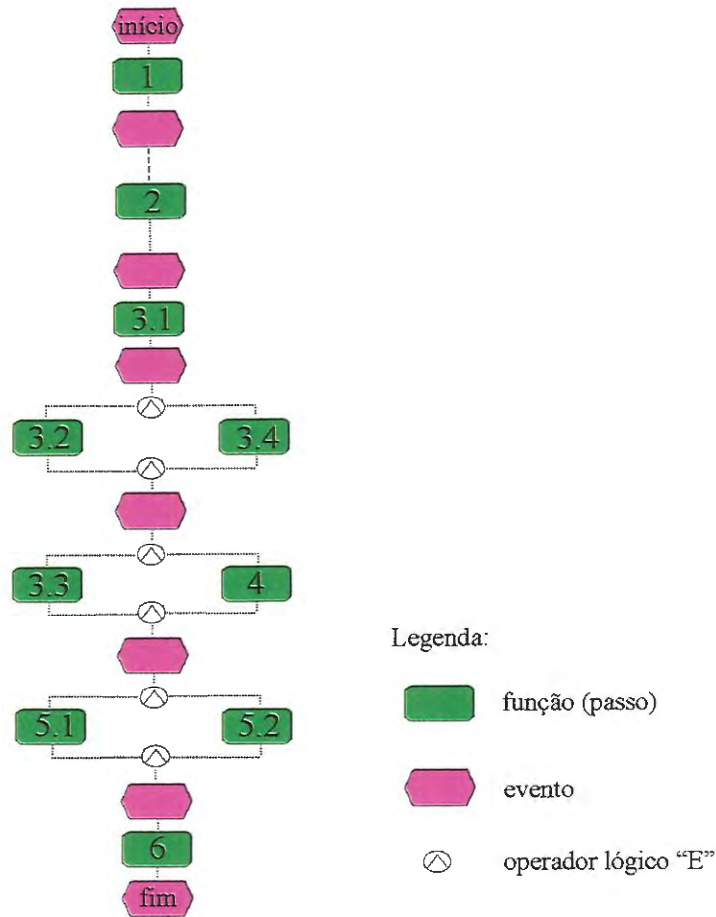


FIGURA 52: Seqüência de Modelagem de Sistemas de Informação Proposta
(Formalismo de representação: *EPC*)

Em seguida, cada um desses passos será descrito em um nível de detalhes suficiente para a identificação dos formalismos de modelagem pertencentes à arquitetura *ARIS* mais apropriados para cada caso.

Passo 1: Modelagem Estratégica

Segundo Martin (1991) e Furlan (1997), o primeiro passo para a construção de um sistema de informação de base computacional deve ser a análise e consideração precisas do contexto estratégico no qual o sistema será inserido. Isso envolve a identificação dos objetivos perseguidos pela alta administração, os fatores críticos de sucesso associados e as

estratégias delineadas para a implementação de uma situação futura desejável. É nesse momento, também, que devem ser feitas as primeiras análises sobre como a tecnologia da informação pode ser usada para criar novas oportunidades e oferecer vantagens sobre a concorrência. Isso pode ser feito através de perguntas do tipo: (1) “Que tecnologia é mais apropriada para as operações da empresa?”, (2) “Como este tipo de tecnologia se encaixa na arquitetura específica do negócio?”, (3) “A tecnologia em questão é compatível com aquelas utilizadas pelos parceiros de negócio?” e (4) “Como saber se a tecnologia correta foi escolhida e que esta contribuirá de fato para aumentar o poder competitivo da empresa?”.

Durante este passo, é criado o **Alinhamento dos Processos de Planejamento**. Isto se refere ao estabelecimento de uma visão de alto nível da organização (parte da empresa sob a análise ao longo da aplicação da *TransMeth*) através da identificação das “funções de interesse” associadas aos “objetivos de alto nível” e “fatores críticos de sucesso” estabelecidos.

Estas funções de interesse, na verdade, constituem-se em iniciativas estratégicas. Tais iniciativas estratégicas podem ser tanto efêmeras tais como a realização programada de uma determinada campanha publicitária, como podem também representar uma visão de alto nível de um ou mais processos de negócio que definem a configuração essencial da organização. Seja qual for o caso, a uma ou mais dessas funções podem ser associadas demandas por suporte computacional específico em termos de sistemas de informação.

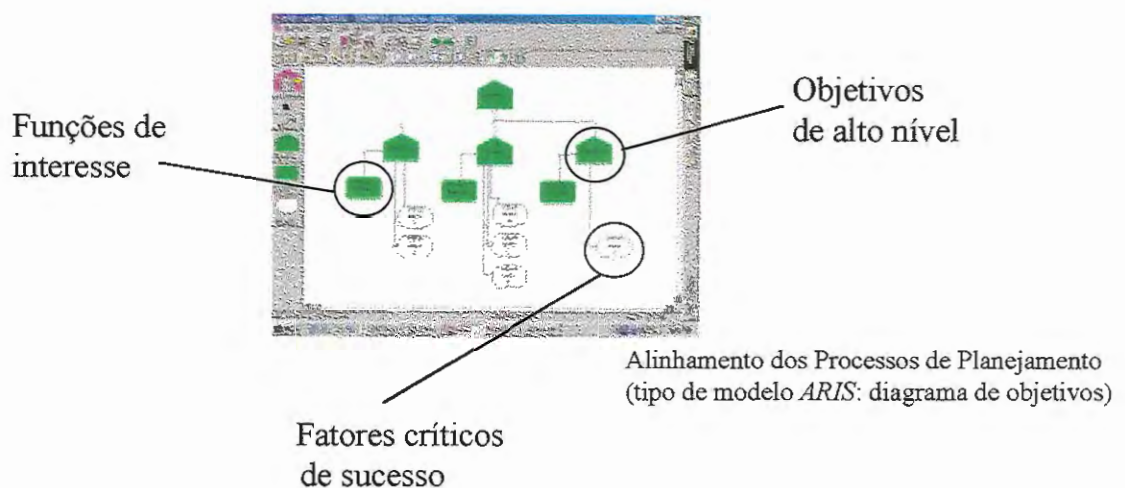


FIGURA 53: Modelagem Estratégica (Passo 1)

A identificação de quais dessas funções requer suporte em termos de tecnologia da informação, representa o primeiro passo rumo a definição do domínio de informação a ser

considerado durante a condução da iniciativa de melhoria. A formalização deste domínio é feita no passo seguinte.

Passo 2: Delimitação do Domínio da Informação

Os sistemas de informação de que trata este trabalho, são sistemas baseados em computador onde um de seus principais componentes é o *software*. As aplicações de *software* em geral podem ser coletivamente chamadas de aplicações de processamento de dados. Assim sendo, o *software* é construído para processar dados, ou seja, para transformar dados de uma forma em outra na medida em que manipula-os de alguma maneira e saídas são produzidas. Essas afirmações são verdadeiras quer esteja sendo construído um *software* (1) *batch* (em lote) ou (2) *online* para um sistema de programação de produção, ou mesmo (3) um *software* embutido de tempo real para controlar o fluxo de combustível no motor de um automóvel. Embora existam semelhanças entre esses três tipos, o método aqui descrito é mais propício para o tratamento de *softwares* do tipo (2).

Como já foi destacado anteriormente, um sistema de informação envolve a consideração de eventos relevantes. O *software*, portanto, deve ser capaz de processar eventos. Neste caso, eventos representam algum aspecto de controle do sistema e, de fato, nada mais são do que dados *booleanos*: ligado ou desligado, verdadeiro ou falso, existente ou não. Por exemplo, se o sensor de uma máquina de chão-de-fábrica indica que ela parou, um sinal de alarme pode ser enviado para um determinado *software* de monitoramento. Esse sinal de alarme é um evento que controla o comportamento do sistema disparando, assim, a atividade de verificar qual o problema ocorrido com a máquina (falta de peças para serem processadas, travamento, pane elétrica etc.). Portanto, dados (números, caracteres, imagens, sons, ...) e controles (eventos) constituem o domínio de informação do problema considerado.

O domínio de informação encerra três diferentes pontos de vista sobre os dados e sobre o controle quando cada um é processado por um programa de computador: (1) fluxo da informação, (2) conteúdo da informação e (3) estrutura da informação.

O fluxo da informação representa a maneira pela qual os dados e o controle se modificam à medida que cada um se movimenta pelo sistema. Ao longo do caminho percorrido por um fragmento de informação (dado) este se modifica através do processamento das funções e podem inclusive ser acrescidos de outros fragmentos provindos de depósitos de dados tais como arquivos em disco ou *buffer* de memória. Tais funções

representam transformações aplicadas sobre os dados na forma de programas ou subprogramas executados pelo *software*. Os dados e o controle que se movem entre duas transformações definem a *interface* de cada função.

O conteúdo da informação representa os dados e os itens de controle individuais que compreendem certo item de informação mais amplo. Por exemplo, uma “lista de compra de materiais” é uma combinação de uma série de importantes peças de informação: o tipo do material requisitado, quantidade, nome do fornecedor, data de alocação na programação da produção e assim por diante. Desse modo, o conteúdo do item “lista de compra de materiais” é definido pelos subitens que são necessários para criá-lo.

A estrutura da informação, por sua vez, representa a organização interna de vários itens de controle e de dados. Os itens de dados ou de controle podem ser organizados como uma tabela n-dimensional ou como uma estrutura em forma de árvore, definindo assim como os fragmento de informação são relacionados entre si e quais são as estruturas utilizadas. A partir daí, a estrutura de dados (um conceito correlato) pode ser obtida por meio de *software* através da implementação da estrutura da informação.

A análise e consideração de todos esses elementos pode ser bastante complexa. A abordagem hierárquica normalmente utilizada para o tratamento desta questão obedece a uma lógica de detalhamentos sucessivos, a partir do todo para o detalhe. Neste passo, o objetivo é delimitar o todo, e a descrição detalhada dos elementos que compõe esse universo delimitado será feita gradualmente através dos demais passos subsequentes.

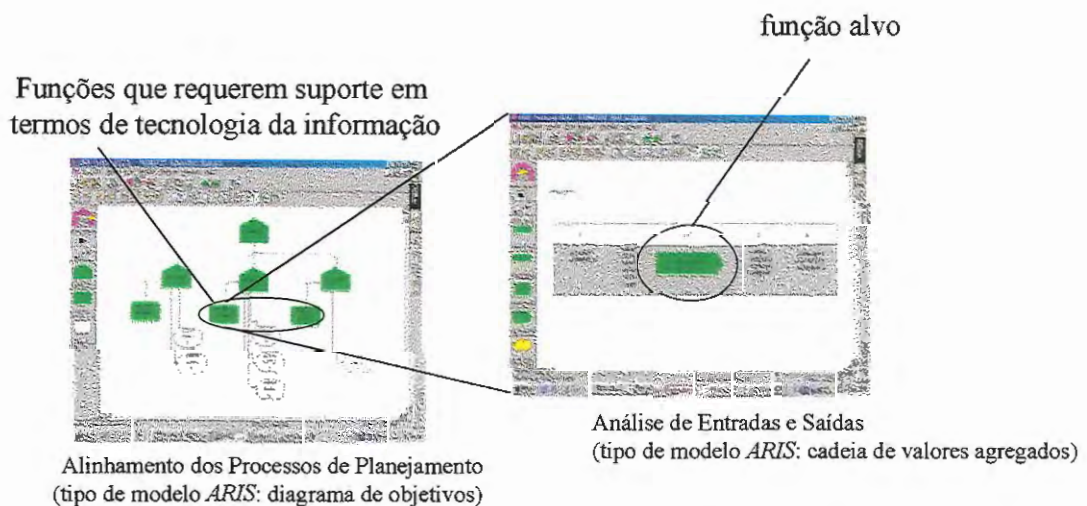


FIGURA 54: Delimitação do Domínio da Informação (Passo 2)

O domínio da informação neste trabalho é representado por um diagrama que delimita o contexto funcional que será abordado pelo sistema (função alvo), criando assim condições

para o seu detalhamento e posterior identificação dos fluxos de informação que se deseja implementar. A **Análise de Entradas e Saídas** desenvolvida ao longo das etapas iniciais da *TransMeth* pode fornecer a delimitação funcional desejada, sendo que pequenos ajustes talvez se façam necessários.

A fim de descrever o fluxo de informações que deve ser implementado, cria-se no, passo seguinte, o detalhamento dos processos de negócio que compõe a função alvo.

Passo 3: Modelagem dos Processos de Negócio e Consideração de Referências Externas

A função alvo identificada no passo anterior é então descrita detalhadamente em termos dos processos que a compõe. Essa descrição é feita em passos sucessivos de detalhamento até ser obtida uma representação em termos de seqüência de eventos e funções. Para isso, deve ser construída em uma primeira instância a **Cadeia de Valores Agregados (TO-BE)**. Através dela, são representadas subfunções que compõe a função alvo na ordem lógica em que ocorrem. Isso é feito através de algum critério a ser definido ao longo da aplicação da *TransMeth* e leva em conta a **Cadeia de Valores Agregados (AS-IS)** gerada em etapas anteriores.

A partir deste ponto do método, paralelamente ao esforço de modelagem é feita a consideração de referências externas utilizadas ou geradas em outros projetos semelhantes realizados. Tais referências assumem a forma de modelos de vários tipos. Em uma primeira instância modelos descritivos de processos de negócio tais como os que se busca criar neste passo podem ser considerados. Entretanto, à medida que o método avança, são criadas condições para se considerar também modelos baseados em programação na forma de sistemas de informação comerciais já existentes como o *R3* da *SAP*, ou o *BaanIV* da *Baan*. Em muitos casos, portanto, dependendo do porte e do objetivo do projeto, os modelos criados a partir da aplicação deste método podem servir como requisitos formalizados e livres de inconsistências para a configuração de tais sistemas comerciais.

A consideração dessas referências externas se justifica por dois motivos principais: (1) tentativa de reaproveitar conhecimentos e resultados gerados através de esforços semelhantes realizados no passado e (2) aumento do índice de produtividade e velocidade de projetos complexos.

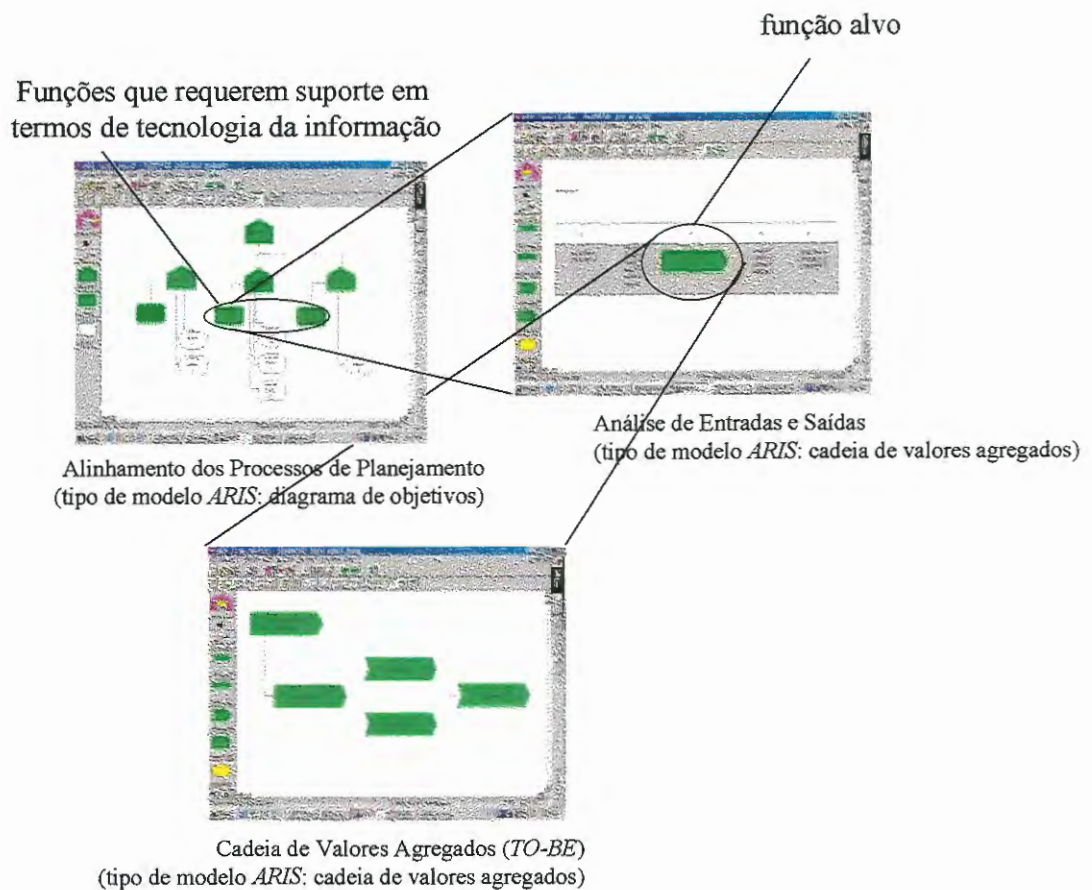


FIGURA 55: Identificação do Fluxo de Valor Agregado (Passo 3.1)

A FIGURA 55 apresenta a **Cadeia de Valores Agregados (TO-BE)**. Ao longo dessa cadeia funcional de alto nível gerada, uma, algumas ou todas as subfunções representadas podem ser de interesse específico para a problemática dos fluxos de informação em questão. Uma vez identificadas as funções desejadas para serem atendidas pelo sistema de informação a ser gerado, estas devem ser detalhadas em termos dos eventos e funções que a compõe, gerando então **Mapas de Processo (TO-BE)** para cada caso. Nestes mapas, além de funções e eventos são descritos também os fluxos de dados pertinentes e os locais que devem ter acesso a eles. Os **Mapas de Processo (AS-IS)** que descrevem funções idênticas ou semelhantes podem ser utilizados como fonte de referência.

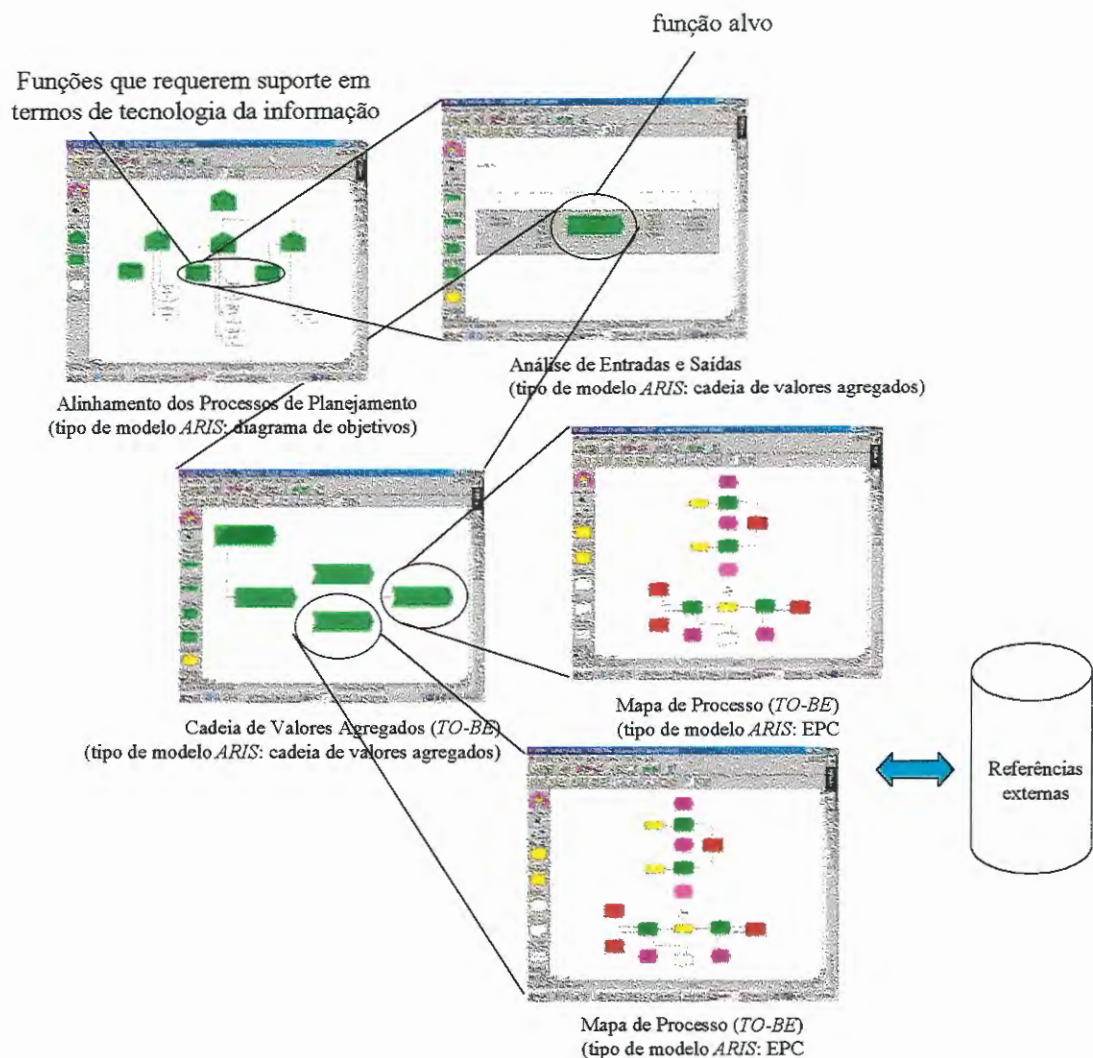


FIGURA 56: Construção dos Mapas de Processo (Passo 3.2)

Os **Mapas de Processo** são obtidos através do método *EPC*. Cada mapa é constituído por uma cadeia de funções e eventos com início e fim estabelecidos (podendo estes mapas, inclusive, estar interligados) e representam, dessa forma, cada um dos processos de negócio considerados. Cada função da cadeia é delimitada por pelo menos dois eventos os quais definem a sua execução e duração. A existência desses eventos, intercalados com as funções ao longo da cadeia *EPC*, define o fluxo de controle dos processos. A cada uma dessas

funções da cadeia são indicados ainda os dados de entrada e saída pertinentes à sua execução assim como os recursos (pessoas ou sistemas) que os processam.

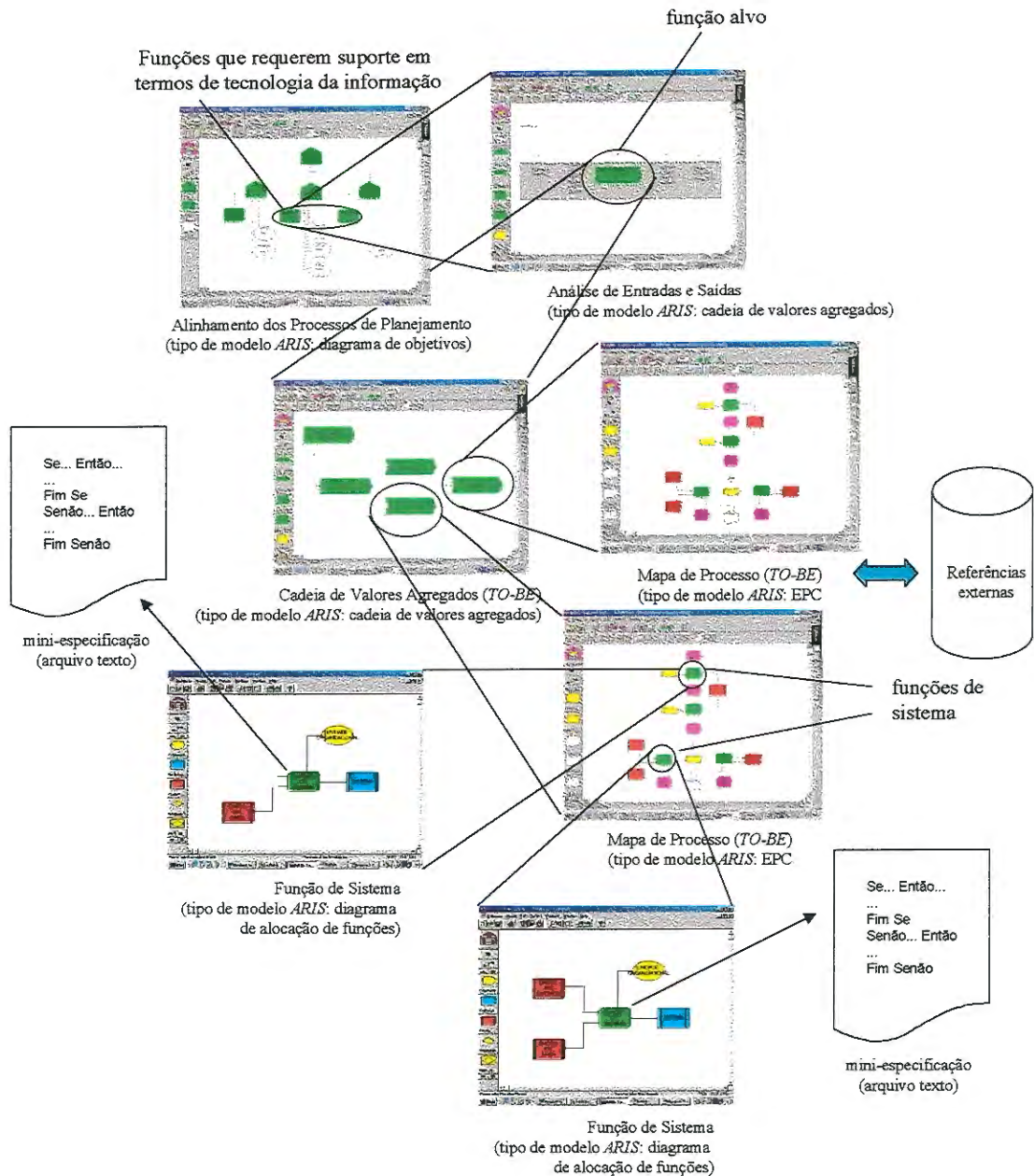


FIGURA 57: Identificação das Funções de Sistema e Detalhamento (Passo 3.3)

Cada uma dessas funções é executada necessariamente ou por uma pessoa ou por algum mecanismo automatizado. As funções executadas por pessoas são chamadas de “funções manuais” e as demais são “funções automatizadas”. Essa distinção também é indicada na cadeia EPC. Em especial, dentre as “funções automatizadas” são identificadas

aquelas funções que devem ser processadas pelo sistema de informações que está sendo criado, as quais aqui serão chamadas de “funções de sistema”.

Cada uma dessas “funções de sistema” deve em seguida ser descrita em termos de seus detalhes internos (**Mini-especificações**) utilizando-se algoritmos em linguagem estruturada. Nesses algoritmos são indicados os passos lógicos que compõe a função em análise e a maneira pela qual os dados de entrada são processados por ela, gerando assim dados de saída. A descrição completa das **Mini-especificações** requer o desenvolvimento conjunto de um **Modelo de dados**, conforme será descrito no passo seguinte.

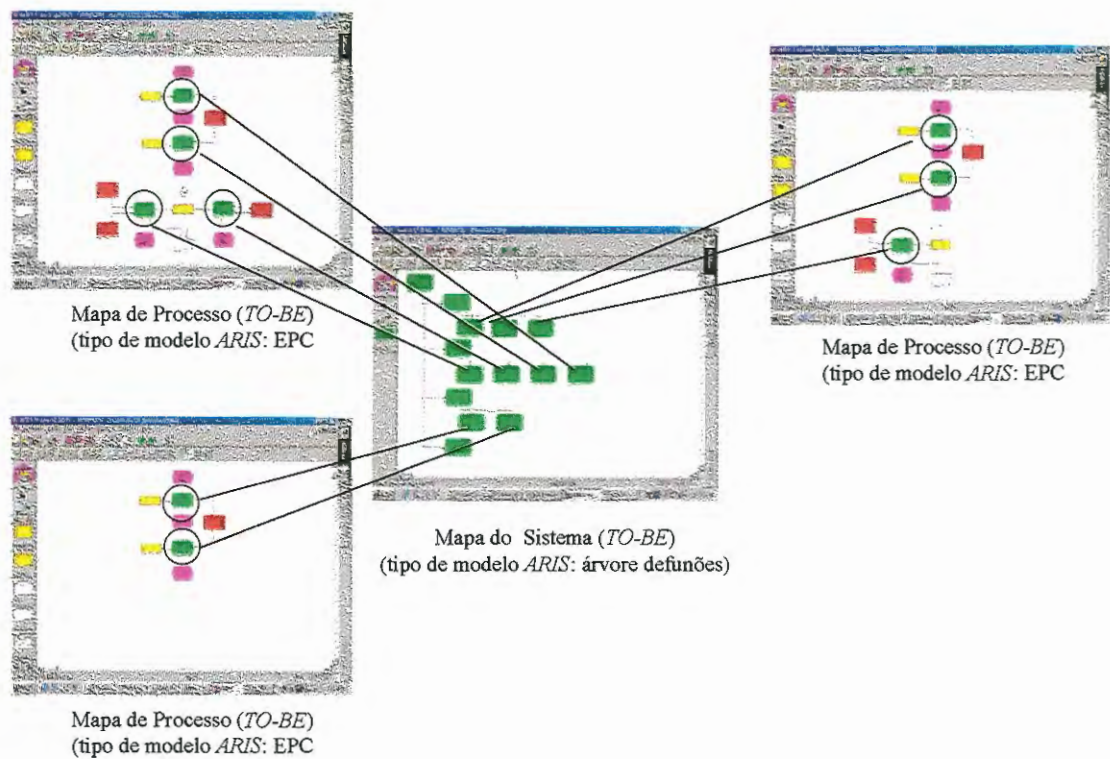


FIGURA 58: Construção do Mapa do Sistema (Passo 3.4)

Por fim, depois que a cadeia de valores agregados e os mapas de processo foram criados, pode-se facilmente gerar o **Mapa do Sistema (TO-BE)**. Este mapa do sistema constitui uma descrição hierárquica de todas as subfunções que compõem a “função alvo”, fornecendo assim uma noção de conjunto em várias camadas de detalhe. A existência deste modelo internamente a este método se justifica devido ao fato de facilitar a localização de qualquer função do conjunto de subfunções que está sendo considerado.



Passo 4: Modelagem de Dados

Ao mesmo tempo em que são feitas as **Mini-especificações** das “funções de sistema” identificadas no passo anterior, dá-se início à estruturação da base de dados necessária ao funcionamento do sistema integrado de informação. Isso quer dizer que neste passo é iniciada a estruturação dos fragmentos de informação contidos no domínio analisado através da análise do conteúdo dos dados de entrada e saída identificados na cadeia *EPC*.

Essa estruturação da informação assume inicialmente a forma de uma representação lógica dos dados (MER – Modelo Entidade-Relacionamento), a qual é posteriormente utilizada como referência para a implantação da estrutura de dados (projeto físico) por meio de *software*.

O **Modelo de Dados** é um dos componentes principais deste método. Ele pode ser projetado para permanecer relativamente estável, diferentemente dos procedimentos que a utilizam (**Mini-especificações**) os quais possuem considerável maior chance de serem alterados a fim de atender necessidades de mudança inerentes ao negócio. Seja considerado, por exemplo, o painel de informações sobre vôos de um aeroporto. Os valores dos dados ali apresentados modificam-se constantemente e dependem dos procedimentos que os geram, porém, o painel em si provavelmente não sofrerá alterações se tiver sido bem projetado desde o início (MARTIN, 1991).

Os modelos de dados apresentam uma imagem da realidade sob o ponto de vista dos dados. São construídos a partir da identificação de tipos de entidades relevantes à descrição dos fragmentos de dados de entrada e saída considerados. Esses tipos de entidades são formadas por tipos de atributos que descrevem suas características relevantes e a associação entre elas é feita através de relacionamentos. A construção deste modelo é feita em rodadas sucessivas de refinamento até que o nível de normalização desejado seja atingido (conceito que diz respeito basicamente à sua estabilidade e consistência).

A normalização do modelo de dados é necessária para que este possa ser adequadamente utilizado também por outros sistemas ou aplicativos, ou seja, para que a base de dados criada a partir deste modelo seja independente dos aplicativos que a utilizam. Esse conceito é de fundamental importância para a construção de sistemas integrados de informação conforme salientado no item “2.2.2. INTEGRAÇÃO DE DADOS E TAREFAS”.

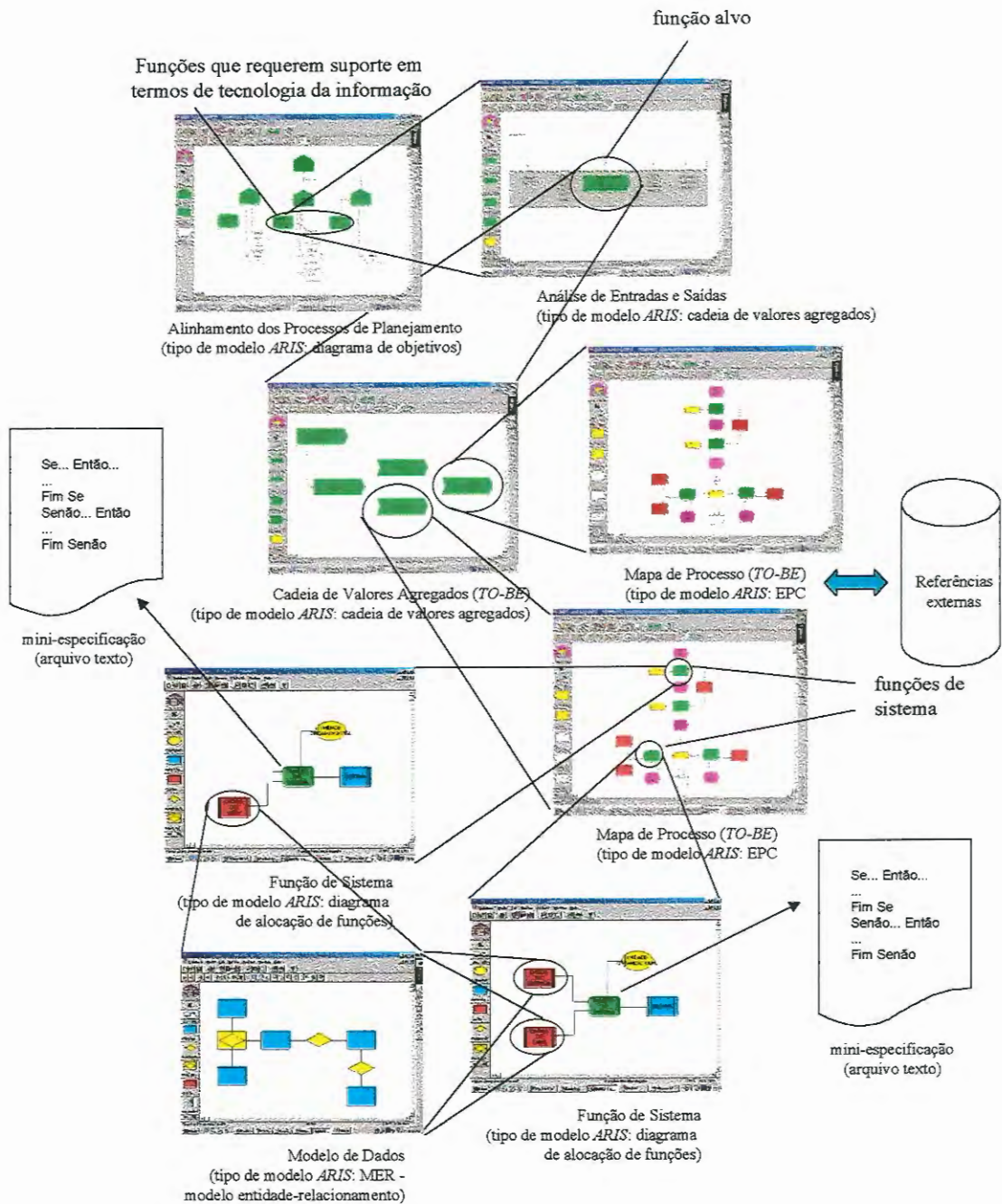


FIGURA 59: Modelagem de Dados (Passo 4)

Passo 5: Implementação em Código

Este passo consiste em transformar os modelos essencialmente descritivos construídos até então, em modelos baseados em programação, através da implementação dos primeiros em código (veja item “2.3.2. ABORDAGENS DE MODELAGEM”). Isto é feito

basicamente em duas etapas: (1) criação da base de dados e (2) implementação em código das mini-especificações estabelecidas para as funções de sistema identificadas.

Os modelos descritivos até então criados constituem representações de projeto, os quais devem ser convertidos numa linguagem artificial (linguagens de programação convencionais ou linguagens não-procedimentais próprias do paradigma das linguagens de quarta geração) que resulte em instruções que possam ser executadas pelo computador (PRESSMAN, 1995). Ainda, a partir deste ponto, cabe destacar que paradigmas próprios das abordagens orientadas à objeto tais como a *UML (Unified Modeling Language)* podem ser utilizados a fim de efetuar a tradução dos modelos descritivos até então criados em código processável por máquina (SCHEER, 1998).

De qualquer maneira, antes de se entrar em detalhes de conceitos modernos como estes, cabe realizar um breve relato histórico. Quando se começou a fazer uso de sistemas eletrônicos de processamento de dados, o desenvolvimento de um sistema dizia respeito basicamente à codificação das instruções a serem processadas pelo computador (o programa). Isso significava que os dados necessários para cada programa eram individualmente preparados em alguma mídia específica. Uma vez que muitos programas utilizavam os mesmos dados, não raro, como resultado, surgia um grande número de arquivos com conteúdo redundante. Esta redundância de dados implicava não apenas altos custos de armazenamento mas também altos custos de documentação, atualização e proteção das estruturas de dados. Dessa forma, as técnicas de armazenamento e acesso dos clássicos sistemas de gerenciamento de dados (endereçamento direto, armazenamento seqüencial, armazenamento seqüencial baseado em índices) eram incapazes de armazenar complexas estruturas de dados sem redundância (SCHEER, 1991).

Essas dificuldades deram origem ao tratamento dos dados, não como adjuntos dos programas, mas sim como elementos organizacionais separados dos aplicativos individuais. A partir daí, segundo esse propósito, surgiram os sistemas de gerenciamento de base de dados. Esses sistemas permitem que usuários individuais tenham acesso às bases de dados, sem a necessidade do conhecimento da forma física com que os dados foram armazenados. A otimização da maneira como o armazenamento físico dos dados ocorre é papel de um importante componente desse tipo de sistema: o administrador da base de dados.

De qualquer maneira, a partir do momento em que os dados são organizados de forma independente dos programas, diversos aplicativos podem acessar a mesma base de dados propiciando assim as estruturas de dados independentes da aplicação necessárias à existência de um ambiente produtivo integrado conforme destacado no item “2.2.2. INTEGRAÇÃO DE DADOS E TAREFAS”.

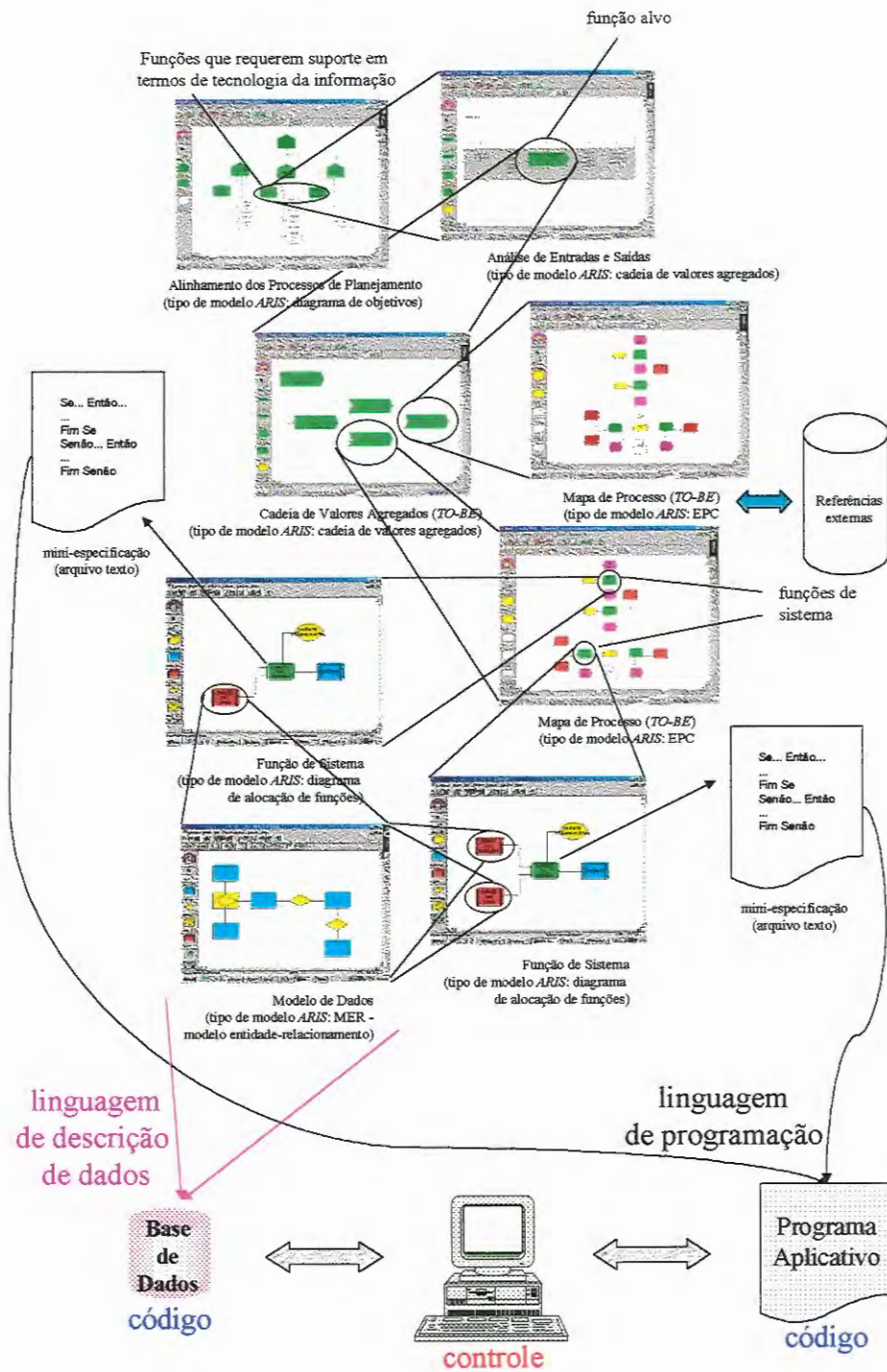


FIGURA 60: Implementação em Código (Passo 5)

Entretanto, antes que os dados possam ser armazenados na base de dados, a sua configuração lógica (estrutura de dados) deve ser definida. As estruturas de dados são concebidas em vários passos. Primeiramente, como foi feito no passo anterior do método aqui proposto, essa estrutura é concebida em um nível abstrato sem referência a um sistema

de base de dados concreto, formando assim a base lógico-conceitual do modelo de dados (MER – Modelo Entidade-relacionamento) posteriormente criado. Durante a criação desse modelo lógico, a habilidade de a base de dados prover informações é projetada. Uma vez que conhecimentos específicos sobre a realidade modelada devem ser incorporados, sob o ponto de vista dos programas aplicativos que processarão esses dados, essa é uma etapa de fundamental importância.

Neste passo, a esse modelo de dados uma vez criado, são incorporadas algumas características de sistemas de base de dados específicos, e as especificações resultantes são transformadas em código através de linguagens de descrição de dados específicas do sistema de gerenciamento de base de dados escolhido, concluindo assim a criação da estrutura que armazenará os dados utilizados pelas “funções de sistema”.

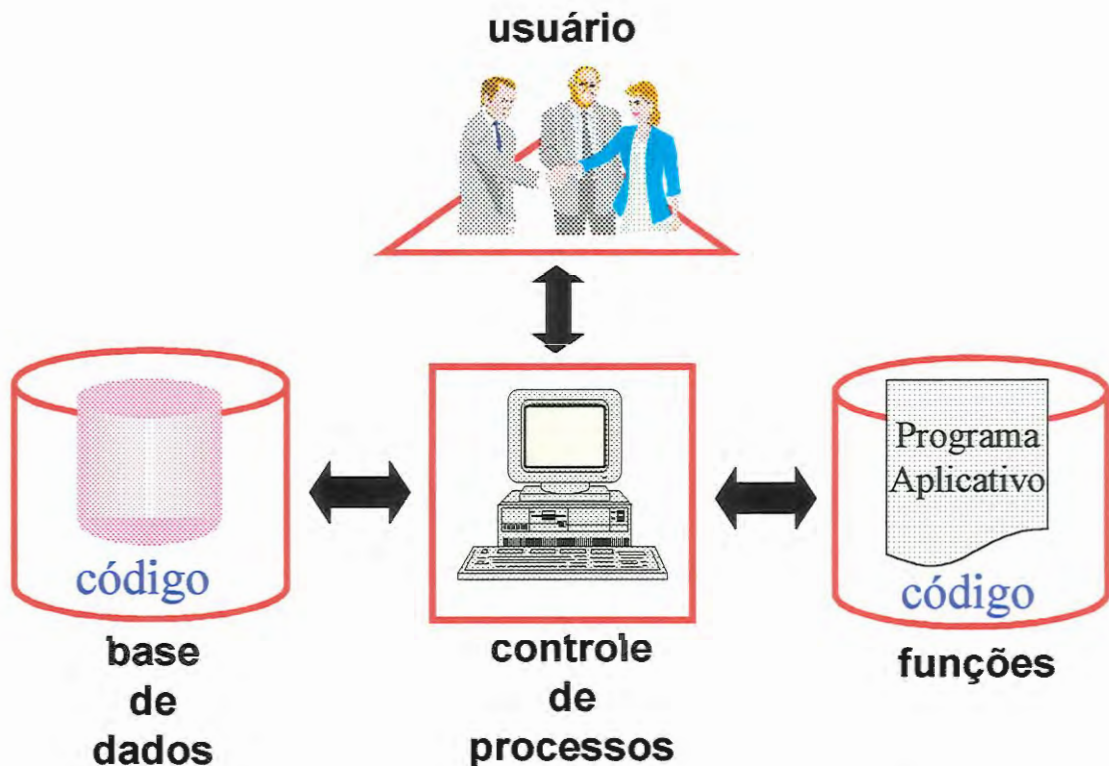


FIGURA 61: Ilustração Gráfica dos Componentes de um Sistema de Informação

De forma similar, as instruções contidas nas mini-especificações das “funções de sistema” identificadas no passo anterior também são codificadas através de linguagens de programação compatíveis com o sistema de gerenciamento de base de dados em questão. Esse tipo de código diz respeito às instruções específicas através das quais os dados são

requisitados, tratados e transformados de um tipo em outro, e posteriormente devolvidos para novo armazenamento na base de dados.

Em termos gerais, a criação desses códigos necessários ao funcionamento do sistema, consiste, portanto, na criação de modelos legíveis por máquina. Dependendo do grau de sistematização das regras de modelagem utilizadas nas etapas anteriores, essa tarefa pode ser feita automaticamente por meio de *software* (ferramentas *I-CASE*).

Em outras palavras, se as regras de modelagem de dados e processos forem formais o suficiente para direcionarem o computador para escrever programas, um projeto realizado nessas condições pode ser levado diretamente a um gerador de programas o qual esteja semanticamente unificado, liberando assim os profissionais de sistemas de informação das tarefas demoradas de escrever e depurar programas (MARTIN, 1991).

Neste trabalho, o objetivo não é exaltar a sistematização desses formalismos e nem promover a utilização de ferramentas *I-CASE* na geração de código. O que se procura aqui é sistematizar o processo de modelagem de sistemas de informação como um todo, principalmente no que diz respeito à criação dos modelos descritivos que servem de base para a codificação. De qualquer maneira, cabe salientar que é possível utilizar a ferramenta de modelagem escolhida (*ARIS Toolset*) conjuntamente com diversas outras ferramentas *CASE*, tais como *ERwin*, na geração automática de bases de dados e código das funções de sistema.

Passo 6: Teste, Instalação e Operação.

Assim que o código for gerado, iniciar-se-á a realização de testes do programa. O processo de realização de testes concentra-se nos aspectos lógicos internos do *software*, garantindo que todas as instruções tenham sido testadas, e concentra-se também nos aspectos funcionais externos, ou seja, realizando testes para descobrir erros e garantir que a entrada definida produza resultados reais que concordem com os resultados exigidos (PRESSMAN, 1995).

Após a realização dos testes apropriados, o sistema (*software*) pode ser devidamente instalado e colocado em operação no local desejado. Considerações específicas acerca das problemáticas que estas questões envolvem não serão feitas neste trabalho.

De qualquer maneira, provavelmente, o *software* sofrerá mudanças (manutenção) após ter sido colocado em funcionamento pela primeira vez. Isso pode acontecer devido ao fato de que novos erros são encontrados ou mesmo porque o sistema deve ser adaptado a fim de acomodar mudanças providas de seu ambiente externo. Assim sendo, para o último caso,

FIGURA 62 apresenta uma coletânea dos diversos tipos de modelos que são utilizados nas diversas etapas do método aqui proposto. Essa coletânea de modelos representa a sistematização do registro dos projetos realizados através da enciclopédia selecionada para o método aqui proposto (*ARIS Toolset*) criando, assim, condições propícias para a posterior reutilização dos modelos então desenvolvidos nas aplicações da *TransMeth*.

Segundo a observação dos casos reais, os sistemas complexos mais impressionantes não têm sido criados com uma simples rodada de projeto e implementação. Ao contrário, estes são o resultado de uma evolução em vários estágios e em diferentes épocas e lugares. Tal fato vem a reforçar o argumento sobre a necessidade de se manter uma base de registros confiável sobre o atual estado de evolução dos sistemas, assim como a existência de métodos capazes de suportar esse processo de evolução (MARTIN, 1991).

Espera-se que o futuro traga *softwares* e sistemas computacionais corporativos admiráveis, e que estes, também, sejam desenvolvidos ao longo de muitos anos com a participação de muitas pessoas e organizações. Para se alcançar a evolução a longo prazo, faz-se necessário a existência de modelos de dados e de processos. Além disso, como também já foi salientado, projetos complexos demais para que uma pessoa só possa conhecer todos os detalhes devem ser representados ordenadamente em uma enciclopédia, de modo a promover a participação ordenada de muitos colaboradores. O projeto precisa de padrões, de componentes reutilizáveis e de uma arquitetura que facilite a inclusão incremental de novas funções. Cabe por fim salientar que, com tudo isso em mãos, através de regras e diagramas compreensíveis aos mais diversos níveis de tomada de decisão de uma organização, o ciclo de desenvolvimento sistemático de sistemas integrados de informação que atendam requisitos essenciais de ambientes produtivos pode ser fechado.

CAPÍTULO 6: RELATO DE UM PROJETO DE TRANSFORMAÇÃO ORGANIZACIONAL

O capítulo anterior apresentou uma solução, na forma de método, para a problemática específica de modelagem de sistemas de informação considerada neste trabalho. Os resultados obtidos possuem perfeita concordância com os conceitos mais amplos de gerenciamento de transformações aqui tratados, promovendo assim considerável sistematização do uso de conceitos de modelagem e integração de empresas em projetos dessa natureza.

Segundo a lógica científica estabelecida para a condução das investigações necessárias, o passo seguinte foi a tentativa de validar a solução sugerida, através do tratamento de um estudo de caso em uma empresa real. Nesse caso, a empresa escolhida foi a Fultec Inox Ltda. e os principais resultados obtidos com o projeto conduzido são apresentados abaixo.

6.1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO FULTEC

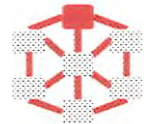
O objetivo deste projeto foi ilustrar e promover testes sistemáticos dos métodos e modelos de empresa propostos neste trabalho a fim de compor a atual configuração da *TransMeth* – metodologia para gerenciamento de projetos de transformação organizacional - atualmente em desenvolvimento conjunto através do Núcleo de Manufatura Avançada - NUMA (Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, Brasil) e do *Department of Industrial and Systems Engineering (Virginia Polytechnic Institute and State University, EUA)*.

A Fultec Inox Ltda. é uma pequena indústria com sede no município de São Carlos - SP, Brasil, dedicada ao fornecimento de peças em metal fundido. A base dos processos de fundição consiste em alimentar o metal, em estado líquido, na cavidade de um molde com o formato requerido, seguindo-se de um resfriamento em condições apropriadas a fim de

produzir um objeto sólido com as características desejadas. Finalmente, as peças passam por uma inspeção de qualidade final, a qual pode apontar a necessidade de retorno ao processo de rebarbação para a correção de pontos defeituosos resultantes do processo de resfriamento (CHIAVERINI, 1986).

A produção da Fultec é realizada totalmente sob encomenda e vinha apresentando atrasos constantes na entrega de seus pedidos. Uma primeira análise informal da situação indicou que a origem deste problema provavelmente estaria relacionada com os aspectos de programação e controle da produção, podendo envolver, inclusive, o tratamento sistemático dos fluxos de informação envolvidos no processo. Dessa forma, existiam indícios de que o caso Fultec seria propício para a aplicação do método para modelagem de sistemas de informação proposto neste trabalho. Assim sendo, após o entendimento dos mltos benefícios que poderiam advir para ambas as partes (Fultec e NUMA), o projeto de cooperação para aplicação da *TransMeth* foi iniciado.

6.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS



Compreender Necessidades de Mudança

Disparadores de Mudança

- O controle dos custos de produção se limita ao registro das entradas de matéria-prima e saída de produtos acabados;
- A programação da produção é feita empiricamente, sem nenhum critério de desempenho específico;
- Não é feito um registro sistematizado das reclamações recebidas de terceiros;
- O controle da produção inexistente em certas etapas do processo produtivo;
- Não existe uma política de qualidade definida;
- Os concorrentes conhecidos são cerca de 5 e apresentam patamares de preço e qualidade semelhantes exercendo assim considerável pressão competitiva;
- Esforço de retrabalho devido à constatação de bolhas e buracos nos produtos finais tem sido preocupantes;
- Não existe uma formalização da estrutura interna de tomada de decisão; a definição de responsabilidades é precária;
- A empresa tem encontrado dificuldades no cumprimento dos requisitos de prazo e qualidade (má rebarbação do produto final) normalmente estabelecidos;
- Inexistente uma orientação futura (médio e longo prazos) para o negócio.

FIGURA 63: Disparadores de Mudança (Projeto Fultec)

O Projeto Fultec teve início com a identificação dos **Disparadores de Mudança** associados à atual configuração da empresa. Isso foi feito através de entrevistas que procuraram desenhar o perfil produtivo em questão.

Em seguida, de acordo com o nível de entendimento dos problemas obtido, procurou-se estabelecer claramente junto à alta administração as **Expectativas de Mudança** que deveriam nortear o esforço conjunto entre as partes envolvidas.

Expectativas de Mudança

- Definição de um modelo de operação do chão-de-fábrica com indicação clara de etapas a cumprir, responsabilidades associadas e fluxo de informações requerido; espera-se que através do processo definido seja possível quantificar o retrabalho e o refugo;
- Definição de uma política de produção apropriada considerando especialmente a capacidade de cumprir prazos assumidos perante os clientes finais;
- Adequação do processo proposto aos requisitos de qualidade estabelecidos;

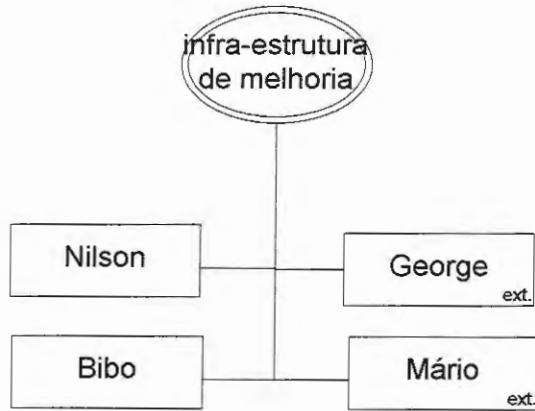
FIGURA 64: Expectativas de Mudança (Projeto Fultec)



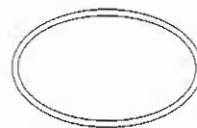
Criar Infra-estrutura Necessária

O passo seguinte foi estabelecer uma **Infra-estrutura de Melhoria**, ou seja, uma equipe integrada por membros do NUMA e da Fultec, provida de considerável influência, poder de decisão e competências necessárias à condução do projeto de transformação.

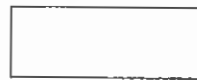
Com essa equipe definida, pôde-se dar continuidade à análise da problemática levantada no passo anterior através dos **Disparadores de Mudança** iniciando-se, assim, a delimitação do universo funcional de interesse para este projeto, ilustrado através do **Alinhamento dos Processos de Planejamento**.



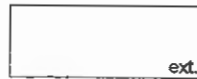
Legenda:



grupo



pessoa interna à organização



pessoa externa à organização

Figura 65: Infra-estrutura de melhoria (Projeto Fultec)

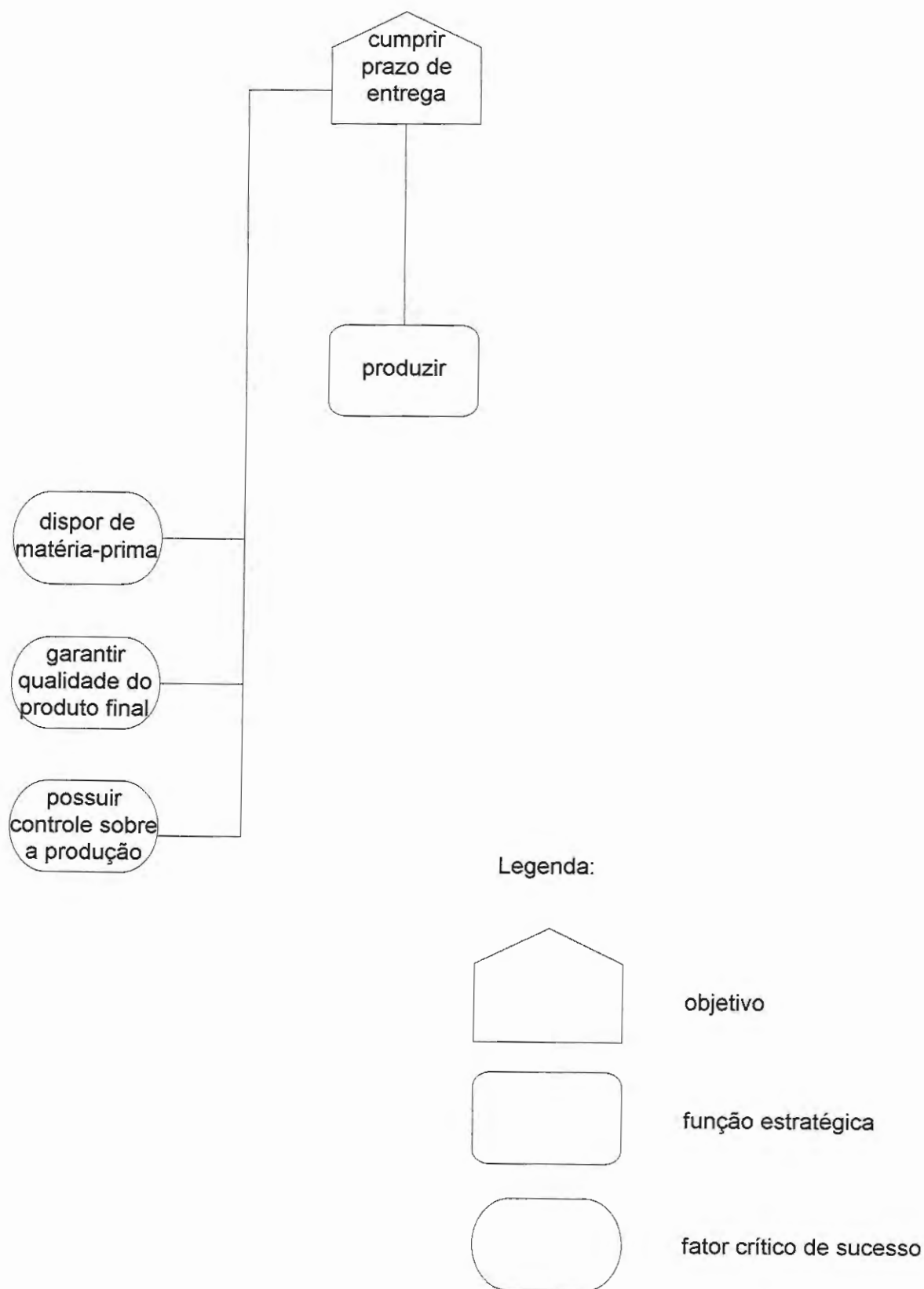
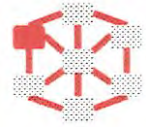


Figura 66: Alinhamento dos Processos de Planejamento (Projeto Fultec)



Analisar Situação Atual

A análise da situação atual iniciou-se com a identificação do sistema que seria tratado durante o projeto. A partir da função de interesse identificada no passo anterior através do **Alinhamento dos Processos de Planejamento** foi realizada a **Análise de Entradas e Saídas** sobre a função Produzir, identificando assim os limites do domínio que seria tratado e a sua respectiva **Missão**.

Em seguida a função Produzir foi descrita em termos do seu fluxo de valor agregado de alto nível (**Cadeia de Valores Agregados (AS-IS)**), fornecendo assim condições para a compreensão do macro processo em questão.

Esse macro processo foi então descrito em termos das seqüências de eventos e funções que compõem os seus detalhes através da criação de um **Mapa de Processo (AS-IS)**. Com base neste mapa de processo consolidou-se o entendimento do problema de ordem urgente e prioritária que deveria ser tratado neste projeto (**Burning Platform**).

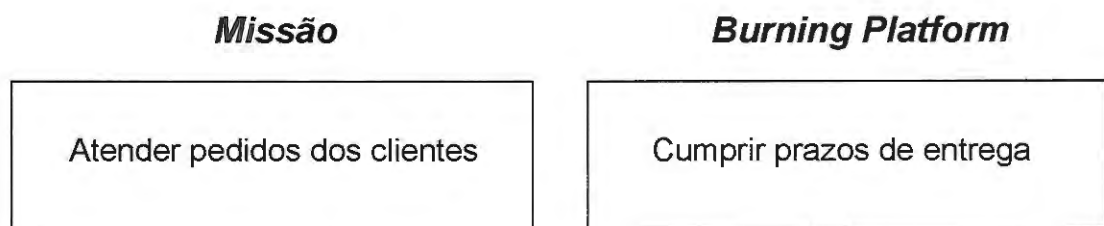


FIGURA 67: Missão e *Burning Platform* (Projeto Fultec)

O mapa de processo propiciou, ainda, uma análise detalhada do processo em sua configuração original fornecendo assim subsídios para a construção da **Árvore da Realidade Atual**.

Essa árvore foi construída segundo as informações contidas no **Mapa de Processo (AS-IS)** assim como também nos **Disparadores de Mudança** identificados previamente. Assim sendo, uma relação lógica de causa e efeito entre as disfunções identificadas pode ser estabelecida. Por exemplo, uma das constatações obtidas durante esta etapa foi que inexistia uma estrutura organizacional claramente estabelecida e livre de conflitos de autoridade.

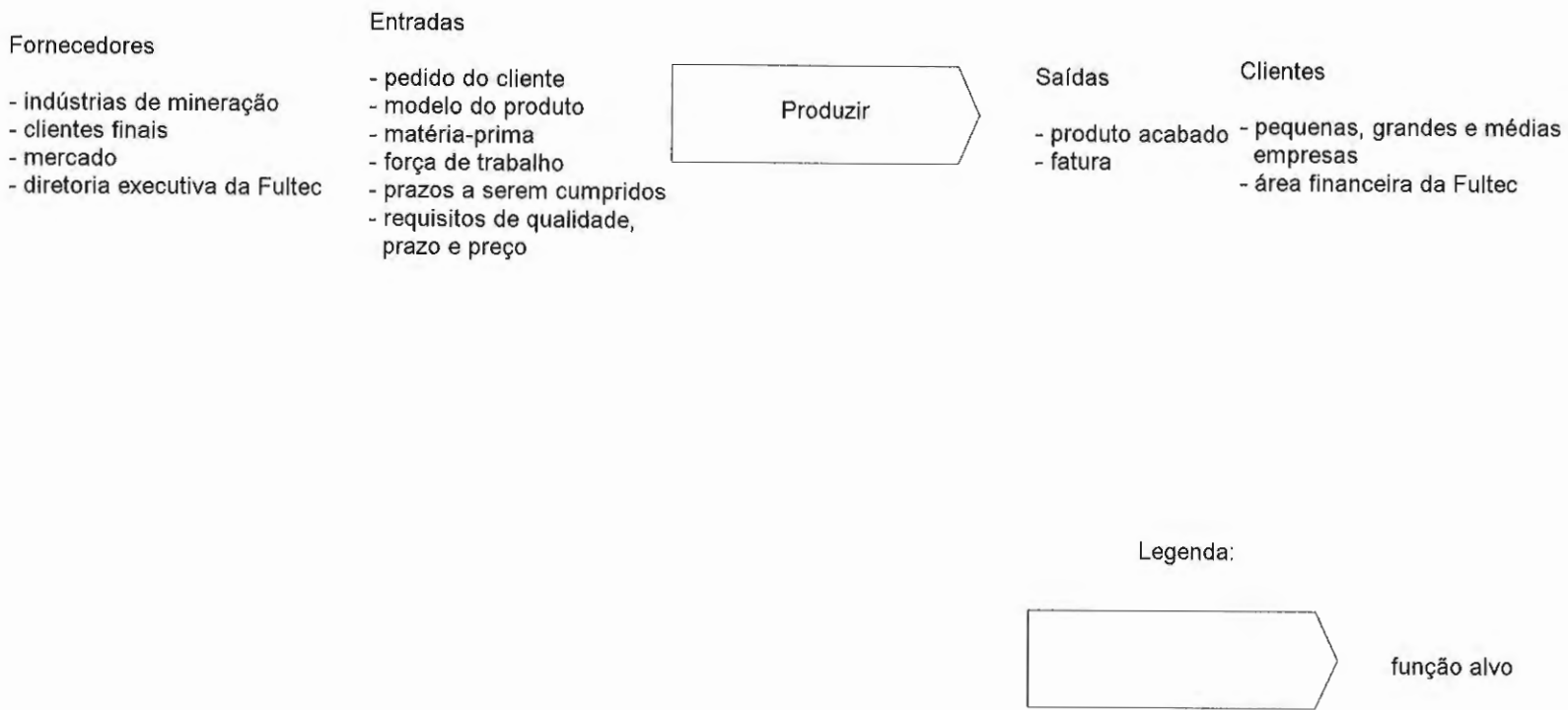


Figura 68: Análise de Entradas e Saídas (Projeto Fultec)

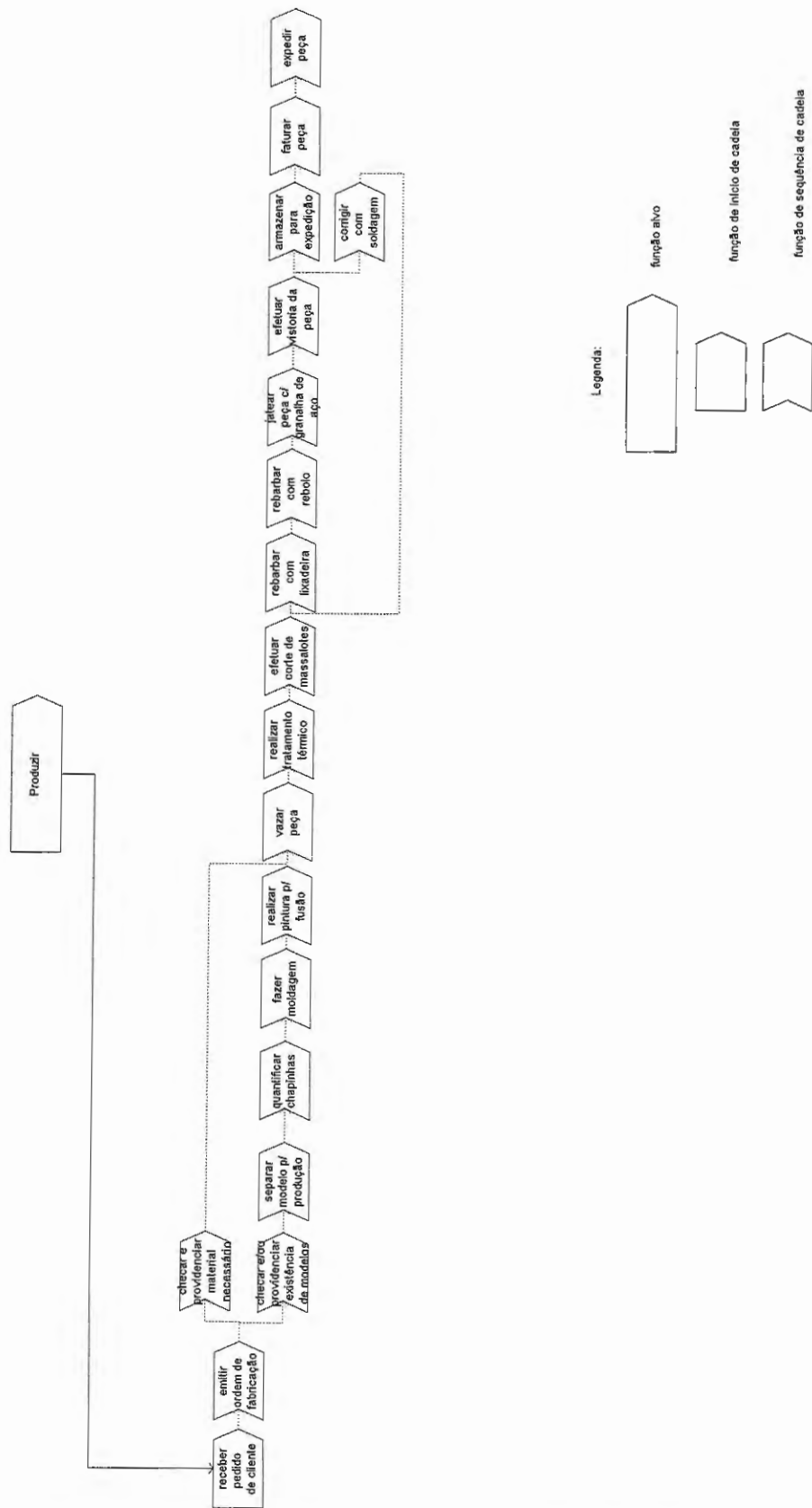


Figura 69: Cadeia de Valores Agregados (AS-IS) (Projeto Fultec)

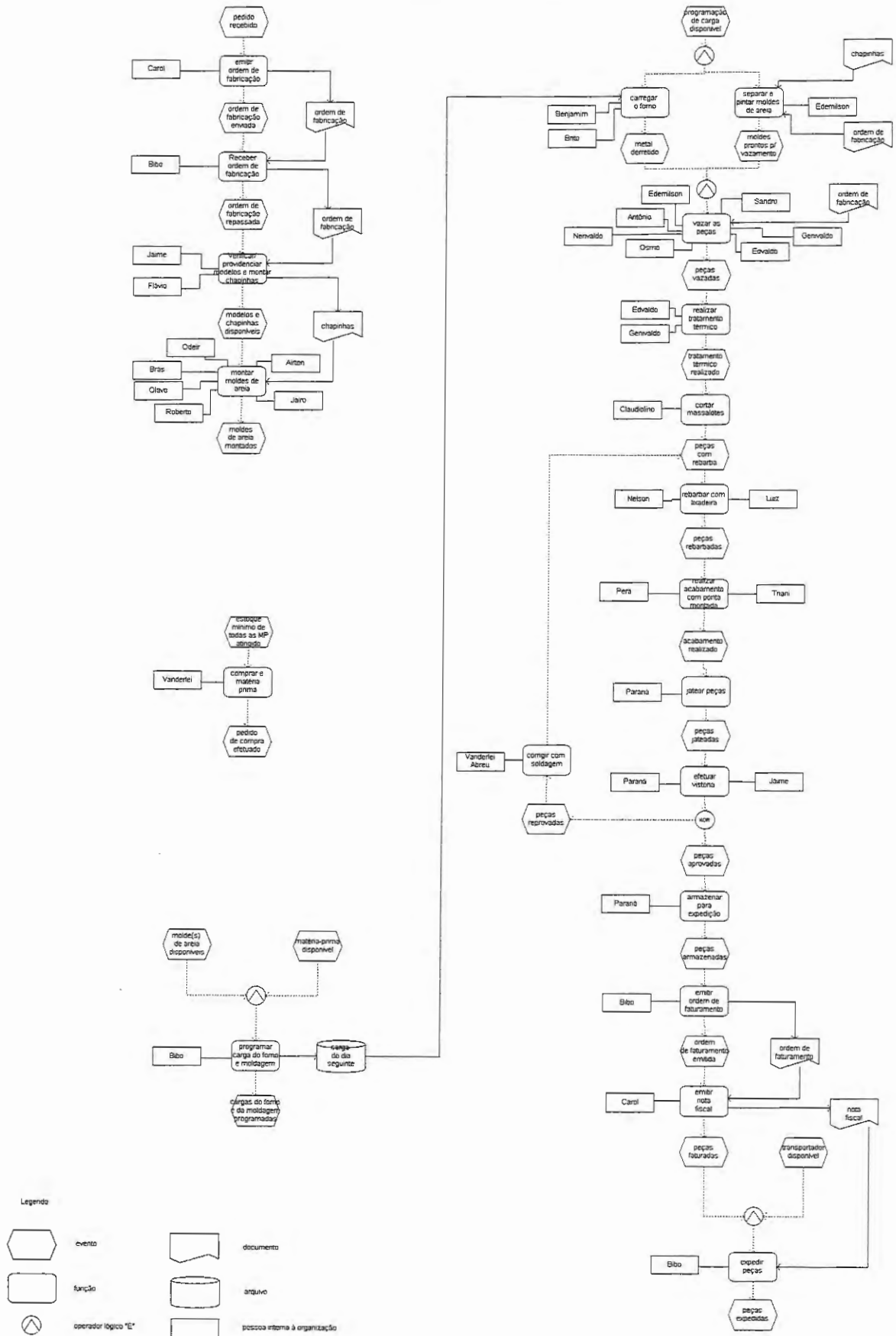


Figura 70: Mapa do Processo (AS-IS) (Projeto Fultec)

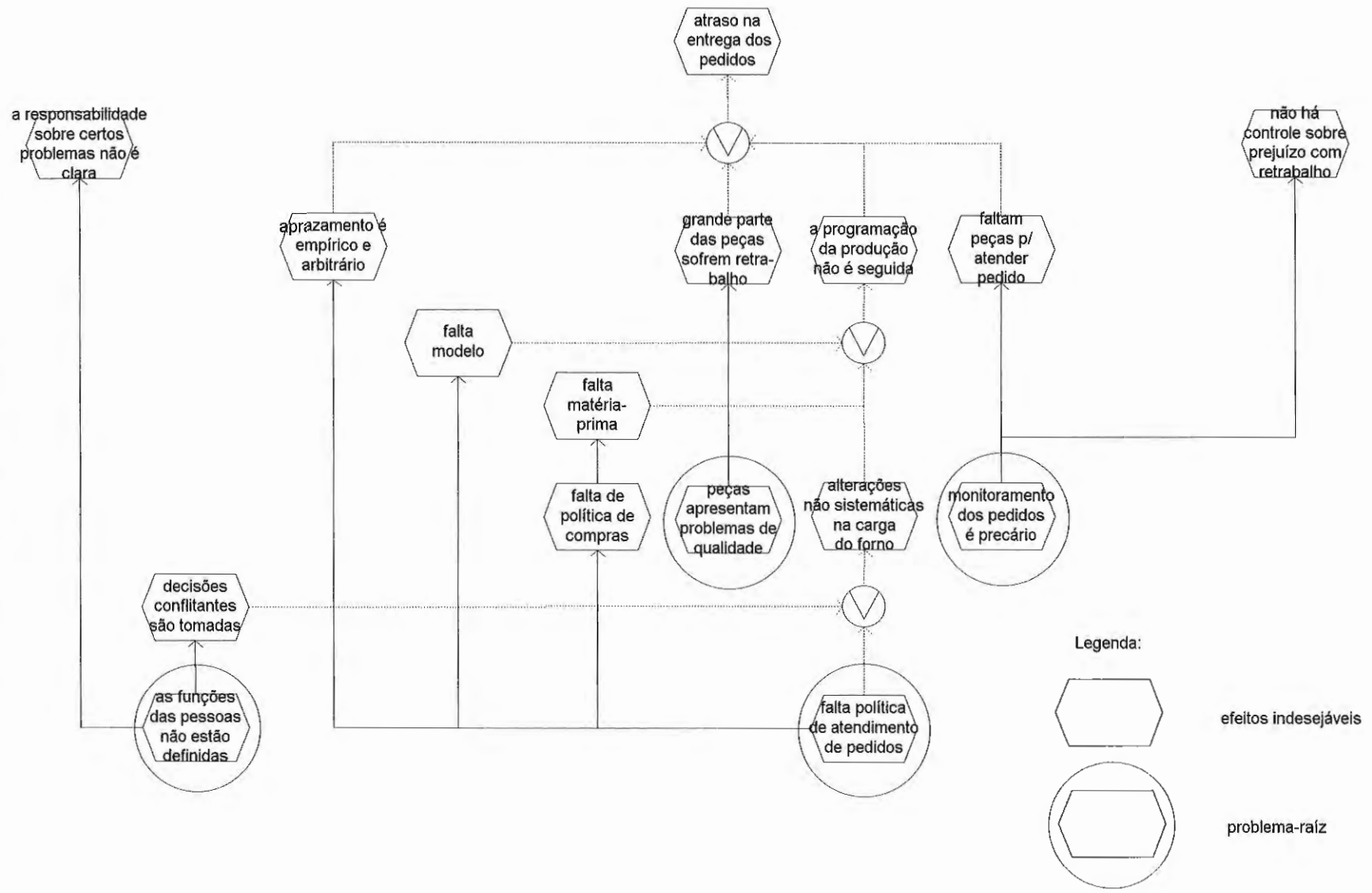
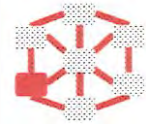


Figura 71: Árvore da Realidade Atual (Projeto Futtec)



Direcionar Transformação

Neste passo procurou-se direcionar o esforço de transformação através da formalização da **Visão** e **Princípios** que devem nortear o projeto. Assim sendo, completou-se a base de condições propícias para a definição das iniciativas de melhoria.

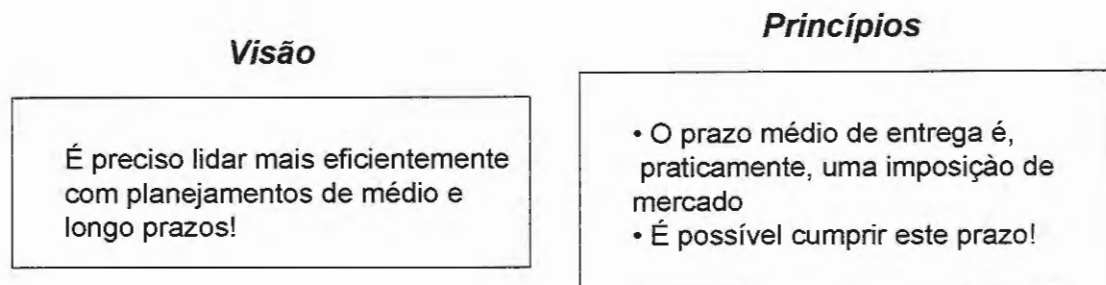
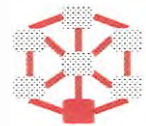


FIGURA 72: Visão e Princípios (Projeto Fultec)



Definir Iniciativas de Melhoria

A partir da consideração da **Árvore da Realidade Atual**, das **Expectativas de Mudança**, da **Visão** e dos **Princípios** por todos os membros integrantes da **Infra-estrutura de Melhoria**, decidiu-se por tomar algumas providências com a intenção de se atingir uma configuração futura de melhor desempenho para o processo Produzir.

Estas providências, aqui sob a forma de iniciativas de melhoria, foram então estabelecidas e discriminadas através do **Detalhamento das Iniciativas de Melhoria**. Nesse tipo de modelo, as iniciativas de melhoria identificadas são disparadas por problemas-raiz contidos na **Árvore da Realidade Atual**, sendo relevante destacar que os efeitos ou conseqüências esperados como resultado da implantação de cada iniciativa, também são identificados.

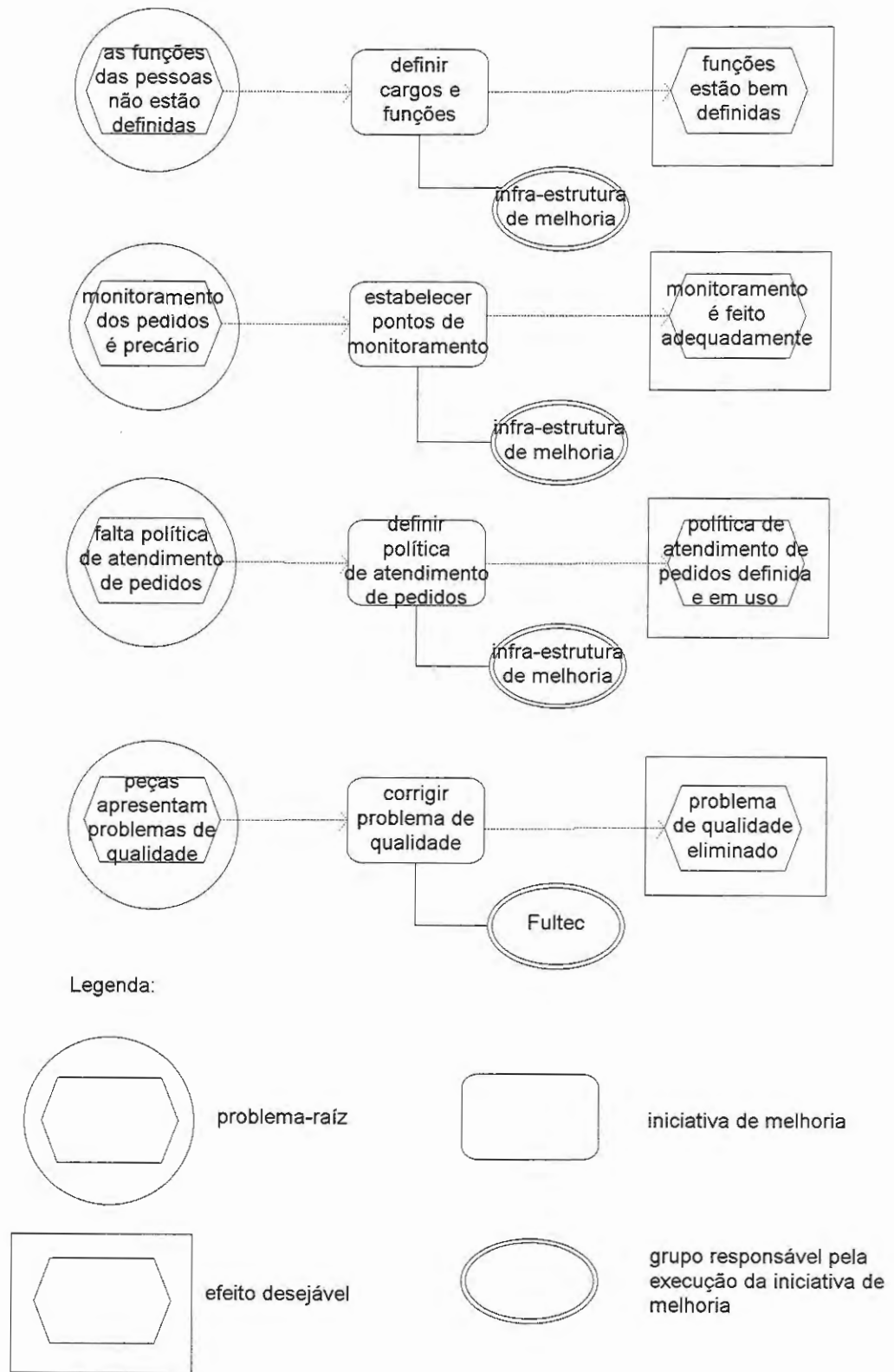


Figura 73: Detalhamento das Iniciativas de Melhoria (Projeto Fultec)

Desdobrar e Implantar Iniciativas

O desdobramento das iniciativas, de acordo com o previsto na metodologia, assumiu a forma de modelos descritivos de uma situação futura desejável. A construção desses modelos e sua implantação foram feitas como um processo iterativo, ou seja, a versão final do modelo implantado é resultado de várias rodadas de modelagem. Uma situação estável foi atingida e aceita quando todas as iniciativas de melhoria definidas anteriormente haviam sido desdobradas e implantadas.

A primeira providência tomada durante esta etapa foi definir o perfil desejado para a **Cadeia de Valores Agregados (TO-BE)**. Esta, por sua vez, permaneceu com a configuração idêntica à da **Cadeia de Valores Agregados (AS-IS)** pois as transformações efetuadas aconteceram em um nível de detalhes maior: o da cadeia de eventos e funções descrita nos mapas de processo.

Assim sendo, com base no **Mapa de Processo (AS-IS)** criado para a função Produzir, foi construído o **Mapa de Processo (TO-BE)** para a mesma função, dotado de mudanças relevantes a fim de atender às iniciativas de melhoria definidas.

Ainda, a partir da definição deste mapa de processo, pôde-se estruturar e formalizar uma estrutura organizacional (**Organograma (TO-BE)**) livre de conflitos de decisão.

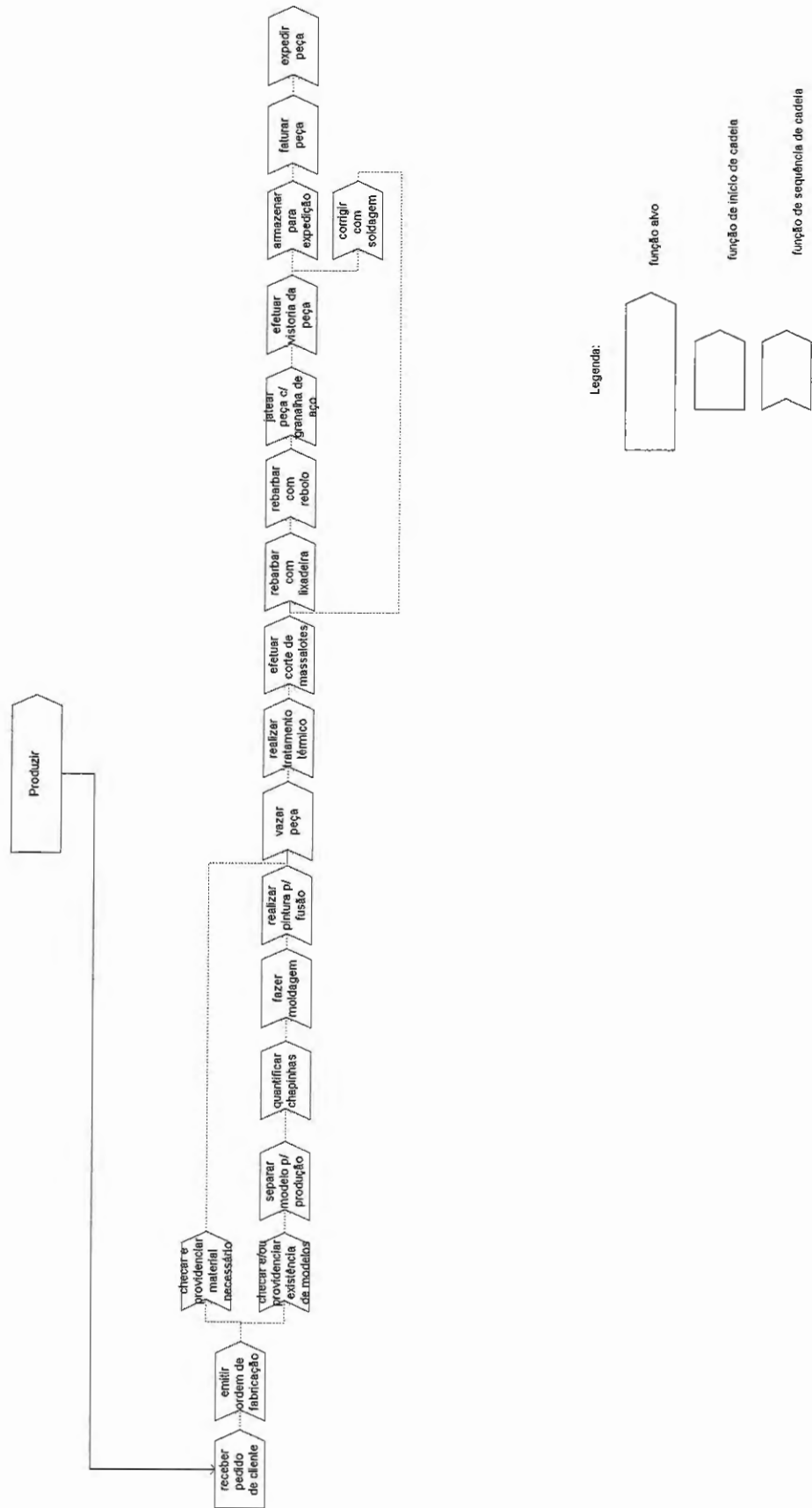


Figura 74: Cadeia de Valores Agregados (TO-BE) (Projeto Fultec)

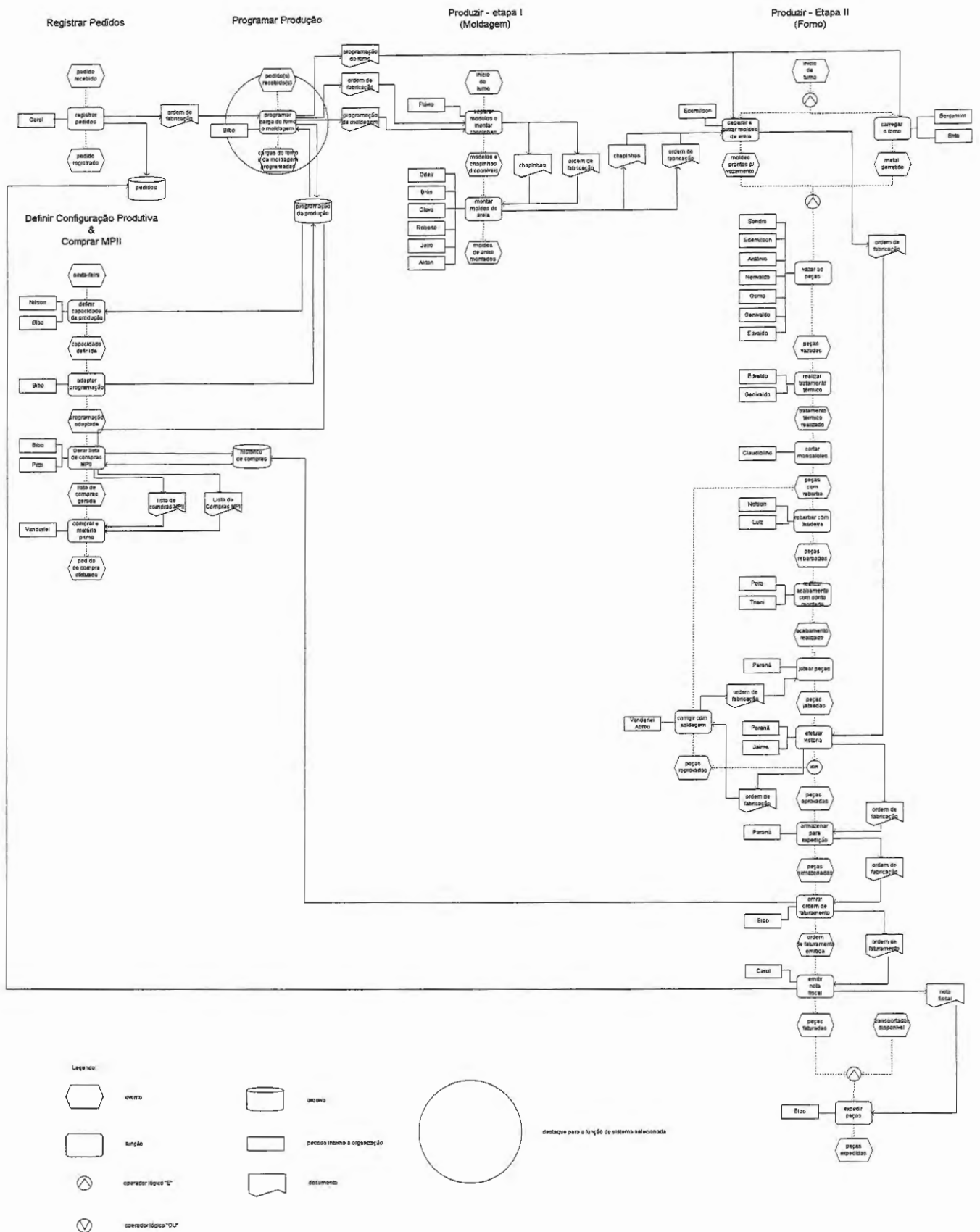


Figura 75: Mapa do Processo (TO-BE) (Projeto Fultec)

Durante o desdobramento da iniciativa “Definir política de atendimento de pedidos e suporte necessário” uma função específica do **Mapa de Processos (TO-BE)** mereceu especial atenção: “Programar carga do forno e moldagem”.

Essa função possui fortes efeitos sobre a política de atendimento de pedidos definida pois é nela que a lógica específica adotada para a programação da produção se materializa. Ainda, entendeu-se que esta programação, até então feita em bases diárias, deveria obedecer a uma seqüência de instruções distintas daquelas atualmente adotadas, formando assim a essência da nova política de atendimento de pedidos.

A curto prazo, essa programação poderia ser feita manualmente, de acordo com o indicado no **Mapa de Processo (TO-BE)**. Porém, foi entendido que o uso de um sistema computacional destinado à realização dessa função traria importantes benefícios estratégicos tais como a eliminação de erros de programação e reprogramação, assim como também a construção de um histórico confiável sobre o atendimento dos pedidos capaz de auxiliar a tomada de decisão.

Essa função específica (“Programar carga do forno e moldagem”) foi, portanto, identificada como uma função de sistema e os modelos descritivos (**Mini-especificações** e **Modelo de Dados**) necessários para a futura codificação e implantação do sistema foram criados.

Basicamente, a programação do forno consiste em estabelecer uma seqüência de cargas a serem fundidas, segundo algum critério. Como o forno é uma máquina única, a quantidade de cargas por turno é fixa, e a quantidade de material utilizada e o tempo de fundição não sofrem grandes variações devido a exigências tecnológicas, a tentativa de gerenciar o tempo produtivo como um critério de desempenho seria inútil (MOCCELLIN, 1994). Assim sendo, o critério de prioridade utilizado para compor a seqüência de cargas foi a ordem em que elas eram completadas de acordo com a chegada das ordens de fabricação.

Algumas considerações tiveram que ser feitas a fim de que essa nova maneira de programar o forno fosse utilizada eficientemente a fim de alocar todas as ordens de fabricação disponíveis:

- cada ordem de fabricação diz respeito a um único cliente;
- cada ordem de fabricação relaciona-se a apenas um tipo de material;
- cada ordem de fabricação não pode conter uma quantidade de material a ser fundido maior do que a capacidade do forno.

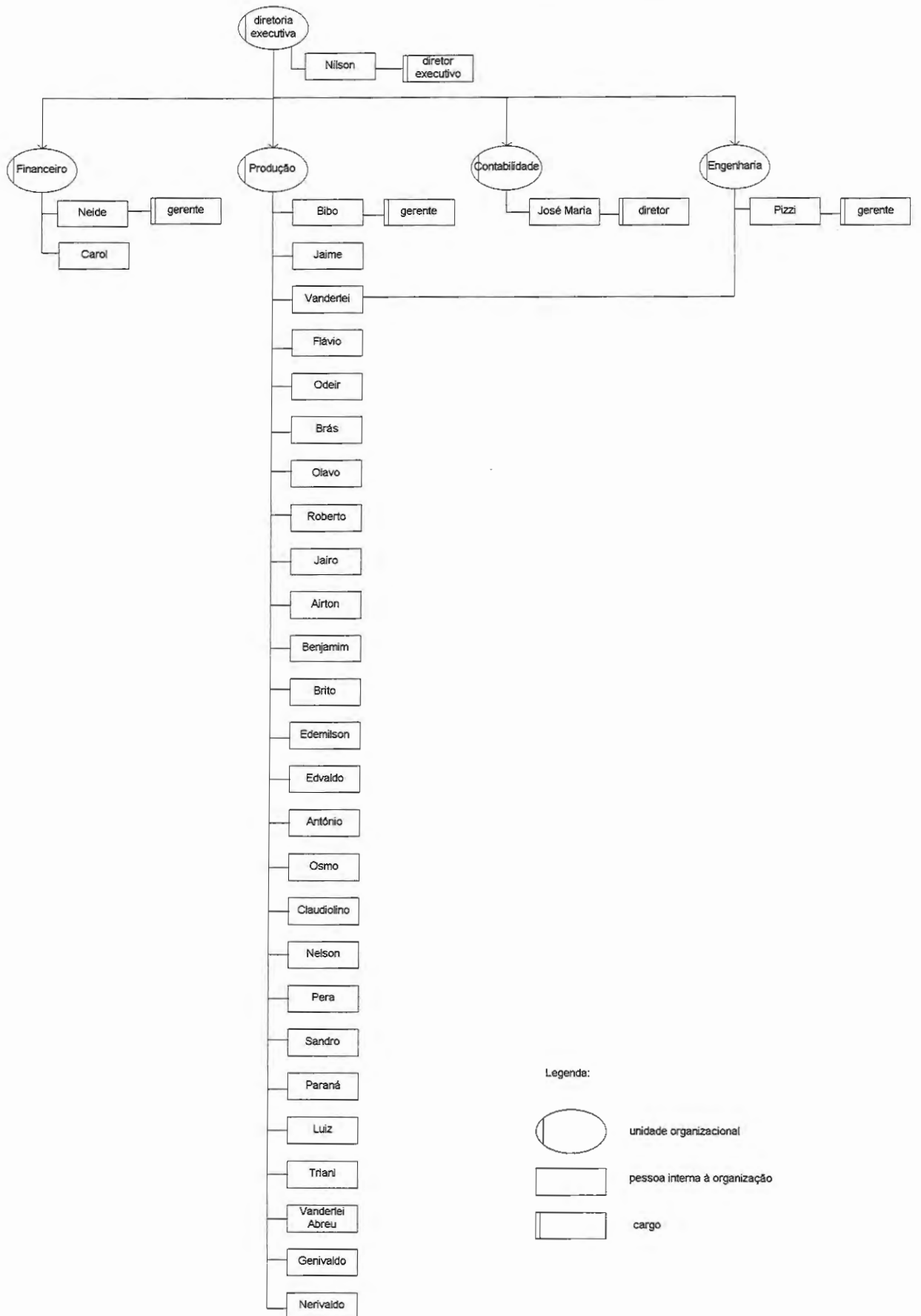
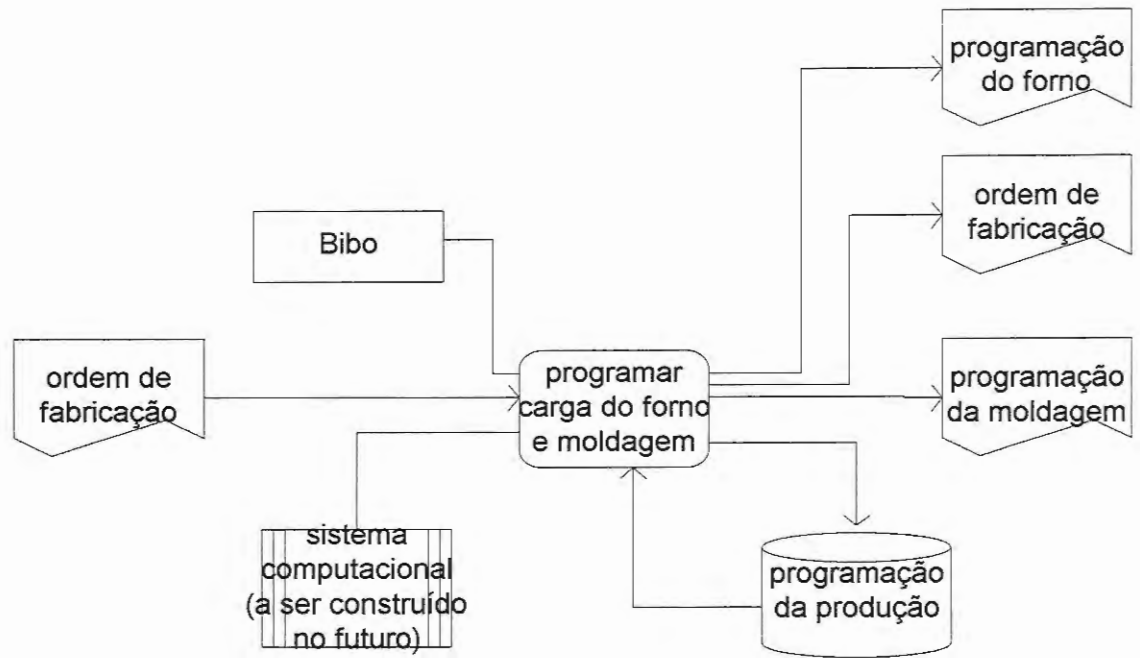


Figura 76: Organograma (TO-BE) (Projeto Fultec)



Legenda:



pessoa interna à organização



função de sistema



documento



software aplicativo



arquivo

Figura 77: Função de Sistema (Projeto Fultec)

Assim sendo, foram estabelecidas as instruções (**Mini-especificações**) que compõe o detalhe da função em análise. Estas instruções estabelecem a maneira como essa função processa os dados de entrada (**ORDEM DE FABRICAÇÃO**), gerando dados de saída (**PROGRAMAÇÃO DO FORNO**, **PROGRAMAÇÃO DA MOLDAGEM** e também **ORDEM DE FABRICAÇÃO** pois esta deve seguir adiante no processo).

Os termos em negrito indicam os atributos específicos utilizados no processamento da função (veja FIGURA 78 e 79). Tais atributos formam os detalhes das entidades do **Modelo de Dados**.

Mini-especificações da Função "Programar Carga do Forno e Moldagem"

1. Registrar a **ORDEM DE FABRICAÇÃO** recebida, fornecendo para a base de dados os valores dos atributos: **cod. ordem de fabricação**, **cod. cliente**, **cod. produto**, **cod. material**, **quantidade** e **prazo de entrega**.

Agrupar as **ORDENS DE FABRICAÇÃO**, por tipo de material, na sequência em que foram recebidas. Se o grupo considerado já acumulou uma quantidade de material a ser fundido menor ou igual à capacidade do forno, porém, maior do que um certo valor mínimo. Associar a este grupo um **cod. de carga do forno** e acrescentá-la a uma lista de prioridade decrescente das cargas de fundição que devem ser programadas.

2. Programar a carga do forno, sequencialmente, da seguinte forma

Se a próxima carga do forno a ser programada é uma carga de início de turno

Então escolher a primeira carga da lista de cargas de fundição que devem ser programadas que utilize um material adequado para se fazer o aquecimento inicial do forno

Se não existirem cargas a serem programadas que utilizem um material adequado para servir como primeira carga do forno Então emitir mensagem requisitando providências urgentes. Paralisar programação até que seja providenciada a carga necessária e indicada para o sistema.

Senão, escolher a primeira carga da lista de possíveis cargas e alocá-la na programação

Se forem preenchidas todas as cargas para determinado turno de fundição, Então fornecer **PROGRAMAÇÃO DO FORNO**.

Na medida em que a **PROGRAMAÇÃO DO FORNO** é estabelecida, a **PROGRAMAÇÃO DA MOLDAGEM** é obtida selecionando-se para a moldagem todas as **ORDENS DE FABRICAÇÃO** que compõe as respectivas cargas do turno (na mesma sequência) e adiantando-se a execução da moldagem em uma semana em relação ao forno.

FIGURA 78: Mini-especificações (Projeto Fultec)

Dessa forma, completa-se o ciclo de criação dos modelos descritivos previstos no método. A partir desses modelos, uma atividade futura de codificação (criação de modelos baseados em programação) pode ser conduzida a fim de disponibilizar, de forma automatizada através de sistema, essa lógica de programação então estabelecida.

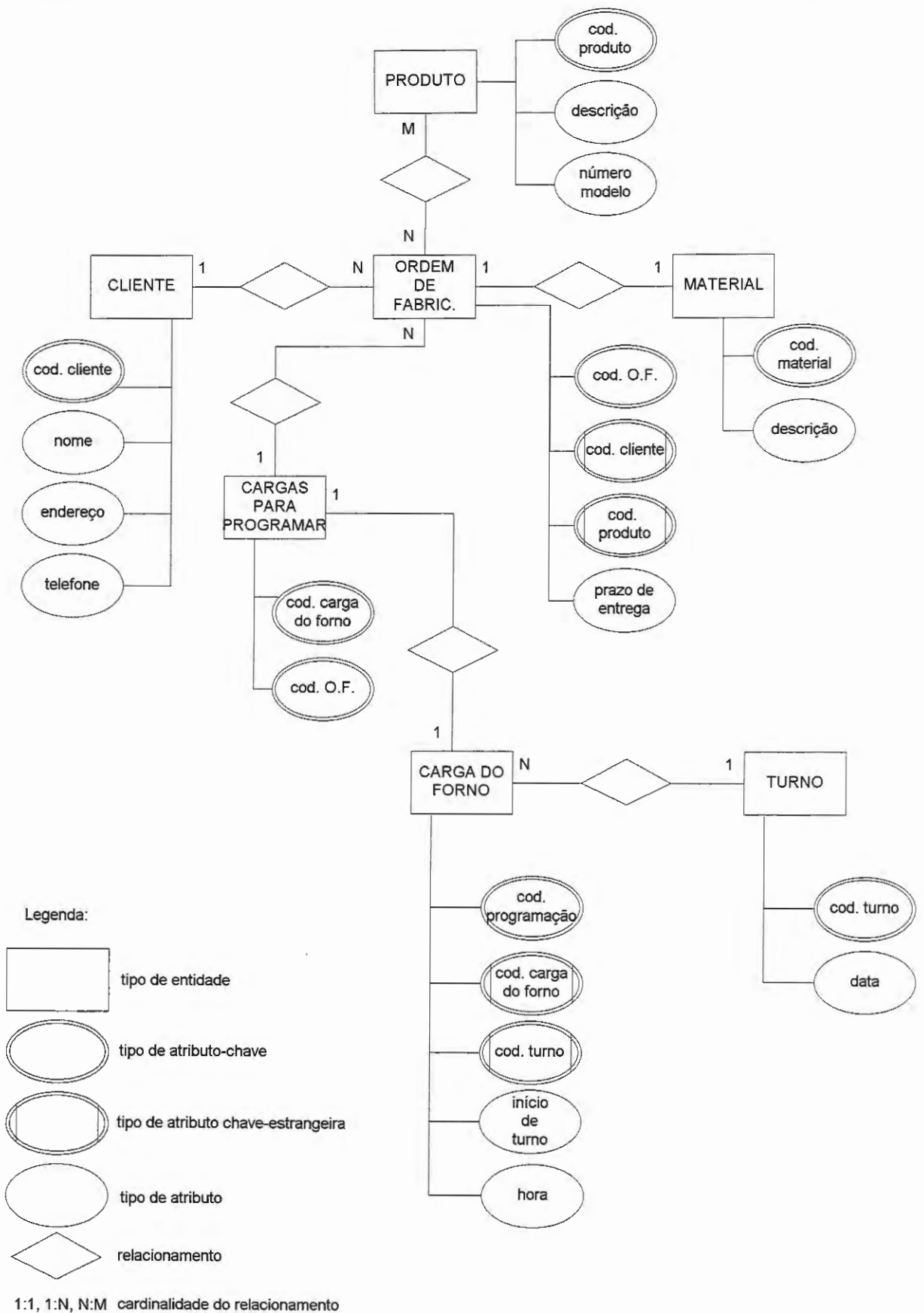
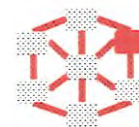


Figura 79: Modelo de Dados (Projeto Fultec)



Analisar Progresso e Resultados

O Projeto Fultec foi concluído com êxito tendo atingido os objetivos inicialmente propostos. Os efeitos sobre a empresa analisada foram significativos e a experiência adquirida pelos membros da **Infra-estrutura de Melhoria** deve ser ressaltada devido à sua relevância.

Outros importantes pontos merecem destaque:

- Após o término do projeto, a Fultec Inox Ltda. apresentou melhores índices de pedidos entregues dentro do prazo prometido (antes: 20%, depois: 80%). Além disso, criou-se base para considerações de planejamento de médio e até longo prazos no que diz respeito à gestão da sua produção e eliminou-se o conflito de autoridade identificado no início do projeto.
- A empresa dispõe agora de uma seqüência formalizada e validada de funções e eventos que definem o seu processo “Produzir” dotado de maior nível de integração, a qual servirá como um referencial comum para os seus membros. Ainda, possui agora melhores condições de monitorar os pedidos em processo, avaliando assim o retrabalho gerado por problemas de qualidade nas peças.
- Por fim, cabe destacar ainda, que foram criadas bases para a automação da tarefa de programar e reprogramar a produção através de um sistema de informação simples, projetado especificamente para este caso e que pode facilmente ser codificado com base nos modelos descritivos criados durante o projeto. Entendeu-se que a médio prazo a utilização de um mecanismo automatizado como este, será relevante para o auxílio à tomada de decisões acertadas sobre a gestão da produção da empresa.

6.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O PROJETO

O caso Fultec apresentou grande relevância no decorrer deste trabalho por propiciar condições para a experimentação responsável dos conceitos aqui tratados. Esse projeto possibilitou, assim, a ilustração didática de um estudo de caso simples, livre de detalhamentos exagerados que atrapalhem a apresentação da idéia principal, fornecendo

claramente a noção de ciclo de transformação própria da *TransMeth* e a contextualização do método específico para a modelagem de sistemas de informação criado.

Em termos gerais, apesar da simplicidade das questões específicas sobre sistemas de informação tratadas, foi entendido que este projeto permitiu concluir que o método criado é viável e válido, podendo ser aplicado em situações semelhantes de maneira sistemática.

CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES E INDICAÇÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho foi desenvolvido com base em conceitos de Modelagem e Integração de Empresas e é esse o assunto genérico no qual se insere. Mais especificamente, procurou-se utilizar tais conceitos no gerenciamento de Projetos de Transformação Organizacional, onde a atenção foi focada em aspectos de modelagem de processos empresariais para fins de construção de sistemas integrados de informação.

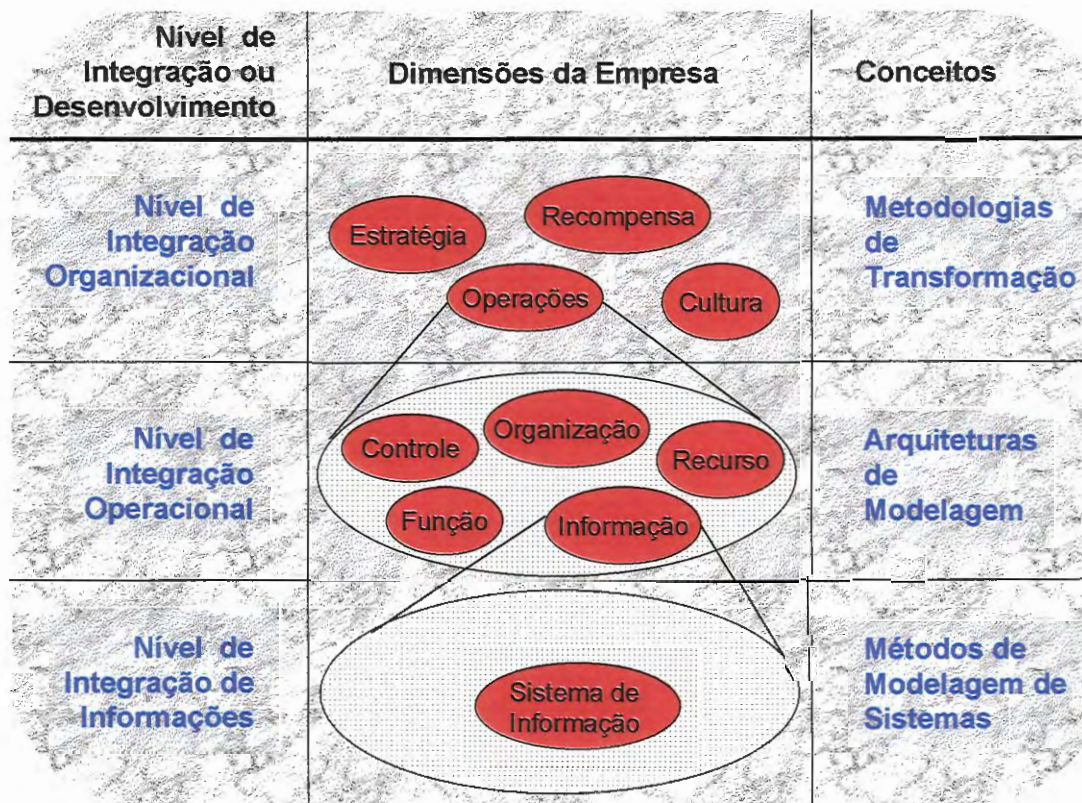


FIGURA 80: Conclusões

Assim sendo, a investigação científica foi conduzida de tal forma a se promover a integração vertical entre os 3 níveis mostrados na FIGURA 80. Partindo-se da análise e

descrição de uma Metodologia para o Gerenciamento de Projetos de Transformação Organizacional (a *TransMeth*), passando pela escolha e adaptação de uma arquitetura de modelagem de empresas de referência (*ARIS*) e terminando com a proposição de um Método para a Modelagem de Sistemas Integrados de Informação.

A proposição desse Método para a Modelagem de Sistemas Integrados de Informação, de maneira compatível com a metodologia, foi possível devido ao formalismo de representação comum (*ARIS Toolset*) adotado para a descrição de ambos: método e metodologia. Dessa forma, na medida em que o método foi sendo construído de maneira integrada à metodologia no qual se insere, a própria metodologia sofreu considerável sistematização dos seus formalismos de representação, permitindo assim atingir o objetivo proposto. Entre outros fatores, o principal motivo que justifica essa estratégia de investigação são as numerosas semelhanças existentes entre os sistemas baseados em computador (neste caso os sistemas de informação) e os sistemas produtivos no qual os primeiros se inserem (organização).

Por fim, após a obtenção teórica dos resultados contidos no método de modelagem apresentado, e por extensão, também da própria metodologia na qual se insere, tais resultados foram aplicados em um caso real (o Projeto Fultec) a fim de efetivar a sua validação. Esse projeto foi concluído com sucesso permitindo assim estabelecer algumas conclusões, descritas a seguir:

- Primeiramente, é relevante ressaltar a possível complexidade inerente à aplicação dos conceitos de Modelagem e Integração de Empresas no gerenciamento de Projetos de Transformação Organizacional. Tal complexidade, em geral, se deve ao caráter sistêmico com que, por definição, o objeto de estudo é tratado. Entretanto, tal fato não deve representar um obstáculo se as diretrizes desses projetos forem baseadas em uma referência metodológica sob o suporte de uma arquitetura de modelagem de referência;
- Em segundo lugar, merece destaque as constatações sobre o real efeito integrador obtido através dos sistemas de informação. Ainda, esses sistemas, quando em bases computacionais, apresentam grande semelhança de características com os sistemas produtivos nos quais se inserem. Tais colocações reforçam a efetividade da estratégia de investigação adotada para este trabalho, a qual considerou mutuamente características de: (1) sistemas produtivos (manufatura e serviços) e (2) sistemas de informação baseados em computador;

- Um terceiro ponto a ser levantado é que, a partir desta estratégia de investigação adotada, foi de fato possível contribuir para sistematizar a utilização de modelos de empresa integrados no gerenciamento de Projetos de Transformação Organizacional norteados pela *TransMeth*;
- Em quarto lugar, cabe ressaltar que com a adoção de uma arquitetura de modelagem de referência para o tratamento dos modelos gerados e utilizados na *TransMeth*, criou-se um referencial semântico comum para a inserção integrada à metodologia, do Método para Modelagem de Sistemas Integrados de Informação proposto neste trabalho. Este método pode ser refinado sistematicamente a cada ciclo de aplicação e, portanto, mais importante do que o preciosismo de seus detalhes é a estrutura criada para a sua utilização e evolução.

Ainda, devido à esse mesmo referencial semântico, criou-se condições básicas para o registro de outros métodos que atendam a propósitos semelhantes ou distintos e que sejam relevantes para a composição da metodologia. Em outras palavras, a estrutura semântica criada apresenta potencial para o registro sistemático de conhecimentos relacionados ao processo de transformação organizacional;

- Por fim, devido ao fato de a arquitetura de referência adotada (*ARIS*) ser suportada por uma ferramenta computacional e comercial do tipo *CASE/BPE* (*ARIS Toolset*), reais possibilidades foram criadas para a automação de certas etapas da construção de sistemas de informação baseados em computador a partir de aplicações da *TransMeth*.

Assim sendo, e considerando-se a abertura do método aqui proposto para a consideração de referências externas, além do objetivo primário de criação de sistemas totalmente novos, abre-se também a possibilidade de reaproveitar modelos e programas já criados. De fato, a partir dos requisitos modelados com a aplicação deste método, sistemas corporativos reconhecidos como o R3 da SAP podem ser configurados, evidenciando-se assim o amplo espectro de aplicação dos resultados aqui gerados, podendo envolver empresas de diversos ramos de negócio, com foco em serviços ou manufatura, desde micro até grandes empresas.

Indicação de Trabalhos Futuros

Com o término destas investigações, futuros trabalhos associados podem surgir de diferentes formas em decorrência do que aqui foi desenvolvido. Abaixo são apresentadas algumas sugestões consideradas relevantes e compatíveis com o objetivo maior proposto originalmente:

- (1) Extensão do método para incluir abordagens próprias do paradigma de orientação a objetos, através de linguagens como a *UML (Unified Modeling Language)*;
- (2) Aplicação do método aqui proposto para a configuração de sistemas corporativos comerciais como o *R3 da SAP*;
- (3) Registro de outros métodos que atendam a propósitos distintos, segundo os formalismos aqui propostos, a fim de atualizar a biblioteca de iniciativas da *TransMeth*;
- (4) Ampliação do foco de modelagem até então estabelecido, a fim de incluir não apenas modelos estáticos mas também modelos dinâmicos que permitam a realização de análises baseadas em tempo (simulação) e custo.
- (5) Utilização da *TransMeth* como referência ao tratamento de outras etapas do ciclo de vida de uma empresa além do Gerenciamento de Transformações (veja FIGURA 2), em concordância com as definições de *Enterprise Engineering* apresentadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, Oswaldo L. (1997). *Sistemas de Manufatura*. Notas de aula, Universidade de Campinas – UNICAMP.
- AGUIAR, A. F. S.; RENTES, A. F.; ROZENFELD, H. (1995). *Relato de um Projeto de Melhoria de Negócio em uma Multinacional de Desenvolvimento de Software e Prestação de Serviços*. XV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. São Carlos, SP.
- BELHOT, R. V. (1996). *Introdução à Teoria dos Sistemas*. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- BREMER, C.F. (1995): *Proposta de uma Metodologia para o Planejamento e Implantação da Manufatura Integrada por Computador*. São Carlos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- BERGER, L.A.; SIKORA, M.J. (1994). *The Change Management Handbook: A Road Map to Corporate Transformation*. Chicago, Irwin Professional Publishing.
- CHAUÍ, M. (1995). *Convite à Filosofia*. São Paulo, Ática.
- CHEN, P. (1990). *Modelagem de Dados – Uma Abordagem Entidade-relacionamento para o Projeto Lógico*. São Paulo, Makron Books.
- CHIAVERINI, V (1986). *Tecnologia Mecânica – Processos de Fabricação e Tratamento*. São Paulo, MacGraw Hill do Brasil, vol. 2, 2ª edição.
- CORRÊA, H.L., GIANESI, I. G. N., CAON, M. (1997). *Planejamento, Programação e Controle da Produção – MRPII/ERP*. São Paulo, Atlas.
- DAVENPORT, T. H. (1998). Putting the Enterprise into the Enterprise System. *Harvard Business Review*. July-August.

- DORNELAS, J. C. A.; CAMPEÃO, P.; SOUSA, G. W. L.; RENTES, A. F. (1997). *Obtenção dos Modelos de Processos e de Dados de Forma Integrada Utilizando-se Software Comerciais como Suporte a uma Metodologia de Integração de Empresas*. XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Gramado, RS.
- DORNELAS, J. C. A. (1998): *Proposta de um Método de Gerenciamento do Desenvolvimento de Software Aplicado no Contexto de uma Metodologia de Integração de Empresas*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- FURLAN, J. D. (1997). *Modelagem de Negócio*. São Paulo, Makron Books.
- FRAISLABEM, F.; ASSUMÇÃO, M. R. P. (1987). *Planejamento e Controle de Projetos – Introdução*. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- GOLDRATT, E. M. (1994). *Mais que Sorte... Um Processo de Raciocínio*. São Paulo, Educator.
- GOLDRATT, E. M. (1997). *A Meta*. São Paulo, Educator.
- GORANSON, H. T. (1997). *Human factors and enterprise integration*, Workshop 1 Report ICEIMT, 82-87.
- GARTNER GROUP (1997), *Gartner Group's Business Process Re-engineering Strategic Analysis Report Excerpt R-600-106, September 29*. <http://www.gartner.com/webletter/idsscheer/art2/article2.html> (14 março).
- HAMMER, M.; CHAMPY, J. (1994). *Reengenharia – Revolucionando a Empresa em Função dos Clientes, da Concorrência e das Grandes Mudanças da Gerência*. Rio de Janeiro, Campus.
- IDS (1995). ARIS Toolset v.3.0 – Copyright 1995 by IDS Prof. Scheer GmbH, Saarbrücken, Germany.

- ISHIKAWA, K. (1989). *Introduction to Quality Control – 3rd Edition*. Juse Press Ltda.
- KAPLAN, R.S.;NORTON, D.P. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Boston, Harvard Business School Press.
- LILES, H. D.; JOHNSON, M. E.; MEADE, L. (1999). *The Enterprise Engineering Discipline*. <http://arriwww.uta.edu/eif> (20 março).
- LIM, S. H.; JUSTER, N. PENNINGTON, A. (1997). Enterprise Modeling and Integration: a Taxonomy of Seven Key Aspects. *Computers in Industry*, v. 34, p.339-359.
- LOGIC WORKS (1997). BPwin 2.01 – Copyright *Logic Works*, 1997.
- LOGIC WORKS (1998). ERWin /ERX 3.5 – Copyright *Logic Works*, 1998.
- MARTIN, J. (1991). *Engenharia da Informação*. Rio de Janeiro, Campus.
- McMENAMIM, S. M., PALMER, J. F. (1991). *Análise Essencial de Sistemas*. São Paulo, McGraw-Hill: Makron.
- MIZUNO, S. (1988). *Management for Quality Improvement*. The 7th New QC Tools. Productivity Class. Cambridge, MA – USA.
- MOCCELLIN, J. V. (1994). *Técnicas de Seqüenciamento e Programação de Operações em Máquinas*. Notas de aula, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MODER, J., PHILIPS, C. (1970). *Project Management with CPM and PERT*. New York, Van Nostrand Reinhold Company.
- MORAES, F. C. C. (1996). Os Impactos Econômicos da Tecnologia da Informação para as Empresas. *Econ. Empresa*, v.3, n.3, p.96-107, jul/set.

- MOURA, E. C. (1994). *As Sete Ferramentas Gerenciais da Qualidade*. Makron Books, São Paulo.
- NUMA (1999). Núcleo de Manufatura Avançada. *Business Process*. <http://www.numa.org.br> (04 de Fevereiro).
- PERF. CENTER (1996). *The Performance Center's Approach to Transformation: The Transformation Cycle*. Virginia Tech, Blacksburg, VA.
- PETRIE, C. (1992). *Enterprise Integration Modeling*. The MIT Press, Cambridge, MA.
- PRESSMAN, R. S. (1995). *Engenharia de Software*. São Paulo, McGraw-Hill: Makron.
- RENTES, A.F. (1995): *Proposta de uma Metodologia de Integração com Utilização de Conceitos de Modelagem de Empresas*. São Carlos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- RENTES, A. F.; MENDES, J. P.; SALOMÃO, S. (1995a). *Planejamento de Sistemas Integrados em uma Empresa Metal-mecânica Utilizando Modelagem de Processos*. Anais do XIII Congresso Brasileiro e II Congresso Ibero-americano de Engenharia Mecânica – COBEM, Belo Horizonte, MG.
- RENTES, A. F.; ROZENFELD, H.; CAMPEÃO, P.; FIORELLI, A. O.; CÂMARA, R. R. (1995b). *Aplicação de Metodologia de Reengenharia de Processos em uma Softhouse*. XV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. São Carlos, SP.
- RENTES, A. F.; VAN AKEN, E.M.; and BUTLER, M.R. (1999). *An Organizational Assessment Method for Transformation Efforts*. Portland, 1999. Portland International Conference on the Management of Engineering Technology Annals (PICMET '99).

- ROSTALDÁS, A. (1998). Enterprise Performance Measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, v.18, n.9/10, p.989-999.
- SCHEER, A. W. (1989). *Enterprise-wide Data Modelling*. Germany, Springer-Verlag.
- SCHEER, A. W. (1991). *Principles of Efficient Information Management*. Germany, Springer-Verlag.
- SCHEER, A. W. (1993). *CIM – A Fábrica do Futuro*. Rio de Janeiro, Qualitymark.
- SCHEER, A. W. (1994). *Business Process Engineering*. Germany, Springer-Verlag.
- SCHEER, A.W. (1998). *ARIS - Business Process Frameworks*. Germany, Springer-Verlag.
- SCHEER, A.W. (1998b). *ARIS - Business Process Modeling*. Germany, Springer-Verlag.
- SINK, D.S.; MORRIS, W.T. (1995). *By What Method?* Engineering and Management Press, Norcorss, GA: Institute of Industrial Engineers.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. (1997). *Administração da Produção*. São Paulo, Atlas.
- SOUSA, G. W. L.; ANDRADE, M. O.; RENTES, A. F. (1998). *Utilização da Modelagem de Processos de Negócio em uma Metodologia de Integração de Empresas*. XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Niterói, RJ.
- SYSTEMS MODELING (1996). ARENA 3.0 – Copyright 1996, Systems Modeling Corp.
- UTA (1999). University of Texas: Automation & Robotics Research Institute. *Enterprise Engineering*. <http://arri.uta.edu/enteng/>. (10 Janeiro de 1999)

VERNADAT, F.B. (1996). *Enterprise Modeling and Integration: Principles and Applications*. London, Chapman & Hall.

VIEIRA, D. R. (1999). Chefes de Projeto e Liderança. *Gazeta Mercantil*, São Paulo, 22 de jul.

APÊNDICE: PESQUISA SOBRE O USO DE MODELOS DE EMPRESA

Apresentação e Introdução

O material que será apresentado a seguir constitui um relato simplificado dos resultados de uma pesquisa sobre o uso de modelos de empresa conduzida em 1998 através da *Internet* por dois pesquisadores norte-americanos e denominada “*On the Use of Enterprise Models*”.

On the Use of Enterprise Models

Larry Whitman

Department of Industrial and Manufacturing Engineering, College of Engineering, Wichita State University, Wichita, KS 67260-0035, email whitman@bigfoot.com

Brian Huff

Department of Industrial and Manufacturing Systems Engineering, College of Engineering, The University of Texas at Arlington, Arlington, TX 76118, email bhuff@uta.edu

O autor deste trabalho de mestrado foi uma das 72 pessoas que contribuiu para essa pesquisa fornecendo informações variadas sobre o uso de modelos de empresa. Os resultados aqui apresentados não haviam ainda sido oficialmente publicados até o momento em que foram obtidos diretamente com o Sr. Larry Whitman em Março de 1999.

Essa pesquisa constituiu-se em um estudo de campo projetado para determinar como modelos de empresa são utilizados. Até então, acredita-se que nenhum estudo empírico semelhante havia sido conduzido a fim de determinar, de fato, como tais modelos têm sido utilizados pela indústria.

De maneira compatível com os conceitos apresentados ao longo desta dissertação, modelo aqui é entendido como uma representação abstrata da realidade. O modelador determina os elementos de interesse do sistema real e como esses elementos serão modelados. Um modelo de empresa é definido mais precisamente como: “Uma representação simbólica da empresa e as coisas com as quais ela lida. Contém representações de fatos individuais, objetos, e relacionamentos que ocorrem internamente à empresa.”

Segundo os autores da pesquisa, na literatura existem muitas referências sobre como modelos de empresa devem ser utilizados, porém, tais relatos em sua grande maioria baseiam-se apenas em evidências experimentais e não em estudos de caso reais. Assim sendo, esta pesquisa foi idealizada a fim de identificar as reais utilidades e limitações desses modelos.

Preparação da Pesquisa

Dado o fato de que a área de modelagem de empresas é relativamente nova, nenhum instrumento de pesquisa consolidado esteve à disposição. Assim sendo, foram consultados os resultados sobre um *workshop* destinado a discutir pesquisa em ciência social relacionada à *CAD/CAM* no final da década de 70. Os autores acreditavam que as pesquisas em *CAD/CAM* apresentavam o mesmo nível de maturidade que as pesquisas em modelagem de empresas apresentam hoje. Dessa forma, muitas das perguntas utilizadas no *workshop* foram reaproveitadas para esta pesquisa.

Adicionalmente, foram consultadas diversas referências sobre como se conduzir pesquisas utilizando-se o ambiente WWW identificando assim alguns princípios básicos tais como: memória, ordem da pesquisa, estilo das perguntas e escala. Com base nesses levantamentos, o processo de coleta de informações iniciava-se com a definição apresentada abaixo e a partir daí diversas perguntas relacionadas ao assunto eram apresentadas:

Esta seção define o que se quer dizer com Modelo de Empresa. É muito importante que você entenda o que é e o que não é referido por esta expressão. Muitas pessoas utilizam esta expressão de maneira diferente de como ela será usada aqui. A intenção não é debater, e sim assegurar que as respostas para a pesquisa reflitam consistentemente o entendimento deste termo.

Um *modelo de empresa* é aqui definido como uma representação gráfica de uma companhia.

Para esta pesquisa, o termo empresa pode ser referir a um processo ou subsistema ou atividade executadas através de múltiplas divisões de um sistema produtivo.

Um modelo de empresa é:	Um modelo de empresa não é:
Um gráfico de fluxo	Uma planilha MS Excel
Um modelo de simulação	Um organograma: veja Nota I abaixo
Diagrama de atividades	Layout de chão-de-fábrica: veja Nota II

Nota I – Um organograma é de fato um modelo de empresa, porém os autores da pesquisa entendem que as respostas que seriam dadas sobre organogramas afetariam significativamente os dados podendo levar a conclusões errôneas. Existem perguntas especificamente endereçadas a organogramas as quais propiciarão as informações desejadas sobre esta vista da empresa.

Nota II – Um layout de chão-de-fábrica é uma representação gráfica de uma empresa, porém, este não é o tipo de informação desejada nesta pesquisa.

Resultados Obtidos

A Figura 1 mostra que 10% daqueles que responderam à pesquisa pertenciam ao setor aeroespacial, 21% eram consultores e 36% educadores. Deve ser notado ainda que a maioria daqueles que pertenciam ao setor educacional também desempenhavam o papel de consultores.

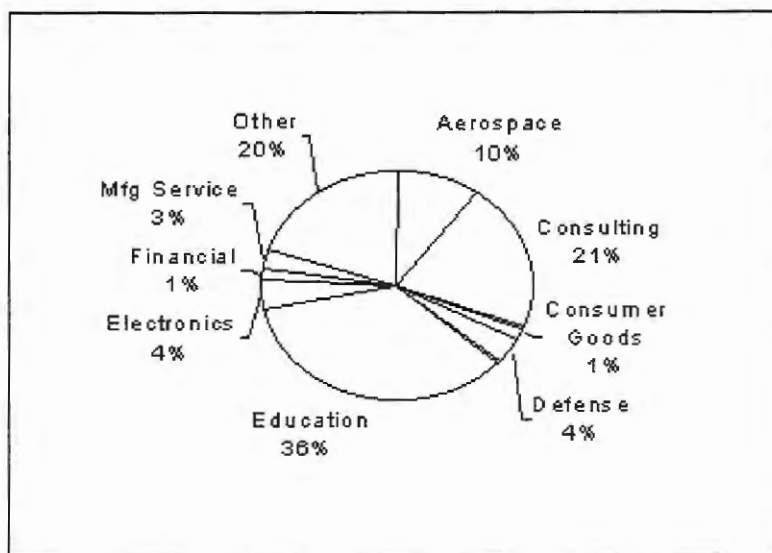


Figura 1: Respostas *versus* Setor

Já a Figura 2 indica que 38% daqueles que responderam, indicaram possuir mais de 5 anos de experiência com modelos de empresa, outros 38% indicaram possuir entre 1 e 5 anos de experiência e o restante possuía ainda menos experiência. Além disso, 15% apenas revisaram modelos, outros 15% apenas criaram modelos. O restante já havia feito as duas coisas.

Ainda, 58% eram os únicos a responder a pesquisa na empresa em que trabalhavam. Quatro empresas forneceram contribuição de 2 pessoas e uma empresa participou com 6 pessoas (embora algumas pertencessem a diferentes divisões).

Deste total, apenas 20 pessoas haviam criado apenas um modelo (ou nunca criaram modelos), 19 reportaram ter criado mais de 10 modelos e 3 clamaram já ter desenvolvido mais de 100. Apenas 12 pessoas nunca haviam revisado um modelo, 20 já tinham revisado um ou dois modelos. Vinte e oito reportaram já ter revisado mais de 10 modelos, sendo que destes, 8 clamaram já ter revisado mais de 100 (um deles relatou ter revisado mais de 500).

De todos aqueles que responderam, 55% afirmou ter recebido treinamento formal sobre o uso de modelos. Exatamente metade das pessoas nunca havia ouvido falar de um modelo de referência para a sua indústria. Menos da metade das empresas representadas utilizavam um repositório para seus modelos de empresa.

Entre aqueles que responderam a pergunta sobre quantas vezes um modelo típico é usado, 10% disse que o modelo era utilizado apenas uma única vez, 18% indicou duas vezes, mais de 50% relatou que os modelos eram utilizados de 3 a 10 vezes e 12% indicou mais de 10 utilizações. Apenas 4% relatou que os modelos nunca eram utilizados.

Outra pergunta foi feita sobre quantos modelos eram criados para responder à uma única pergunta. Entre os que responderam, 15% indicou apenas um, 31% relatou a necessidade de 2 modelos. O restante das respostas dividiu-se da seguinte forma: 13% - 3, 12% - 4, 13% - 5 e 12% - 7.

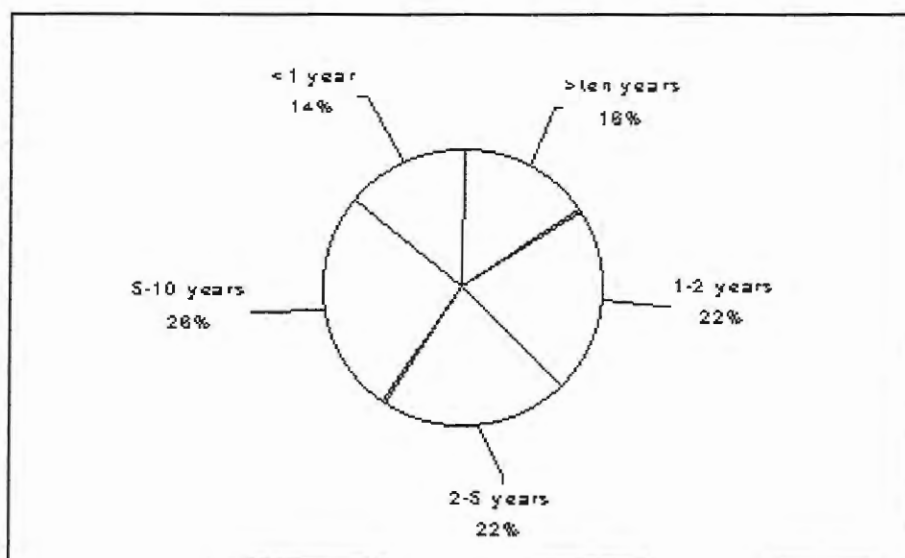


Figura 2: Experiência em Modelagem

No que diz respeito ao tamanho dos times de modelagem, 6% são compostos por 2 componentes. O restante divide-se da seguinte forma: 36% - 3 a 5 membros, 28% - 6 a 10 e 30% - mais de 10 membros.

A fim de determinar como os modelos eram compartilhados entre os vários parceiros de negócio, três perguntas foram feitas. Mais da metade (58%) dos que responderam indicou que não compartilhava seus modelos com seus clientes. Uma porcentagem ainda maior indicou que não compartilhava seus modelos com seus fornecedores. Interessantemente,

45% compartilhava seus modelos com um terceiro que não era nem o cliente nem o fornecedor.

Uma grande preocupação era identificar quem de fato criava modelos de empresa. Os resultados mostraram que 32% de fato desenvolviam todos os modelos, 54% apenas parte e 14% nenhum. Os resultados mostraram, ainda, que em 67% das empresas pesquisadas, o usuário final desenvolvia alguns modelos ele mesmo. Em 15% dos casos, o usuário final desenvolvia todos os modelos e em 18% não desenvolvia nenhum.

Consultores desenvolvem modelos para 53% das empresas que responderam. Porém, apenas 8% das empresas indicaram que esses consultores desenvolvem todos os modelos. Consultores não desenvolvem modelos em 39% das empresas.

De acordo com a Figura 3, uma grande variedade de métodos de modelagem foram considerados. Quase metade dos que responderam indicaram uso primário ou de *IDEF0* ou de gráficos de fluxo, 15% indicou fazer uso de modelos próprios para a simulação e 8% mostrou utilizar efetivamente a arquitetura *ARIS*. A categoria outros, inclui métodos *IDEFs* tais como *IDEF1x* e *IDEF3*, *Swimlane*, *CIMOSA*, *GRAI* e até mesmo *PowerPoint*.

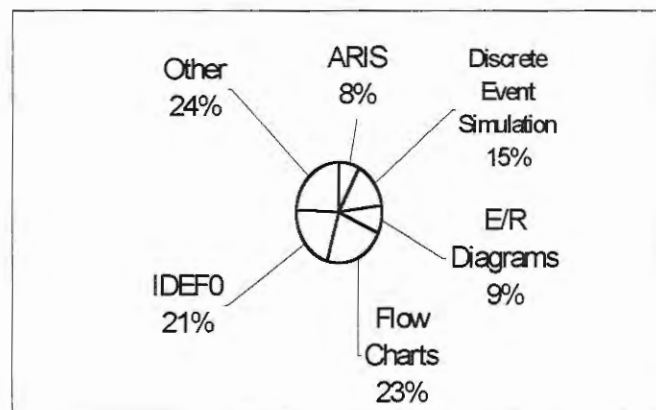


Figura 3: Métodos Utilizados

Foco da Pesquisa

Como a pesquisa realizada representou um estudo exploratório, não haviam históricos com os quais comparar os resultados. De qualquer maneira, o foco da análise baseou-se nas três dimensões de um modelo propostas por um estudo prévio (“*a living model of the enterprise*” - Whitman e Huff 1997). A Figura 4 ilustra as três dimensões: escopo (*scope*), ordem (*enactment*), e dinamicidade (*dynamicity*) de um modelo. Uma descrição de cada uma delas será dada a seguir.

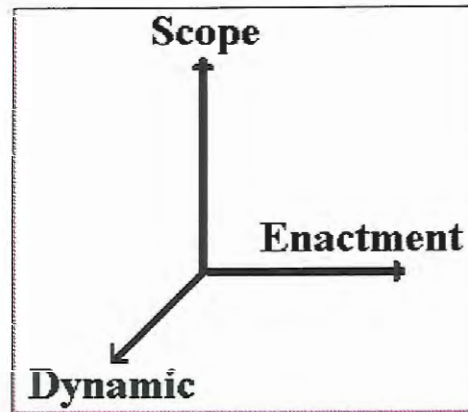


Figura 4: Dimensões de um Modelo "Vivo"

O escopo (*scope*) de um modelo é o grau com que o modelo descreve toda a empresa e não apenas uma parte desta. A promulgação (*enactment*), por sua vez, é uma medida de o quanto o modelo guia e é guiado pela empresa. Já a dinamicidade (*dynamicity*) reflete o quanto o modelo permanece atualizado frente às mudanças sofridas pela sistema produtivo.

A modelagem de empresas, por natureza, é dedicada a prover uma representação holística da empresa. Em alguns casos, faz-se necessário confinar o modelo a um subsistema da empresa, isto é, estabelecer fronteiras para a modelagem. Essas fronteiras, portanto, estabelecem o escopo (*scope*) do modelo. Ficou evidente a partir da pesquisa que metade das empresas pesquisadas possuem modelos de empresa completos, no sentido de descrever a empresa inteira. O restante trata vários subsistemas ou mesmo pequenos subsistemas específico.

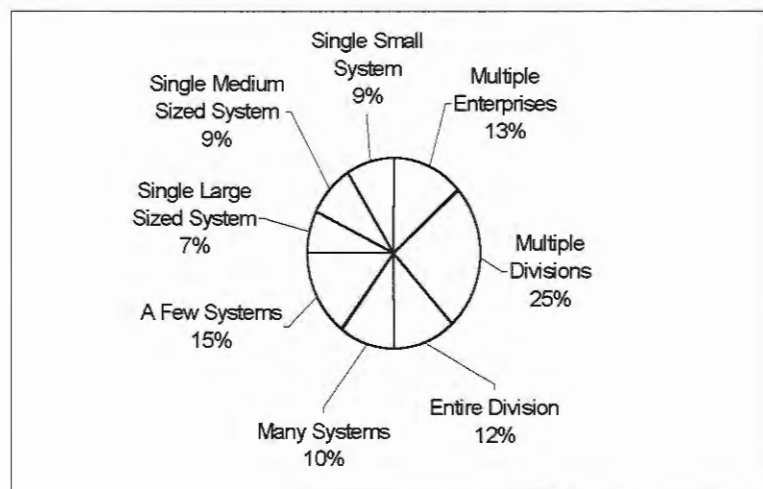
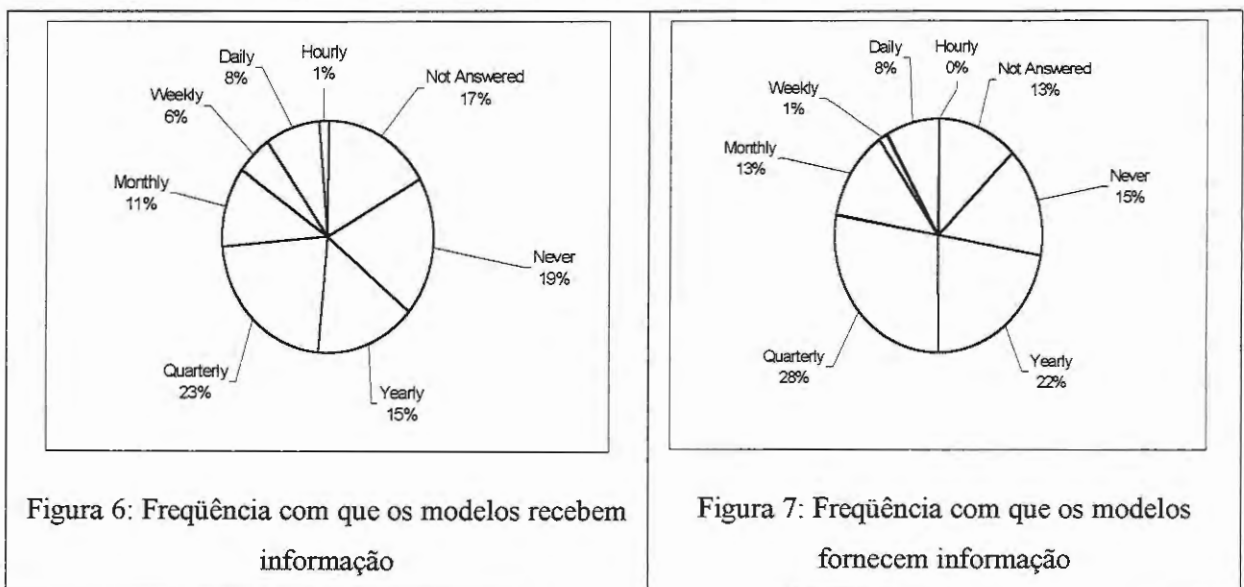


Figura 5: Escopo dos Modelos

Outra questão apresentada ao longo da pesquisa convidava aqueles que respondiam a concordar ou não com a seguinte afirmação: “Minha empresa possui modelos que a descrevem como um todo (não apenas subsistemas dentro da companhia)”. Como resultado, 53% concordaram e apenas 36% discordaram ou não tinham certeza.

Promulgação (*enactment*) é a medida com que o modelo guia e é guiado pela empresa. Para tanto, existe uma grande variedade de possibilidades. Um modelo pode possuir desde promulgação nenhuma até a promulgação completa quando o modelo é capaz de indicar todas as entradas e saídas da empresa assim como indicar o seu *status*. A pesquisa mostrou claramente que a maioria daqueles que responderam não sabia ao certo a utilidade de todos os modelos presentes em sua empresa. Praticamente metade não sabia ou não respondeu à pergunta sobre qual o número de modelos encontrava-se em uso. As Figuras 6 e 7 mostram as respostas para os dois aspectos da promulgação. Quase metade das respostas indicou que os modelos somente recebiam informações anualmente ou menos freqüentemente, se recebiam. De maneira similar, metade das respostas indicou também que os modelos forneciam informação anualmente ou com menos freqüência.



Um modelo que é dinâmico, possui a propriedade de responder tanto a mudanças permanentes quanto temporárias efetuadas sobre o sistema. Uma característica importante de um modelo “vivo” é a sua capacidade de mudar. É isso que a dimensão de dinamicidade denota. A maioria das ferramentas de modelagem existentes atualmente não facilita a ocorrência de mudanças no modelo. Essa propriedade dinâmica não deve ser confundida com modelos de simulação, os quais são freqüentemente chamados de representações dinâmicas.

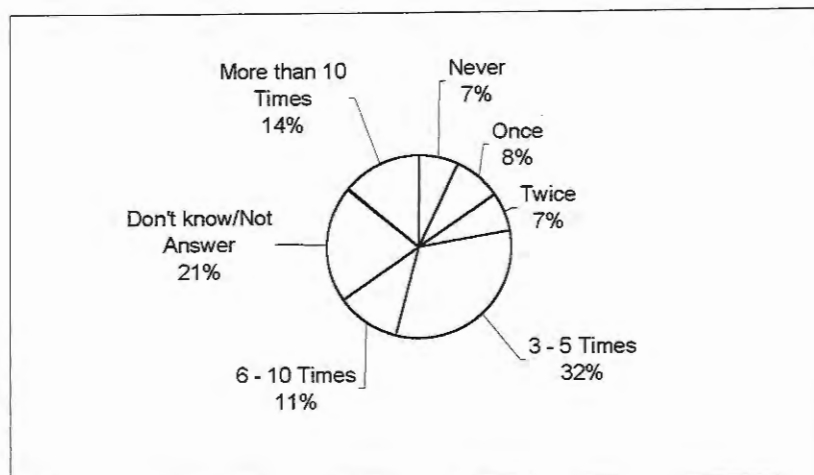


Figura 8: Dinamicidade dos Modelos

Quase metade dos que responderam não sabiam ou não responderam uma ou as duas perguntas sobre quantos modelos encontravam-se em uso ou quantos modelos já foram usados. Com relação à metade que respondeu, um terço (33%) relatou que todos os modelos uma vez criados continuavam em uso. Cerca de 11% respondeu que apenas um ou dois modelos criados não encontravam-se em uso. Entretanto, entre aqueles que responderam, metade indicou que entre 3 e 25 modelos não estavam em uso, 25% indicou que entre 15 e 25 modelos não estavam em uso. Como pode ser observado na Figura 8, 75% não atualiza seus modelos mais do que cinco vezes. De qualquer maneira, 32% de fato atualizou seus modelos de 3 a 5 vezes.

Conclusões

Os resultados da pesquisa sugerem que modelos de empresa tem sido usados para responder muitas questões. É importante notar que não foi feita uma tentativa de obter resultados cientificamente comprovados uma vez que seria muito difícil ou mesmo impossível obter amostras aleatórias em número suficiente de pessoas qualificadas provindas da indústria e da academia. Portanto, a relevância estatística dos resultados aqui apresentados não pode ser avaliada.

A primeira pergunta do questionário desenvolvido para a pesquisa discorria sobre o uso de modelos de empresa segundo o foco particular das três dimensões aqui apresentadas. Não era esperado que metade dos que responderam indicassem que os seus modelos representavam toda a divisão em que trabalhavam, múltiplas divisões ou mesmo múltiplas empresas. Os autores consideraram, portanto, encorajador observar que os modelos de

empresa têm sido usados com escopo tão amplo. Entretanto, 75% dos que responderam clamou que seus modelos não recebiam informações das empresas mais frequentemente do que trimestralmente. O mesmo é verdade para a frequência com que os modelos propiciam informações para as empresas. Também é considerado preocupante o fato de que 75% das pessoas não atualiza seus modelos mais do que 5 vezes (embora 32% os tenha atualizado de 3 a 5 vezes). Ficou difícil avaliar com mais precisão quantos modelos encontravam-se em uso uma vez que quase todos os que responderam não tinham informações sobre modelos além da sua própria experiência.

Outra observação feita através desta pesquisa é a de que modelos de empresa têm sido usados por tipos diferentes de pessoas a fim de responder tipos diferentes de perguntas. Além disso, existe uma grande variedade de níveis de experiência na criação e na revisão de modelos. A pesquisa indica ainda que existem uma grande variedade de ferramentas atualmente em uso a fim de criar e manter modelos de empresa. Por fim, esta pesquisa permitiu aos autores obter informações para futuras investigações, sob a constatação de que existe necessidade de mais promulgação e dinamicidade.

Bibliografia Utilizada Pelos Autores da Pesquisa

- Fox, M. S. (1993). Issues in Enterprise Modeling. IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics.
- Fraser, J. (1994). Managing Change Through Enterprise Models. Applications and Innovations in Expert Systems II, Cambridge, SGES Publications.
- Huckvale, T. and M. Ould (1995). Process Modelling - Who, What, How: Role Activity Diagramming. Business Process Change: Reengineering Concepts, Methods, and Technologies. V. Grover and W. J. Kettinger. Harrisburg, PA, Idea Publishing Group: 330-349.
- Huff, B. L., D. H. Liles, B. J. Howell, F. M. Sanders and B. P. Gaddis (1991). The Use of IDEF Modeling Techniques for Small Manufacturing Enterprise Modeling. IDEF Users Group Conference, Albuquerque, NM.
- Kehoe, C. M. and J. E. Pitkow (1995). "Surveying the Territory: GVU's Five WWW User Surveys." The World Wide Web Journal 1(3).
- Petrie, C., Ed. (1992). Enterprise Integration Modeling: Proceedings of the First International Conference. Austin, TX, The MIT Press.
- Presley, A. (1997). A Multi-View Enterprise Modeling Scheme. Proceedings of the 6th Industrial Engineering Research Conference, Miami Beach, FL, Institute of Industrial Engineers.
- Presley, A. R. (1997). A Representation Method to Support Enterprise Engineering. Industrial and Manufacturing Systems Engineering. Arlington, University of Texas at Arlington.
- Rader, M., B. Wingert and U. Riehm (1988). Social science research on CAD/CAM : results of a first European workshop. New York, Springer- Verlag.
- Simon, J. L. (1978). Basic research methods in social sciences : the art of empirical investigation. New York, Random House.

Sudman, S. and N. M. Bradburn (1982). Asking questions. San Francisco, Jossey-Bass.

Whitman, L. E. and B. L. Huff (1997). A Living Enterprise Model. Proceedings of the 6th Industrial Engineering Research Conference, Miami Beach, FL.

Wood, J. T. (1994). Organismic Modeling of Organizations: A Dynamic Enterprise Model. Business. Arlington, University of Texas at Arlington: 271.