

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DE  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS – PPGEPS**

**MARGARETE APARECIDA KOBUS SALDANHA**

**PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DO FUNCIONAMENTO DOS  
PROCESSOS EMPRESARIAIS COM BASE NA TEORIA DA COMPLEXIDADE**

**CURITIBA,  
2008.**

**MARGARETE APARECIDA KOBUS SALDANHA**

**PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DO FUNCIONAMENTO DOS  
PROCESSOS EMPRESARIAIS COM BASE NA TEORIA DA COMPLEXIDADE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação e Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS), da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Ernani Vieira.

**CURITIBA,  
2008.**

## ERRATA

Folha	Linha	Onde se lê	Leia-se
-------	-------	------------	---------

**MARGARETE APARECIDA KOBUS SALDANHA**

**PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DO FUNCIONAMENTO DOS  
PROCESSOS EMPRESARIAIS COM BASE NOS CONCEITOS DA TEORIA DA  
COMPLEXIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – CCET / PUCPR como requisito à obtenção do título de Mestre.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)

---

Prof. Dr. João Antonio Palma Setti

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)

---

Orientador Prof. Dr. Guilherme Ernani Vieira

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)

Curitiba, 18 de Dezembro de 2008.

## DEDICATÓRIA E AGRADECIMENTOS

Quando o tempo parecia pouco, as dificuldades enormes e intransponíveis, quando tive ímpetos de desistir, meu marido Altamir Saldanha, estava lá para me garantir que eu iria conseguir, que não era assim tão difícil, que acreditava em minha capacidade, e que as dificuldades (financeiras ou não) faziam parte apenas de um momento, e de que as coisas sempre mudam como as águas de um rio correm e vão ser livres no oceano.

Meus filhos, Diego, Laion e Haliny, que foram parte dos motivos iniciais, mas definiram a força para eu chegar ao fim.

Minha mãe Araci T. Kobus, em sua doçura e força, mesmo estando fragilizada por sua doença, sempre me disse para correr atrás de meus sonhos, que são eles que dão sabor, sentido a vida...

Meu pai Adorlar Kobus, um dia disse que não era importante ter diplomas, mas sim ter conhecimento, mas no dia em que foi a minha formatura de graduação, vi uma lágrima correr orgulhosa de seus olhos verdes. E isso garantiu para mim que realmente um diploma não é a coisa mais importante, mas ele garante que a gente realizou uma grande tarefa.

Minha avó Bárbara Kobus, que Deus já acolheu, era uma heroína, fortaleza da família, cheia de bondade e sabedoria, sonhadora e realista. Era a própria complexidade! Foi ela quem me fez forte para nunca desistir de um sonho...

Quando decidi que desejava o título de Mestre, ainda sem um caminho certo, foi em meu orientador Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto, que tive o Norte, com mão firme e sábia foi desenhando os caminhos.

Aos *amigos leais, raros* e sinceros que me deram apoio e luz quando precisei.

Deus sempre esteve comigo... Quando titubeei, Ele me testou para me mostrar que as coisas “não caem do céu...”, mas com certeza são concedidas por Ele. Cada vez que tropecei, eu rezei e tomei Sua mão, e cada uma dessas vezes senti que me segurava em Seu colo...

*“Nem tudo que conta pode ser medido; e nem tudo que pode ser medido, conta.”*

*(Einstein)*

## RESUMO

Esta pesquisa auxilia numa mudança do paradigma reducionista para o paradigma sistêmico e da complexidade. A visão de que as interações e as conexões podem ser reduzidas, divididas, não mais funciona no atual ambiente das empresas. É um problema evidente a modelagem das intersecções, interoperabilidade, sincronismos e tropismos dos vários processos de sistemas de gestão dentro de seu eco-sistema no qual age e reagem, com seus *feedbacks*, homeostase e auto-eco-organização. A necessidade de troca de informação entre as organizações, entre as pessoas, destas e da infra-estrutura operacional, que interagem entre si, para desempenharem as funções produtivas, aumenta a importância da interoperabilidade entre os sistemas. A observação das inter-relações entre os processos, com uma real integração holônica e sistêmica é que facilita a adaptação às necessidades das organizações atuais. É indispensável a observação das interações psicossociais, já que são as pessoas com suas necessidades de satisfação que movem os hólons e são hólons. Com base na literatura pesquisada foi modelada a evolução dos processos ou hólons, também se desenvolveu um modelo contemplando a complexidade do mundo real e o funcionamento dos processos de uma organização embasado na Teoria da Complexidade. A ideia não é criar o derradeiro método e nem ser mais um, mas ser um caminho diferente que busca perceber e estar dentro da complexidade real das organizações.

Palavras-chave: Teoria da Complexidade. Sistemas Holônicos. Sistemas de Produção. Modelagem de Processos.

## ABSTRACT

This research helps a change of paradigm reductionist paradigm for the systemic and complexity. The view that the interactions and the connections can be reduced, divided, no longer works in today's environment for businesses. It is an obvious problem with modeling of intersections, interoperations, synchronizing and tropisms the various processes of management systems within their eco-system in which acts and reacts, with their feedback, homeostasis and self-eco-organization. The need for exchange of information between the organizations, persons between them, these and operational infrastructure to interact with each other, to play the productive functions, increases the importance of interoperability between systems. The observation of the interrelationship between the processes, with a real and holonic systemic integration is that ease adaptation to necessity of organizations today. It is essential to observe the psychosocial interactions, as are people with their needs of satisfaction that the move hólons and are hólons. Based on the literature search was modeled the processes evolution or hólons, also has developed a model contemplating the complexity of the real world and the functioning of the process the one organization abased on the Complexity Theory. The idea is not to create the ultimate method and not be another, but be a different path that seeks to understand and within the organizations real complexity.

Key-Words: Complexity Theory. Production Systems. Processes Modeling. Holonics Systems.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - O modelador faz corresponder ao objeto de interesse um modelo comunicável.....	21
Figura 2 - Um processo em IDEF0 e suas entradas e saídas. ....	22
Figura 3 - Tipos de Atratores, tal como dinâmicas organizacionais. ....	28
Figura 4 – Ciclo de tempo, espaço, efeito em desdobramento e recursividade num espaço de fase de um sistema caótico. ....	30
Figura 5 – Atrator Estranho em evolução e aumento de complexidade. ....	32
Figura 6 - ciclo de vida de uma empresa, observando um espaço de fase ou período (adaptação própria). ....	32
Figura 7 - Estágios de Startup da Expansão Institucional da Transformação de Regeneração da Co-criação do MODELO DE ESPECIALIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DA ORGANIZAÇÃO. ....	37
Figura 8- Estrutura Holônica do sistema de Produção. ....	41
Figura 9- Arquitetura holônica do sistema comercial ....	41
Figura 10 – A integração sistêmica e complexa entre as pessoas e a organização.....	58
Figura 11 – Modelo de referência para a gestão do conhecimento. ....	59
Figura 12 - Estágios da Soft Systems Methodology (SSM). ....	66
Figura 13 – Figura rica - exemplo do que é pensar no mundo real. ....	69
Figura 14 – Um exemplo de Modelo Conceitual do SSM. ....	70
Figura 15 - Tipos de envolvimento com a decisão.....	71
Figura 16 - Exemplo de uma tabela Processo x Organização ....	72
Figura 17 - Principais componentes de um EPC.....	72
Figura 18 – Exemplo de um EPC de um processo de recebimento de pedidos. ....	73
Figura 19 - Elementos dos diagramas eEPC. ....	73
Figura 20 - Exemplo de eEPC.....	74
Figura 21 - Exemplo de duas regras de negócio descritas utilizando uma notação de DER simplificada. ....	75
Figura 22 - Componentes básicos da Arquitetura PERA. ....	76
Figura 23 - Fases do Modelo PERA.....	76
Figura 24 - Documentos produzidos em cada fase da Modelagem de uma Empresa. ....	78
Figura 25 - Estrutura do Cubo CIMOSA. ....	80
Figura 26 – GIM – Coceptual Model – Modelo Conceitual. ....	81
Figura 27 – GIM Structured Approach – Abordagem Estruturada GIM. ....	82
Figura 28 - Integração de modelos na arquitetura ARIS.....	83
Figura 29 – Meta modelo IDEF.....	86
Figura 30 - Diagrama de descrição de Processos do IDEF3. ....	87
Figura 31 - Diagrama da rede da transição do estado do objeto (OSTM) - IDEF3.....	88
Figura 32 - Símbolos esquemáticos de processos e objetos. ....	89
Figura 33 – Prototipação de interação do RAD.....	90
Figura 34 – Aspectos essenciais para modelar com RAD.....	91
Figura 35 - Visão do conceito de modelagem. ....	94
Figura 36 – Componentes do Framework GERAM – traduzido.....	95
Figura 37 - Rede de Petri – Conceitos.....	97
Figura 38 – Ex.: Um garçom atende clientes em um restaurante.....	98
Figura 39 – Exemplo de redes com Eventos não determinísticos. Escolha entre e1, e2 ou e3, e4. ....	98
Figura 40 – Exemplo usando Produtor-Consumidor.....	99
Figura 41 - Rede de Petri de exemplo. ....	99
Figura 42 – Exemplo de Fluxograma. ....	102

Figura 43 – Visualização da Classificação da Estrutura dos Processos. ....	103
Figura 44 - Diagrama Use-Case. ....	104
Figura 45 - Diagrama de Classes. ....	105
Figura 46 - Diagrama de Objetos. ....	105
Figura 47 - Diagrama de Estado. ....	106
Figura 48 - Diagrama de Seqüência. ....	107
Figura 49 - Diagrama de Colaboração. ....	107
Figura 50 - Diagrama de Atividade. ....	108
Figura 51 - Diagrama de Componente. ....	108
Figura 52 - Diagrama de Execução. ....	109
Figura 53 – Modelo linear do fluxo de processos (seqüência) com base cartesiana. ....	116
Figura 54 – Modelo do fluxo não-linear de processos com base na visão da complexidade sistêmica. ....	116
Figura 55 - Modelo dos hólons em atividade gerando novos atratores, evoluindo. ....	117
Figura 56 – Evolução da complexidade do hólon-processo. ....	119
Figura 57 - Visão das interdependências que ocorrem em uma organização empresarial. ....	120
Figura 58 – Modelo do funcionamento complexo dos processos Organizacionais. ....	121
Figura 59 – Estágios de desenvolvimento do modelo sistêmico organizacional. ....	122
Figura 001 - Esquema geral de processos sob a visão das 10 dimensões da abordagem sistêmica e interação com o meio. ....	143
Figura 002 - A dinâmica da recursividade da interligação dos vários processos de um sistema de gestão com visão das bases evolutivas de um sistema complexo. ....	143
Figura 003 – As 10 dimensões (níveis) da abordagem sistêmica. ....	144
Figura 004 - Visão sistêmica e tridimensional da interligação dos processos de estratégias, táticas, gestacionais e operacionais de um sistema de gestão. ....	145
Figura 005 - O duplo sentido da construção triangular do conhecimento. ....	149
Figura 006 – Os cinco níveis do CMM (Capability Maturity Model). ....	151
Figura 007 - CASO DE USO – LUMS ....	160
Figura 008 – Caso de Uso usando UML. ....	161
Figura 009 – Exemplo do Modelo Conceitual da LUMS. ....	162
Figura 010- Fluxo dos Níveis Sistêmicos nas Organizações. ....	167
Quadro 1- Espectro dos principais modelos de processos. ....	19
Quadro 2 - Características distintas dos processos de serviços e de manufatura ....	20
Quadro 3 - Legenda da arquitetura - Cada hólón é especificado do ponto de vista do conhecimento que <b>possui</b> , objetivos e ciclo de vida. ....	41
Quadro 4- Visão holônica de cada holon correspondentes à base de conhecimento de todos os holons. ....	42
Quadro 01 - LISTA DE TRANSAÇÕES – UML ....	158
Quadro 02- LISTA DE PROCEDIMENTOS DE TRANSAÇÕES – LUMS. ....	158
Quadro 03 – LISTA DO CASO DE USO. ....	159
Tabela 1 - Categorias dos sistemas em níveis. ....	54
Tabela 2 – Níveis de hierarquia de Boulding. ....	56
Tabela 3 – Níveis de complexidade se Le Moigne. ....	56
Tabela 4 - A classificação por nível de complexidade (KINTSCHNER, 2002) ....	61
Tabela 5 – Lista dos Métodos IDEF. ....	85
Tabela 6 - Notação – simbologia básica. ....	101

## SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT .....	8
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	4
1.2 PROBLEMA .....	9
1.3 OBJETIVOS.....	9
<b>1.3.1 Objetivos Gerais .....</b>	<b>10</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>10</b>
<b>1.3.1 Justificativas.....</b>	<b>10</b>
1.5 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	12
1.6 LINHA DE PENSAMENTO.....	14
1.7 RESULTADOS ESPERADOS E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	15
1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	15
<b>2 GESTÃO POR PROCESSOS E A VISÃO SISTÊMICA DA COMPLEXIDADE. ....</b>	<b>17</b>
2.1 O QUE É UM PROCESSO .....	18
2.2 MODELAGEM DE PROCESSOS .....	21
2.3 BENEFÍCIOS DA ORIENTAÇÃO AOS PROCESSOS E SUA GESTÃO.....	22
2.4 AUTO-ORGANIZAÇÃO - COMPLEXIDADE.....	23
<b>2.4.1 Conjunto de relações entre evolução e ilhas de funcionalidade .....</b>	<b>23</b>
2.5 OBSERVANDO A CIÊNCIA DO CAOS E OS MODELOS DE SISTEMAS DE GESTÃO .....	28
<b>2.5.1 Ciclos coexistentes e auto-organização .....</b>	<b>28</b>
<b>2.6.2 Uma abordagem sistêmica com visão holônica.....</b>	<b>37</b>
2.7 A TEORIA DA COMPLEXIDADE COMO UM CAMINHO PARA COMPREENDER O MUNDO REAL ORGANIZACIONAL.....	43
<b>2.7.1 Tipos de sistemas segundo a visão sistêmica .....</b>	<b>46</b>
2.7.1.2 Sistemas Complexos.....	47
<b>2.8.1 A visão sistêmica da evolução.....</b>	<b>47</b>
<b>2.8.2 Estágios de ciclos de vida .....</b>	<b>50</b>
<b>2.8.3 Evolução dos sistemas complexos.....</b>	<b>53</b>
<b>2.8.4 As abordagens estruturais .....</b>	<b>53</b>
2.9 A INTEGRAÇÃO SISTÊMICA ENTRE PESSOAS E ORGANIZAÇÃO.....	57
2.10 COMO É UM MODELO .....	60
<b>2.10.1 Definição e aspectos de modelo de empresa – ME.....</b>	<b>62</b>
<b>3 METODOLOGIAS DE MODELAGEM E MAPEAMENTO DE PROCESSOS .....</b>	<b>64</b>
3.1 METODOLOGIA DE MODELAGEM SSM - SOFT SYSTEMS METHODOLOGY	64
<b>3.1.2 Uso e etapas da Soft Systems Methodology.....</b>	<b>67</b>
3.2 METODOLOGIA DE MODELAGEM DE NEGÓCIO .....	71
3.3 METODOLOGIA DE MODELAGEM EPC .....	72
3.4 METODOLOGIA DE MODELAGEM eEPC .....	73
<b>3.4.1 Descrevendo regras de negócio.....</b>	<b>74</b>
3.5 METODOLOGIA DE MODELAGEM PERA - ARQUITETURA DE REFERÊNCIA DE EMPRESA PURDUE .....	75
<b>3.5.1 Modelo de empresa PERA Genérico .....</b>	<b>75</b>
3.6 METODOLOGIA DE MODELAGEM CIMOSA - OPEN SYSTEMS ARCHITECTURE FOR CIM .....	79

3.7 METODOLOGIA DE MODELAGEM GRAI-GIM (METODOLOGIA INTEGRADA)	81
3.8 METODOLOGIA DE MODELAGEM ARIS (ARCHITETURE FOR INTEGRATED SYSTEMS)	82
3.10 METODOLOGIA DE MODELAGEM IDEFX/SADT	84
3.11 METODOLOGIA DE MODELAGEM RAPID APPLICATION DEVELOPMENT (RAD)	89
3.12 METODOLOGIA DE MODELAGEM ROLE ACTIVITY DIAGRAM (RAD)	92
3.13 METODOLOGIA DE MODELAGEM GERAM - GENERIC ENTERPRISE REFERENCE ARCHITECTURE METODOLOGY	93
3.14 COMPARAÇÃO DE PERA X CIMOSA X GRAI-GIM – O GERAM	95
3.15 METODOLOGIA DE MODELAGEM REDES DE PETRI	96
<b>3.15.1 Definição formal</b>	<b>99</b>
<b>3.15.2 Os tipos principais de redes de Petri</b>	<b>100</b>
3.16 METODOLOGIA DE MODELAGEM COM FLUXOGRAMAS	101
3.17 METODOLOGIA PROCESS CLASSIFICATION FRAMEWORK	102
3.18 LINGUAGEM DE MODELAGEM UNIFICADA (UNIFIED MODELLING LANGUAGE - UML)	103
3.19 ANÁLISE DOS MODELOS PESQUISADOS	109
<b>4 PROPOSTA DE UM MODELO GENÉRICO DO FUNCIONAMENTO DE UMA ORGANIZAÇÃO EMPRESARIAL COM BASE NOS CONCEITOS DA TEORIA DA COMPLEXIDADE</b>	<b>115</b>
4.1 INTRODUÇÃO	115
4.2 MODELAGEM DE PROCESSOS COM SUA COMPLEXIDADE	116
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>123</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>129</b>
<b>APÊNDICE</b>	<b>141</b>
APÊNDICE - 1.0 PERCEPÇÕES PARA UM MODELO DAS DIMENSÕES DOS PROCESSOS	142
1.1 PROPOSTA DA ARQUITETURA INICIAL	143
1.2 A QUALIDADE DOS MODELOS	150
1.3 MODELAGEM USANDO UML	152
1.4 A MUDANÇA DE ENFOQUE	154
<b>1.4.1 Modelagem inicial de uma proposta de linguagem para sistemas complexos ...</b>	<b>155</b>
1.4.1.1 Descrição Textual	155
<b>1.4.2 Comparação de modelagem</b>	<b>156</b>
<b>1.4.3 Desenvolvimento do Modelo Genérico LUMS</b>	<b>162</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

A necessidade de troca de informação entre as organizações, entre as pessoas, destas e da infra-estrutura operacional, que interajam entre si, para desempenharem as funções produtivas, aumenta a importância da interoperabilidade entre os sistemas. Porque é com ela que há um aumento da integração das decisões e dos fluxos de recursos, da troca informações entre os agentes na cadeia de valor, melhoria no processo de tomada de decisão das entidades, possibilidade de (re)avaliação dos processos, sendo ainda que os participantes da cadeia empresarial colaborem mais na elaboração dos planejamentos. A interoperabilidade ainda é que o proporciona uma elevação do desempenho e controles organizacionais, justamente pelo aumento da troca de informação entre pessoas, sistemas de informação, setores, empresas. Em especial os vinculados a ciclos logísticos de suprimento, produção e distribuição física de bens (SILVA; SARAIVA e RODRIGUES, 2006). Para tal, é necessário deslocar-se dos sistemas isolados, para arquiteturas que possuam foco nos dados, nos processos, nos tempos das dinâmicas dos processos dentro de espaços sociais. E, mais importante ainda é realmente criar métodos de modelagem que contemplem se não toda a complexidade existente, pelo menos grande parte dela. Isto porque a realidade é complexa.

Em Análise de Sistemas, a complexidade e a simplicidade de um sistema dependem de como é descrito e do que permitem suas redundâncias ou padrões, inclusive nos métodos utilizados nos estudos e na coleta de dados e variáveis. Mas isso não implica que complexidade e simplicidade sejam antagônicas, mas formas diferenciadas de observação e análise. Sendo que quando se refere a análise e modelagem de sistemas de informação, está relacionado a cuidados com a quantidade de formulários e tipos de entradas e saídas, quantidade de entidades e relacionamentos, quanto mais funções, atividades, entre outros, mais complexo ele se torna. Assim, a forma como é concebido, programado, construído, torna um programa mais ou menos complexo. E para tal, a busca da simplificação se torna necessária, para diminuir suas redundâncias, também uma representação correta, por exemplo, para que não se destrua sua complexidade, que neste caso são as funcionalidades e capacidades (SILVA, 2001).

Para Morin (1996, pp 86-96), a distinção entre complexidade e simplicidade é um con-

flito no modo de operação da ciência cartesiana, que é o separar, desunir, e ele tenta fugir deste conflito. Afirma ainda que seja necessário integrar ao todo para então distinguir, mas não se reduzir a essa situação. Desta forma, é importante buscar otimizar o relacionamento entre as empresas, mercado e ambiente, numa inter-relação, para se encontrar uma forma sinérgica de ações e decisões organizacionais, e com isso produzir resultados qualitativos. Essa sinergia é como a Teoria Sistêmica, onde a soma das partes é maior que o todo, ou seja, a inteiração e a troca. É a interação salutar entre os membros de uma equipe, de um departamento, etc. Resumindo, o coletivo quando norteado para um mesmo objetivo é melhor que o indivíduo. Tornando-se cada vez mais organizações autopoieticas<sup>1</sup>, com mais capacidade de permanecer num meio onde se encontra, com capacidade então de se reestruturar, se reorganizar, de se reajustar, se refazer e se reproduzir, diante dos tropismos<sup>2</sup>, que são as interferências, as influências do meio onde estão. Isso por que seus processos serão mais concatenados, com mais sinergia, produzindo os componentes que constituem o sistema e o definem como uma unidade (CAPRA, 1982-1997; BERTALANFFY, 1975).

Uma arquitetura robusta e bem planejada pode eliminar a necessidade de fazer constantemente consertos ou “re-design” na aplicação, cada vez que uma exigência nova do negócio se levanta, soluções planejadas e projetadas à um tempo mais longo, mais durável, porque uma solução robusta pode eliminar a necessidade de reinvestimentos cada vez que surge uma aplicação nova e desdobrada. Com o benefício do *know-how* profundo das tecnologias e de uma compreensão desobstruída de imperativos do negócio, permitindo um desenvolvimento confortável, aproximações inovadoras para agregar maior valor de negócio significativo e mais competitivo. Daí a necessidade de um modelo de referência de processos orientados a concepção de sistemas de gestão evolutivos permitindo maior agilidade e convergindo em inovações tecnológicas customizadas e de alta qualidade. O intento é facilitar a execução de customizações com base nas metodologias de projetos e modelos que são costurados às necessidades de cliente individuais. Mas, para que tais modelos se mostrem o mais eficiente possível, se torna necessário que sua modelagem explore a realidade complexa existente, surge então a busca por outra forma de modelar sistemas.

Segundo Paul Valckenaers (1997) e Luc Bongaerts (1998), a arquitetura precisa prever as mudanças de configuração do sistema de modo a provocar impacto no menor número possível de Hólons. Também determina os componentes que são os pontos vitais do sistema, os

---

<sup>1</sup> Capacidade de auto-organização, adaptação, de forma simplificada.

<sup>2</sup> Tropismo é o movimento de mudança orientado em relação a um agente externo. Podem ser positivos – o organismo muda em direção ao agente externo excitante; e negativos - em direção oposta ao agente externo excitante.

quais não deverão ser violados quando acontecer uma reconfiguração.

Os requisitos organizacionais não devem ser considerados como uma simples descrição da funcionalidade do sistema, pois tratam do domínio no qual o sistema está inserido e das restrições que podem existir no ambiente, no sistema e no desenvolvimento, diminuindo ambigüidades e incertezas. Nesse contexto, a Modelagem Organizacional facilita a compreensão do ambiente empresarial e é reconhecida como uma atividade valiosa pela engenharia de requisitos. O modelo organizacional é uma representação da estrutura, das atividades, dos processos, das informações, dos recursos, do pessoal, do comportamento, dos objetivos e das restrições das empresas comerciais, governamentais ou de outra natureza. Esse modelo ajuda a compreender as complexas interações entre as organizações e as pessoas (ALENCAR, F. M. R., 1999). Há um grande número de ferramentas de métodos *Computer-Aided Software Engineering* (CASE), afirma Bubenko (1993). Observa ainda que esses produtos estejam focados para a metade ou para o final do processo de desenvolvimento de *software*. Quase nenhum deles é direcionado de forma estruturada para o início do processo, os objetivos do negócio, os estágios de geração de requisitos, e não resolvem o problema de mover do domínio informal para o formal. As especificações do sistema e as ligações com o modelo organizacional não se mantêm (BUBENKO, 1993).

Para Bubenko (1993) ainda, os métodos atuais não captam de forma clara a representação de forma estruturada do “conhecimento organizacional e do negócio” para depois ser usado na fase de projeto do sistema de informação. Com isso não há como ser claro ao se gerenciar mudanças, evolução que estejam acontecendo, tão pouco as novas necessidades do sistema de informação. Bubenko *et al.* (1998; 1999), ainda assegura que existem limitações, nos sub-modelos e seus relacionamentos, em como são colocados. Eles ainda são controlados por regras com consistência estáticas e dinâmicas, que por sua vez são o que controla os estados de transição permissíveis. Sendo estes relacionamentos entre modelos que possibilitarem a comparação e análise dos elementos organizacionais. Eles explicam ainda que ao se desenvolver um modelo organizacional completo, são as ligações entre seus elementos nas suas sub-partes ou sub-modelos que executam tarefas fundamentais. Pode-se citar como exemplo as declarações no Modelo de Objetivos, que são o que possibilitam que conceitos diferentes sejam definidos mais claramente no Modelo de Conceitos, isso referente a modelação utilizando o EKD (*Enterprise Knowledge Development*). Com isto, são essas ligações que tornam o conhecimento mais disponível, o que permitirá a visão de que necessidades e requisitos precisam ser inseridos no Sistemas de Informação.

Atualmente há muita pesquisa e discussão em relação às mudanças. Observa-se um “vazio” entre negócios e tecnologia da informação, como o grande problema das organizações

e sistemas (STERGIOU e JOHNSON, 1998). O que se vê também são modelagens e arquiteturas sob uma abordagem cartesiana, quando a realidade é complexa.

Para se aproximar da realidade complexa e também diminuir esse “vazio” entre negócios e tecnologia da informação entre os processos, que na realidade ocorrem de forma não linear e as visões cartesianas de divisão em partes, nos modelos de processos empresariais, será realizada neste trabalho uma busca, um estudo da proposta descrita na problematização sob um enfoque sistêmico. O processo de construção da representação do sistema (ou sistemas) bem como sua discussão e reformulação, que pode ser visto como um processo social de construção do conhecimento precisa ser aproximado da real complexidade que permeia as organizações.

A idéia de processo tem estado presente nos textos e nas discussões sobre Administração de Empresas nos últimos anos. É praticamente impossível evitar temas como redesenho de processos, organização por processos e gestão por processos (GONÇALVES, 2000).

O que se pretende quando se mapeia os processos é incluir melhorias nos processos, na comunicação desses processos, projeto de novos processos, substituir textos e procedimentos documentados, identificação de métricas e promover a propriedade ou posse dos processos (RUSHTON, 1996). Mas, além disso, é necessário ver, compreender que os processos não correm simplesmente como se estivessem em fila “esperando a vez”, de forma linear. Eles ocorrem de forma recursiva, interligada, interdependente e como atratores.

Uma definição de processos, numa concepção mais freqüente, é qualquer atividade ou conjunto de atividades que toma um *input*, adiciona valor a ele e fornece um *output* a um cliente específico. Os processos utilizam os recursos da organização para oferecer resultados objetivos aos seus clientes (HARRINGTON, 1991). Mais formalmente, para HAMMER e CHAMPY (1994) citados por GONÇALVES, (2000), um processo é um grupo de atividades realizadas numa seqüência lógica com o objetivo de produzir um bem ou um serviço que tem valor para um grupo específico de clientes. Mas não são somente fluxos de trabalhos empresariais, com início e fim específicos, pois existem processos que não possuem início e fim claros, ou cujo fluxo não é bem definido. Às vezes, alguns desses processos têm impacto maior que os demais na própria viabilidade da empresa, como aqueles ligados à sucessão na empresa, ao desenvolvimento dos gerentes, ao psicossocial da empresa, ao RH (Recursos Humanos) e à avaliação do desempenho do pessoal.

Todo trabalho importante realizado nas empresas faz parte de algum processo. Não existe um produto ou um serviço oferecido por uma empresa sem um processo empresarial.

Cada processo funciona como um sistema com entradas processamentos e saídas. Existem três categorias básicas de processos empresariais, segundo GONÇALVES (2000): os

*processos de negócio* (ou de cliente) são aqueles que caracterizam a atuação da empresa e que são suportados por outros processos internos, resultando no produto ou serviço que é recebido por um cliente externo; *os processos organizacionais* ou de integração organizacional são centralizados na organização e viabilizam o funcionamento coordenado dos vários subsistemas da organização em busca de seu desempenho geral, garantindo o suporte adequado aos processos de negócio; *os processos gerenciais* são focalizados nos gerentes e nas suas relações e incluem as ações de medição e ajuste do desempenho da organização. Como é possível observar, Gonçalves também recai na visão viciada cartesiana, quando simplifica os processos afirmando que eles acontecem apenas com entrada, processamento e saída. Na verdade os processos não ocorrem assim de forma tão simplista. Como já se afirmou acima

GONÇALVES (2000) também afirma que as empresas do futuro deixarão de enxergar processo apenas na área industrial, serão organizadas em torno de seus processos não fabris essenciais e centrarão seus esforços em seus clientes.

Por outro lado, uma definição de SISTEMA que enfatiza a existência de partes e suas interligações é suficientemente geral para se adequar a qualquer uma das abordagens sistêmicas anteriormente referidas, quando o que está em causa é a modelação da estrutura de uma entidade ativa, tal definição poderá ser insuficiente. Nesse sentido, definições mais completas de SISTEMA podem ser encontradas na literatura. Le Moigne (1990), por exemplo, descreve o SISTEMA (o sistema geral ou abstrato) como sendo:

1. Alguma coisa (o objeto de interesse);
2. Que em alguma coisa (o ambiente);
3. Para alguma coisa (a finalidade);
4. Faz alguma coisa (a atividade);
5. Através de alguma coisa (órgãos);
6. Que se transforma com o tempo (evolução).

SISTEMA é, portanto algo **ativo** (faz alguma coisa) e **estável** e **evolutivo** (os órgãos combinam-se numa estrutura estável que evolui no tempo) num **ambiente** e em relação com alguma **finalidade** (Le MOIGNE, 1990) (grifos próprios). A descrição da estrutura de um sistema é assim realizada recorrendo aos órgãos, às atividades e ao ambiente. A finalidade é o elemento chave que justifica as atividades a desempenhar dentro dos processos.

Na origem do conceito de sistema distinguem-se vários tipos de abordagens sistêmicas. Sistema é um modelo conceitual de um objeto e que, conseqüentemente, a um mesmo objeto de estudo poderão corresponder vários sistemas; outro argumento importante é o fato de que para realizar uma abordagem sistêmica não basta designar o objeto de estudo por sistema, sendo também necessária a aplicação de raciocínios não reducionistas.

Infelizmente, constata-se freqüentemente a existência de uma utilização superficial e abusiva do termo sistema. Pelo simples fato de se designar o objeto de estudo por sistema presume-se estar se realizando uma abordagem sistêmica, mesmo nos casos em que a abordagem realizada é na sua essência analítica. Por outro lado, os sistemas são freqüentemente vistos como entidades objetivas, bem definidas e independentes da pessoa que utiliza a abordagem sistêmica para estudar um determinado fenômeno (CARVALHO, *et al.*, 2002). Desta forma, neste estudo será observada a necessidade sistêmica de se estudar as partes sem deixar de lado o todo, ou seja, sem “tirar o olho” do hólón e da sinergia que brota das suas partes que interagem e de sua integração com o meio, sob uma visão auto-eco-organizacional. Observando o mundo real e sua complexidade.

## 1.2 PROBLEMA

As organizações empresariais são consideradas complexas e cada vez mais tende a aumentar esta complexidade. Assim, precisam ser tratadas como tais. O ciclo de vida evolutivo não cabe mais na simples visão da “curva do S”, o que se vê é uma amplitude muito mais intrínseca. Mesmo o CIM-OSA, que é bastante utilizado (mas não valoriza o ciclo de vida empresarial ou de seus processos) ou o PERA (que representa o ciclo de vida inteiro de uma empresa e seus documentos, mas falha ao não apresentar planificações detalhas no plano piloto e as fases seguintes são obscuras). Além disso, não se valoriza a ocorrência de sincronicidade e concorrência. Mesmo os trabalhos sobre modelagem de empresas de Vernadat recaem na visão cartesiana, ainda que enveredem para idéias sistêmicas. Então, como introduzir a realidade complexa das organizações, em sua modelagem do funcionamento dos processos de gestão de produção de uma organização empresarial com base nos conceitos da Teoria da Complexidade?

## 1.3 OBJETIVOS

Desenvolver um modelo do funcionamento de uma organização empresarial e sua gestão de processos de produção, o ciclo de vida, como um processo pode disparar outro, com base nos conceitos da Teoria da Complexidade.

### 1.3.1 Objetivos Gerais

Com base em estudos bibliográficos de modelos existentes, desenvolver um modelo organizacional que demonstre como acontecem as interconexões, interdependências entre os processos empresariais de gestão de produção, o ciclo de vida e as concorrências e sincronidades. Incrementando também um estudo de mapeamento e modelagem de referência de processos evolutivos para sistemas de gestão sob uma abordagem sistêmica.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- 1 Análise das bases de referência do Pensamento Sistêmico;
- 2 Estudar os modelos de processos e métodos de modelagem de sistemas de gestão existentes;
- 3 Mapear os principais e essenciais processos de sistemas de gestão sob uma abordagem sistêmica;
- 4 Criar um modelo de processos genérico conceitual que observe a real complexidade das organizações.

#### 1.3.1 Justificativas

Estudando o trabalho de Vernadat (1996, pp 80-82), sobre modelagem de empresas, afirma-se nos princípios básicos de modelagem que há 13 considerações. Na primeira se expõe que seria irreal considerar como um todo. Esta visão é absolutamente uma idéia contraditória do que vem a ser o sistemismo e sua complexidade. Já que o que se busca no paradigma da Teoria de Sistemas é que se deve sempre procurar ver o todo, que é formado por hólons interligados e interdependentes. Em seguida ele coloca que as empresas são sistemas dinâmicos e complexos, definidos pela sua funcionalidade. Mas as funcionalidades estão nos processos, e os processos estão interligados. Então é inconsistente e contraditório

dizer que é necessário decompor para ver a complexidade. Na consideração seguinte já está o princípio da modularidade e mais adiante se comenta o princípio da re-usabilidade que são compatíveis com as bases da O.O. (Orientação a Objetos) e dos Sistemas Multi-agentes, e são formas de modelar e programar sistemas que possam responder aos sistemas complexos. Já que módulos necessitam ser e estar conectados para dar sentido a alguma coisa. Ainda, com a modularidade fica mais fácil entender os hólons, gerenciar a modelagem e o possível desenvolvimento do sistema de gestão.

Infelizmente, logo é comentada a necessidade de se separar o comportamento da funcionalidade, fugindo novamente da realidade. Agravando, em seguida, quando diz que é preciso decompor os processos dos recursos. Como se vai desenvolver algo realizando um processo se não se tem os recursos, é algo a se pensar. Adiante, do 9 ao 13 se usam teorias ligadas ao CIM. Tal como o gerenciamento da complexidade, mas de forma dúbia, teoricamente exige rigor na representação sem redundância e ambigüidade, mas como isso pode acontecer se a proposta seguinte é separar os dados do controle, se para se ter controle é indispensável usar dados de informação. Recai novamente no paradigma reducionista. No decorrer deste trabalho é comentado que muitos falam em modelagem sistêmica e complexidade, mas somente usam como um efeito de majoração.

A partir das exposições realizadas e dos estudos efetuados, se confirmou a importância de mudar esses paradigmas incongruentes com as disposições do sistemismo.

Não se pretende uma proposta final, mas uma visão mais ampla, a partir das várias existentes. Ver os processos em todas as suas dimensões, as suas realimentações e interligações. A idéia é um modelo de fácil entendimento e uso, mas que ofereça a possibilidade da visão da complexidade emergente nas interações entre e nos sistemas, entre os processos.

É um problema evidente a modelação das intersecções e tropismos dos vários processos de sistemas de gestão dentro de seu eco-sistema no qual age e reage, com seus *feedbacks*, homeostase e auto-eco-organização, em suas várias situações. Isto também em relação às inovações ou conservadorismos e o nível de ousadia dentro da concepção destes, com uma real integração holônica e sistêmica que facilite a adaptação a diversos casos de necessidade de implantação destes dentro de uma visão estratégica de gestão da empresa.

Observar também as interações psicossociais é algo que precisa ser valorizado, por que a interferência humana é certa.

A implantação da Tecnologia da Informação deve ser dentro do contexto organizacional e suas políticas, para que esteja dentro de suas necessidades e seu projeto realmente faça diferença para a competitividade da empresa. É necessário e indiscutível o alinhamento do

Planejamento Estratégico das Tecnologias de Informação ao Planejamento Estratégico Empresarial para se analisar as viabilidades, onde custos investidos sejam compensados pelos benefícios obtidos, com coerência e sinergia.

Hoje, para uma empresa estar inserida no contexto globalizado, necessita estar realizando constantes adaptações, tais como reengenharia, reestruturação, etc. E é a partir do fato de que seus recursos de Tecnologia de Informação e Comunicação trazem agregação a cenários decisórios que são produzidos com as informações em atualizadas e conhecimentos personalizados. Essas tecnologias auxiliam num pré-caminho a se seguir na gestão. É desta forma que a caracterização de modelos de decisão é requisito para que se possam construir sistemas eficazes de informação; de fato, CRUZ (1991) afirma que “o modelo de informação deve ser compatível com o de decisão”. E quanto ao modelo de decisão de sistemas de gestão estratégica, pode-se conceituar como a representação simplificada do efeito das alternativas de ação identificadas sobre determinado evento ou transação, com o objetivo de escolher aquela que produza o maior benefício estratégico para a entidade (ALMEIDA, 1996). Essas idéias endossam a necessidade de ver as organizações realmente como sistemas complexos.

Não existe uma receita exata a ser seguida em relação as inovações ou conservadorismos e o nível de ousadia. Mas há como planejar com seriedade a implantação de projetos e inovações com ferramentas que possibilitam uma previsão aproximada das conseqüências. Desta forma há uma necessidade premente de desenvolver uma metodologia de modelação de um sistemas de gestão de produção, baseado nas referências estudadas, incluindo também as necessidades de evolução possíveis. Esta visão poderá facilitar a tomada de decisão da indicação e previsão real das necessidades diante dos estudos dos processos e dos dados coletados. Isso frente as reais necessidades do cliente para a especificação de um sistema mais adequado. Para tal se torna necessário um modelo de processos que demonstre a complexidade de suas interligações. Como um sistema inserido em um meio no qual age e reage, com seus *feedbacks*, tropismos, estados de entropia e caos, homeostase e auto-organização complexa.

## 1.5 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia utilizada será a pesquisa bibliográfica, caracterizada como exploratória, ou seja, será qualitativa. A proposta desta pesquisa é de ser exploratória porque se empregam como procedimentos: pesquisa bibliográfica, entrevistas para identificar as características

das empresas e da cadeia do ciclo de produção com uma visão sistêmica e dado o aumento da complexidade inerente aos novos formatos organizacionais assumidos pelas empresas e do meio onde interagem, é forçosa o uso de ferramentas que considerem essa complexidade, ao invés de excluí-la.

Far-se-á um estudo comparativo entre algumas técnicas de Modelagem Organizacional de processos orientados a concepção de gestão. Algumas das metodologias estudadas será a metodologia GRAI/GIM (*Graphes à Resultats et Activités Interreliés*), o modelo de arquitetura PERA, a estrutura ARIS que se aproxima da CIMOSA (*Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture*, 1993), a estrutura EPC, o GERAM, o SSM (*Soft Systems Methodology*) que é de grande interesse já que é de base não hierárquica e sistêmica, entre outras modelagens. Criar então um modelo de processos de gestão de produção que contemple a complexidade. No final (ver o Apêndice), como um complemento para apenas demonstrar a possibilidade de uma linguagem de modelagem que possa responder ao sistemismo, foi adotada para comparação com a LUMS (a proto-linguagem), a UML. Isso devido sua grande aceitação e facilidade de uso além de ser orientada a objeto e com visão dos autores dos processos. Também terá a visão do hólon<sup>3</sup> que será aplicada na modelação da LUMS (Linguagem Unificada de Modelagem Sistêmica) a qual busca possibilitar o atendimento e consideração da complexidade. Como é necessário valorizar a aquisição do conhecimento e a captura dos requisitos organizacionais da estrutura organizacional e estratégica, foi desenvolvido um estudo sobre isso, como parte da cognição.

Para que essa proposta de um modelo genérico do funcionamento dos processos de uma organização empresarial com base nos conceitos da Teoria da Complexidade seja realmente eficaz é necessário criar oportunidades para experiências profundamente significativas, tanto conceituais como com o fenômeno de interesse, em desenvolvimentos futuros.

A seguir são descritas as etapas de trabalho a realizar.

- a) Efetuar uma leitura exploratória e seletiva da bibliografia, além de outras publicações eletrônicas ou em revistas científicas, voltada aos conceitos de processos orientados a concepção de sistemas de gestão;
- b) Análise das metodologias estudadas e selecionadas;
- c) Mapear os principais e essenciais processos de concepção de sistemas de gestão sob uma abordagem sistêmica;

---

<sup>3</sup> A idéia é que tudo não é apenas um todo, mas também parte de um todo maior, ou seja, uma "parte/todo" ou "hólon". Isso é verdadeiro para átomos, moléculas, organismos, seres humanos, mas também para as letras em uma palavra, palavras em uma frase, frases em uma página, páginas em um livro, etc. O filósofo húngaro Arthur Koestler em 1971 propôs a palavra "hólon" para descrever a unidade mais básica de um sistema biológico ou social. "Hólon" é uma combinação da palavra grega "holos", que significa "inteiro", e o sufixo "on" que significa "partícula" ou "parte".

- d) Estudar a recursividade existente dentro e entre os processos e o meio interno e externo da organização, para assim inserir ao modelo;
- e) Observando teorias tais como a Complexidade, Sistemas, fractais, utilizá-las nesta pesquisa, para com isso tornar o presente modelo o mais próximo possível de uma visão holônica e sistêmica;
- f) Estudar as multi-dimensões existentes na visão sistêmica, referente à evolução ou ciclo de vida para acrescentar a esse modelo proposto;
- g) Destacar a importância do fator psicossocial e cognitivo e apresentar dentro do modelo de processos de gestão, incluindo-o em seu nível estratégico.

## 1.6 LINHA DE PENSAMENTO

A proposta é procurar uma forma de modelar o mundo real das empresas orientado pelo paradigma sistêmico. Não se pretende neste trabalho comparar os modelos existentes, sejam do paradigma reducionista de modelagem com paradigmas sistêmicos de modelagem, nem mesmo questionar a importância dos modelos existentes. Muito menos de querer criar uma proposta final para as abordagens próprias às Ciências da Complexidade, do pensamento sistêmico. O que se deseja é apenas poder tentar participar de com um novo caminho. Neste novo caminho está a observação das interações, da grande variedade, olhando o todo e não apenas as partes.

Levando em conta as particularidades de funcionamento dos sistemas complexos é feita uma proposta de um modelo de gestão de processos com sua dinâmica implexa. A modelagem de sistemas complexos, da forma como foram até hoje realizadas realmente deram sua parte de contribuição. Mesmo que as abordagens teimassem em crer que a separação das partes e a não consideração de suas ligações, não eram importantes. Mas cada vez mais se torna necessário mudar. Passar para uma visão sistêmica, mais ampla e intrincada, portanto real.

Também se estuda alguns métodos de modelagem de gestão de produção que apresentem determinadas características condizentes com o funcionamento dos sistemas complexos, são analisadas, sem o propósito, contudo, de esgotar o assunto, fechando-se esta lacuna. E a partir deste estudo, desenvolver inicialmente uma proposta de um modelo genérico do funcionamento dos processos de uma organização industrial que responda o mais possível as necessidades crescentes de complexidade dentro das empresas e para seus sistemas de informação.

Não se tem a intenção de testar a modelagem genérica proposta em uma cadeia de

processos inteira, nem tampouco de desenvolvimento em uma linguagem completa, pois o tempo seria inviável, além de que isso exigiria uma equipe. O que se espera para tal, em trabalhos futuros. Podendo ser aplicada aos sistemas complexos do tipo sociais, independente da área de conhecimento em que ele esteja sendo investigado.

Com esta pesquisa se pretende auxiliar numa mudança do paradigma reducionista para o paradigma sistêmico e da complexidade. A visão de que as interações e as conexões podem ser reduzidas não mais funciona no atual ambiente das empresas.

## 1.7 RESULTADOS ESPERADOS E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O primeiro passo é criar um modelo genérico do funcionamento dos processos de gestão de processos de uma organização empresarial com base nos conceitos da Teoria da Complexidade. Espera-se que o modelo que realmente responda a intenção de dar suporte a otimização de processos produtivos, gestão de dados, inteligência de negócios, previsão, planejamento, programação e controle da produção, gerenciamento de cadeias de suprimentos, etc.

Como um complemento, no Apêndice, criar um modelo que identifica as macrofunções da empresa (produção, finanças, marketing, etc. dentro de seus referidos níveis – operacional, gestão, tático, estratégico) e define o relacionamento entre elas. Observar a sincronicidade e não determinismo, utilizando as redes de Petri. Atendendo o mundo real e sua complexidade. O que se espera é uma representação real, e isso é lógico. Também será feito um mapeamento dos processos para criação do modelo complementar, no Apêndice. E, através da utilização de análise em UML, mesclando com conhecimento das modelagens de Redes Petri e a SSM (são indeterminísticas, não hierárquicas) e RADs (não hierárquicos, portanto de grande interesse já que se aproxima bastante dos ideais sistêmicas da complexidade).

## 1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em seis capítulos.

No **Capítulo 1** está a introdução ao trabalho, na qual se discute a origem dele, o problema de pesquisa, os objetivos geral e específico, a justificativa. Consideram-se a relevância e a dificuldade do tema, a metodologia, as limitações e a estrutura do trabalho.

No **Capítulo 2** há a revisão bibliográfica em gestão por processos e a complexidade, sistema e evolução dos sistemas complexos. O termo “complexidade” é apresentado e às várias concepções atribuídas a ele, de acordo com a área da ciência em que é utilizado e os interesses que levaram ao seu emprego. Em seguida, discorre-se sobre o termo “sistema” e sua associação aos fenômenos complexos, o que constitui o campo de estudo dos sistemas complexos, diferenciando-se dos sistemas complicados. Abordam-se as evidências da existência e características dos sistemas complexos juntamente com as teorias que surgiram para tratá-los. Demonstra-se finalmente, que a complexidade evolui em níveis.

No **Capítulo 3** é feita a revisão da literatura de temas como modelagem de sistemas, iniciando com uma discussão sobre o termo modelagem e as influências exercidas pelos paradigmas da ciência dominante em cada época e sua relação com o tipo de modelagem utilizada. Logo após, destacam-se alguns aspectos necessários para se modelar um sistema e algumas Metodologias existentes para modelar sistemas. Faz-se uma comparação das metodologias apresentadas, observado o intuito deste trabalho, pericialmente no que se refere a visão sistêmica e se propõe a modelagem que norteou todo esse trabalho de pesquisa, para a modelagem de sistemas complexos sociais.

No **Capítulo 4** se mostra a modelagem proposta, com um modelo de genérico e conceitual do funcionamento dos processos de gestão e produção de uma organização empresarial com base nos conceitos da Teoria da Complexidade processos baseado na complexidade emergente das interligações e interdependência.

No **Capítulo 5** estão as conclusões do trabalho e as recomendações para trabalhos futuros.

As **Referências Bibliográficas** são apresentadas em Capítulo próprio.

No **Apêndice** também se propõe, como um complemento, uma proto-linguagem de modelagem de processos de gestão de produção que possa responder a teoria sistêmica.

## **2 GESTÃO POR PROCESSOS E A VISÃO SISTÊMICA DA COMPLEXIDADE.**

Neste capítulo são feitas apresentações textuais das bases teóricas que embasam o desenvolvimento desta pesquisa, inclusive trechos de artigos já publicados pela autora em congressos e seminários.

Dissertasse sobre os processos, e a modelagem sistêmica destes onde autores como João Álvaro Carvalho (2002) apresenta a dificuldade de o modelador ser fiel a realidade sistêmica que observa, apresenta também os benefícios da orientação a processos.

É desenvolvido o estudo da auto-organização e da complexidade, já que são importantes fatores relacionados a evolução, ao desenvolvimento das empresas. Onde Losada e Heaphy (2004) explicam as ilhas de funcionalidade e também se observa o conjunto de relações entre processos de produção, evolução e essas “ilhas”, o que confirma a importância dos sistemas holônicos neste trabalho.

Holland (2003) apresenta os sistemas complexos adaptativos e abertos e de como as organizações empresarias são entendidas através destes sistemas. Não só entendidas como também necessitam ser adaptativas e abertas, para que a entropia não seja acelerada.

A Ciência do Caos é importante para se entender os comportamentos organizacionais altamente complexos e seus ciclos de vida. Conseqüentemente dentro deste ciclo de vida existem seus estágios de evolução que são importantes e precisam ser observados quando se fala em uma modelagem que observa a evolução de organizações. Assim como o desenvolvimento de um fractal, dentro de um determinado tempo e espaço. Existe caos no tempo porque o tempo é relativo, portanto existe complexidade, dentro do decorrer de um ciclo de vida de uma organização.

É colocada a Teoria da Complexidade como um caminho para compreender o mundo real organizacional. Simon (1969) ainda expõe o fato de muitos sistemas complexos possuírem uma estrutura hierárquica quase decomponível é um fator fundamental para perceber, compreender e descrever esses sistemas, suas partes e sua evolução. Isto é apresentado juntamente com os níveis de evolução sistêmicos de Simon, Boulding e Le Moigne. Isto por que também é desenvolvida uma teoria referente aos níveis de evolução sistêmicos. O gerenciamento dos processos de decisão também é abordado para dar base a influência dos fatores sociais, cognitivos e teológicos que envolvem o desenvolvimento de um sistema.

Por último se faz um estudo sobre o que são os modelos, como precisam ser, como devem ser desenvolvidos, os tipos existentes, como complemento do raciocínio para o desen-

volvimento do próximo capítulo, onde é realizado um estudo de um modelo de processos com a apresentação da interligação e da recursividade destes, com seus níveis de evolução, levando em consideração os hólons, para construção de um modelo de sistema gestão processos. Por fim, é apresentado um complemento, um designe da proposta inicial de uma linguagem denominada LUMS, é comparada a uma modelagem básica da UML.

## 2.1 O QUE É UM PROCESSO

Nos últimos anos tem-se falado e estudado muito a idéia de processo nas discussões sobre Administração de Empresas. Quase não se pode evitar temas como redesenho de processos, organização por processos e gestão por processos (GONÇALVES, 2000).

Dentro da pesquisa atual, se faz necessário colocar uma definição de processos. Numa concepção mais freqüente, é qualquer atividade ou conjunto de atividades que toma um *input*, adiciona valor a ele e fornece um *output* a um cliente específico. Os processos utilizam os recursos da organização para oferecer resultados objetivos aos seus clientes (HARRINGTON, 1991). Mais formalmente, para HAMMER e CHAMPY (1994) *apud* GONÇALVES (2000):

[...] um processo é um grupo de atividades realizadas numa seqüência lógica com o objetivo de produzir um bem ou um serviço que tem valor para um grupo específico de clientes. Mas não são somente fluxos de trabalhos empresariais, com início e fim específicos, pois existem processos que não possuem início e fim claros, ou cujo fluxo não é bem definido. Às vezes, alguns desses processos têm impacto maior que os demais na própria viabilidade da empresa, como aqueles ligados à sucessão na empresa, ao desenvolvimento dos gerentes, ao psicossocial da empresa, ao RH (Recursos Humanos) e à avaliação do desempenho do pessoal.

Para Luyben (1990) pode-se defini-lo resumidamente como um conjunto de atividades uniformizadas para aplicar sistematicamente, que se encontram agrupadas em fases, cada uma das quais com os seus realizadores com suas responsabilidades, tem diversos *inputs* e gerando *outputs*.

No Quadro 1 resume as principais características de cinco modelos básicos de processos empresariais e oferece exemplos, formando um espectro que abrange desde o mais concreto e objetivo modelo, baseado no fluxo de materiais, até o modelo mais abstrato, que se fundamenta na mudança de estados de um sistema.

Quadro 1- Espectro dos principais modelos de processos

<b>Processo como</b>	<b>Exemplo</b>	<b>Características</b>
<b>Fluxo de material</b>	<b>Processos de fabricação industrial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>inputs e outputs</i> claros</li> <li>▪ <i>atividades discretas</i></li> <li>▪ <i>fluxo observável</i></li> <li>▪ <i>desenvolvimento linear</i></li> <li>▪ <i>seqüência de atividades</i></li> </ul>
<b>Fluxo de trabalho</b>	<b>Desenvolvimento de produto Recrutamento e contratação de pessoal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>início e final</i> claros</li> <li>▪ <i>atividades discretas</i></li> <li>▪ <i>seqüência de atividades</i></li> </ul>
<b>Série de etapas</b>	<b>Modernização do parque industrial da empresa Redesenho de um processo Aquisição de outra empresa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>caminhos alternativos para o resultado</i></li> <li>▪ <i>nenhum fluxo perceptível</i></li> <li>▪ <i>conexão entre atividades</i></li> </ul>
<b>Atividades coordenadas</b>	<b>Desenvolvimento gerencial Negociação salarial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>sem seqüência obrigatória</i></li> <li>▪ <i>nenhum fluxo perceptível</i></li> </ul>
<b>Mudança de estados</b>	<b>Diversificação de negócios Mudança cultural da empresa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>evolução perceptível por meio de indícios</i></li> <li>▪ <i>fraca conexão entre atividades</i></li> <li>▪ <i>durações apenas previstas</i></li> <li>▪ <i>baixo nível de controle possível</i></li> </ul>

Fonte: ©2000, RAE - Revista de Administração de Empresas / EAESP / FGV, São Paulo, Brasil.

Todo trabalho importante realizado nas empresas faz parte de algum processo. Não existe um produto ou um serviço oferecido por uma empresa sem um processo empresarial.

Dentro de uma visão cartesiana, cada processo funciona como um sistema com entradas processamentos e saídas. Mas como acima já foi dito, existem processos que não possuem início e fim claros ou cujo fluxo não é bem definido. Há três categorias básicas de processos empresariais, segundo GONÇALVES (2000): os processos de negócio (ou de cliente) que são aqueles que caracterizam a atuação da empresa e que são suportados por outros processos internos, resultando no produto ou serviço que é recebido por um cliente externo; os processos organizacionais ou de integração organizacional são centralizados na organização e permitem o funcionamento coordenado dos vários subsistemas da organização em busca de seu desempenho geral, garantindo o suporte adequado aos processos de negócio; GONÇALVES (2000), *apud* GARVIN (1998), onde os processos gerenciais são focalizados nos gerentes e nas suas relações e incluem as ações de medição e ajuste do desempenho da organização.

<b>Característica</b>	<b>Serviço</b>	<b>Manufatura</b>
<b>Propriedade (quem é o responsável)</b>	<b>Tende a ser ambígua ou o processo tem vários donos</b>	<b>Definição geralmente clara</b>
<b>Fronteiras (pontos inicial e final)</b>	<b>Pouco nítidas, difusas</b>	<b>Claramente definidas</b>
<b>Pontos de controle (regulam qualidade e dão <i>feedback</i>)</b>	<b>Freqüentemente não existem</b>	<b>Estabelecidos de forma clara e formal</b>
<b>Medições (base estatística do funcionamento)</b>	<b>Difíceis de definir, geralmente não existem</b>	<b>Fáceis de definir e de gerenciar</b>
<b>Ações corretivas (correção de variações)</b>	<b>Geralmente ocorrem de forma reativa</b>	<b>Muito freqüentes as ações preventivas</b>

Quadro 2 - Características distintas dos processos de serviços e de manufatura

Fonte: Baseado em LOWENTHAL (1994), *apud* GONÇALVES (2000).

As empresas do futuro deixarão de enxergar processo apenas na área industrial, serão organizadas em torno de seus processos não fabris essenciais e centrarão seus esforços em seus clientes:

“Gerenciar as empresas pelo ponto de vista dos processos parece ser um dos grandes desafios da gestão eficaz de recursos humanos nas empresas nas próximas décadas. A adoção do ponto de vista dos processos na gestão das empresas desenvolve e salienta a importância dos papéis ligados a processos, que incluem a liderança do grupo, a ligação entre as pessoas, a facilitação dos mecanismos grupais, o desenvolvimento de conhecimento, o gerenciamento das agendas de compromissos e o suporte ao funcionamento das equipes (GRAHAM, *apud*, 1994). Isso implica treinamento e desenvolvimento das habilidades básicas em relações interpessoais, polivalência (*multiskilling*), treinamento interfuncional, solução de problemas, criatividade, coordenação e planejamento”. (MOHRMAN, 1995, *apud* GONÇALVES, 2000).

Por se entender parcialmente o conceito de processo e o fato de se aplicar apenas pontualmente esse conceito na administração das empresas é o que pode explicar parte dessa limitação na obtenção de resultados pelas empresas. Como o entendimento do funcionamento das organizações tem sido bastante limitado, ainda há resta muito a ser feito para melhorá-lo e muito que fazer na aplicação do conceito de processo empresarial às empresas (GONÇALVES, 2000). Cada vez mais se torna importante o emprego do conceito de processo conforme as empresas trabalham com conteúdo cada vez mais intelectual, oferecendo produtos cada vez mais ricos em valores intangíveis. E maior ainda nas empresas de conteúdo puramente intelectual. Portanto, também se torna importante a modelagem destes processos para seus sistemas de gestão.

## 2.2 MODELAGEM DE PROCESSOS

Para formar um método (ou metodologia) de desenvolvimento não é suficiente possuir uma linguagem de modelagem, é também necessário um processo de desenvolvimento. Ainda, define quem faz o quê, quando e como para atingir certo objetivo.

Utiliza-se a designação de sistema normalmente para referir o que na Fig. 1 designa-se por objeto de interesse. Para referir o que na mesma Fig. 1 designa-se por representação do sistema, usa-se modelo de sistema. Então quando se analisa e utiliza resultados de uma simulação, é importante saber que (a simulação mostra o comportamento do modelo) *o modelo é um modelo, não o sistema ou objeto de interesse*, que o método utilizado para a solução não resolve tudo sozinho, ainda que a precisão obtida seja função do método e da escolha de parâmetros, por fim não se deve simplificar as equações de forma a prejudicar a similaridade entre o modelo e o sistema. É comum o erro de simplificar as estimativas que são necessárias nos projetos, considerando que um parâmetro é constante, e depois usar a equação resultante para avaliar o efeito deste parâmetro sobre o comportamento do sistema (LUYBEN, 1990).

Na Fig. 1 procura-se ilustrar a visão do papel dos sistemas no esforço humano de lidar com objetos de interesse complexos.

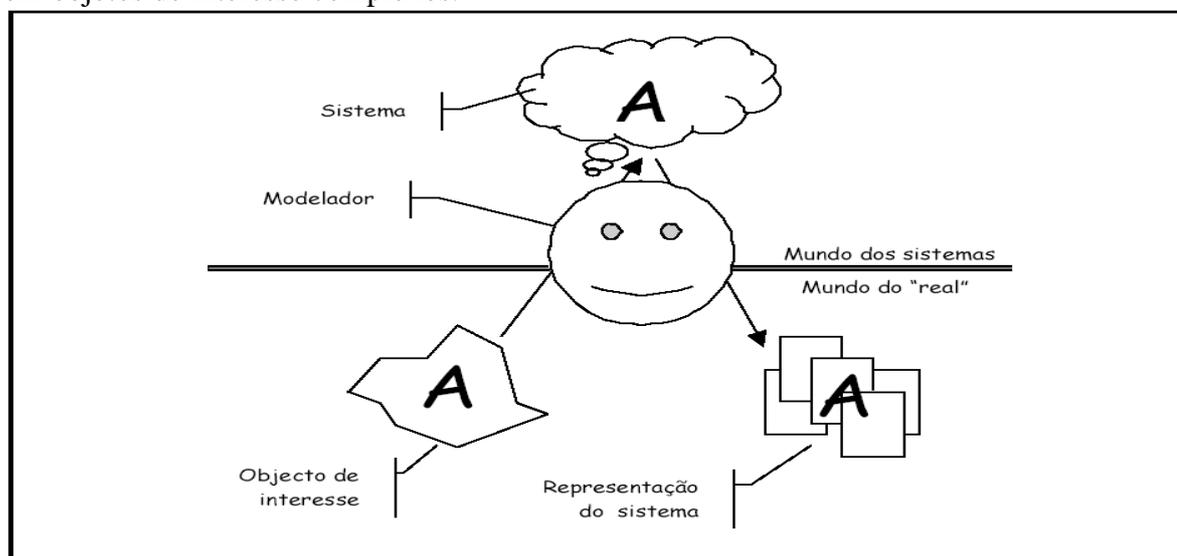


Figura 1 - O modelador faz corresponder ao objeto de interesse um modelo comunicável

Fonte: CARVALHO, *et al.*, 2002.

Nesse tipo de modelagem se está preocupado com a forma em que os processos são executados dentro da empresa. Existem várias formas de se tratar a descrição de processos atualmente, variando em diferentes níveis de complexidade. Entre as várias ferramentas disponíveis, existem dois diagramas bastante simples de entender: o diagrama “*swinlane*” normal-

mente utilizado na análise orientada a objeto, e os diagramas IDEF0, e seus subsequentes.

O IDEF0, *Integration Definition Language 0*, é uma forma de representar um sistema por meio de uma rede de processos interconectados. Cada processo em IDEF0 é representado por uma caixa, que é conectada aos outros processos por meio de setas com significados distintos, como na Fig. 2. É apresentado aqui apenas como um exemplo complementar.



Figura 2 - Um processo em IDEF0 e suas entradas e saídas.

Fonte: XEXÉO, 2003.

Os processos são uma rede de interações, através de fluxos de atividades, dessas interações emergem várias propriedades, emerge a organização.

### 2.3 BENEFÍCIOS DA ORIENTAÇÃO AOS PROCESSOS E SUA GESTÃO

Ao se realizar as observações necessárias para se desenvolver um modelo, há que se verem os vários tipos de processos como os processos-chave, processos de apoio e sub-processos.

Quanto mais se promove os processos e sua gestão, maior é o potencial e maior a visão de pro atividade. Para garantir o que os processos melhorem sempre, saber aonde se quer chegar, comprometimento dos funcionários e também da alta gerência, considerar que os funcionários são ótimas fontes de informação. Portanto enredá-los, cria o comprometimento citado e assegura uma maior aceitação para as mudanças que venham a ocorrer. É certo então que a comunicação é fundamental (XEXÉO, 2003). Por isso é importante usar a representação do fator humano na construção de modelos de processos.

Para gerir processos são envolvidos os recursos materiais, humanos e financeiros da empresa, que são necessários para, por exemplo, desenvolver um novo produto, melhorar o atendimento ao cliente e aumentar a eficiência da logística. Esta gestão precisa ser clara e consistente para que a empresa possa atingir suas metas e agregar valor aos seus clientes. Mas gerenciar estes processos é mais difícil do que parece, pois muitos deles não acontecem isola-

damente, mas interagem entre si, como uma rede (XEXÉO, 2003).

Documentar todo o processo ajuda na comunicação através da empresa. O grande desafio é manter a documentação em dia e acessível para todos. Assim, introduzir essa documentação num modelo de sistema de gestão é importante e possibilitará uma interação maior na ambientação deste, permitindo uma gestão mais ágil. Construir este modelo necessita de uma equipe, garantindo que todo o conhecimento disponível será utilizado no modelo. O modelo pode também conter mensagens sobre problemas que podem vir a ocorrer nos processos, idéias para melhoria e outros comentários. Um modelo de processo é desenhado para ajudar as pessoas envolvidas, a entender o ambiente e como elas participam, estão envolvidas nele, ajuda na compreensão de como as coisas são realmente feitas, revelando problemas, gargalos e ineficiências que podem permanecer escondidos em uma empresa, mesmo ela funcionando normalmente. Portanto, construir um modelo orientado a processos pode resolver muitos problemas que estão escondidos no modelo tradicional que observa as funções. A Gestão por Processos pode ajudar também a diminuir os prazos e custos, no avanço da eficiência interna, no avanço da qualidade geral, num maior contentamento dos seus clientes e funcionários (XEXÉO, 2003). A *Decision Warehouse* pode auxiliar na implementação da Gestão por Processos, pela utilização de soluções e metodologias já muito usadas no mercado.

Com essa visão dos processos organizacionais, se torna significativa a modelação de processos de sistemas de gestão.

## 2.4 AUTO-ORGANIZAÇÃO - COMPLEXIDADE

### 2.4.1 Conjunto de relações entre evolução e ilhas de funcionalidade

A concepção da auto-organização tem sua origem no reconhecimento da existência de uma rede de interligações em um sistema, como padrão de existência, que Maturana e Varela (2001) aprimoram com a visão da autopoiese.

Em termos organizacionais, o reconhecimento de padrões e sua existência é a própria concepção de compreensão científica. Maturana e Varela (2001) definem dois critérios fundamentais de sistemas, seu padrão de organização e sua estrutura. Sendo que seu padrão de organização é a relação entre os componentes, o que determina suas características essenciais. A sua estrutura então, é a incorporação física de seu padrão de organização, são os componen-

tes físicos efetivos de um sistema.

Capra (1997), afirma que a chave dos modelos de auto-organização dentro da complexidade é a existência de três critérios, ou dimensões conceituais: padrão, estrutura e processos. Uma organização tem em sua estrutura sistemas vivos, onde as interações, neste meio, são cognitivas, mentais. Bateson *apud* Capra (1997), na década de 60, diz que a mente se manifesta em sistemas sociais e ecossistemas, tal como em organismos individuais. E é na Teoria da Cognição de Santiago também citada e desenvolvida por Maturana e Varela (2001), a mente e a consciência são processos mentais e não uma coisa. O cérebro é apenas a estrutura através da qual a mente age. A cognição é que garante a capacidade de autogeração e auto-perpetuação das redes, ou seja, o processo da vida, denominado autopoiese. A vida e a cognição estão ligadas definitivamente e a atividade mental é imanente à matéria em todos os níveis de vida. Sob esta teoria a cognição, percepção, emoções e comportamento envolvem todo o processo da vida. Com isso, é importante se estudar os processos e se ter compreensão destes, não esquecendo a estrutura organizacional (que é uma grande rede que interliga a organização) onde estes processos operarão e habilitarão a autopoiese.

Os processos de fluxo do sistema organizacional são interligados por meio de múltiplos laços de realimentação (nestas iterações repetitivas não pode ocorrer erros de cálculos matemáticos, pois se tornará crescente a cada realimentação, o que trará a impossibilidade de qualquer previsão, mesmo que estas previsões somente sejam possíveis em curtos lapsos de tempo e contenham muitas indeterminações do “tipo caos”), os quais aumentam, quanto maior for o estado de desequilíbrio. A instabilidade é gerada pelo grande grau de escoamento em estado crescente, em vários âmbitos, mas este estado tenderá a uma nova ordem, num grau maior de complexidade. Esta evolução (é o pensar em mudanças, crescimento, desenvolvimento, enfim, a natureza do *vir-a-ser*, grande preocupação do século XIX) do sistema necessita assim de um comportamento onde o todo seja valorizado, pois novas situações podem surgir a qualquer momento, onde novos estados podem emergir, e somente um sistema coeso, mas maleável terá possibilidade de adaptação e auto-organização.

Para Losada, M. e Heaphy, E. (2004), quanto maior a conectividade maior será o desempenho e quanto menor for a conectividade menor será o desempenho em sua teoria referente a organizações e a conectividade dos grupos. Mas remetendo aos Parâmetros Sistêmicos Evolutivos e da Integralidade e suas ilhas de funcionalidade, também é afirmado que se a conectividade for entre todos os elementos isso causaria rigidez do sistema. Ou seja, os subsistemas, formarão “ilhas”, essas ilhas é que se conectarão através do comando em cada uma. Isso permite coesão suficiente para haver sobrevivência, mas com flexibilidade que possibilita adaptação. Adaptação é necessária para permanência, autopoiese e homeostase. Assim, as

partes ou “ilhas” possuirão autonomia. Em consequência haverá funcionalidade maior, com cada elemento de cada ilha com suas atribuições, como nas organizações empresariais. Em sistemas sociotécnicos, tais como as empresas na distribuição das funções em determinados setores e departamentos. Por exemplo nos organogramas, as ilha de funcionalidade da contabilidade, de vendas, de administração, etc (UHLMANN, 2002, p. 79). Dentro dos elementos da conectividade (ação externa, capacidade intrínseca, nuclearização), as ilhas e suas conectividades correspondem a nuclearização, que se refere a um atrator ou um líder que agrega os demais funcionários, de forma lógica, coerente (UHLMANN, 2002, p. 78). Pode-se definir também as ilhas de funcionalidade desta forma:

“Os líderes com os seus grupos têm a incumbência de incrementar a funcionalidade do sistema e manter os seus padrões de comportamento, a sua própria cultura organizacional, com vista à sua permanência. A conectividade em sendo seletiva estabelecerá conexões entre os elementos ou conforme VIEIRA (1998) *apud* UHLMANN (2001), irá “excluir outros, na medida em que isso importe para a sua permanência”, isto fará com que surjam organizações informais paralelas que dada a sua busca da permanência podem ter objetivos oposto tornando-se rivais.” (UHLMANN, 2001, p. 07)

Também se pode concluir que se dentro dos setores empresariais, todos fossem chefes, isso causaria conflitos por haverem muitos interesses particulares. Trazendo entropia, engessamento, falta de flexibilidade. É necessário autonomia, mas reconhecimento de lideranças ou pontos de atração (atratores).

Torna-se importante esclarecer sobre o termo *autopoiese* (grego *auto*, próprio; *poiesis*, criação) foi cunhado na década de 70 pelos biólogos e filósofos chilenos Francisco Varela e Humberto Maturana (1997; 2001), para nomear a complementaridade fundamental entre estrutura e função. Isto para designar os elementos característicos de um sistema vivo e sua estrutura. As pesquisas apontaram uma definição de vida como sendo a autonomia e constância de uma determinada organização das relações e os elementos que formam esse sistema, essa organização é auto-referencial no sentido de que a sua ordem interna é gerada a partir da interação dos seus próprios elementos e auto-reprodutiva no sentido de que tais elementos são produzidos a partir dessa mesma rede de interação circular e recursiva.

Esses conceitos foram rapidamente disseminados e começaram a ser usados em outras áreas do conhecimento até ser inseridos nas ciências sociais. Foi Luhmann que colocou a *autopoiese* no meio social, que na década de 80 transformou a teoria *autopoietica* em um método de observação social. O postulado luhmanniano pode ser dividido em duas fases: uma estritamente sistêmica e outra com a aplicação da *autopoiese* sobre os marcos já existentes da sistêmica. Isto representou uma revolução epistemológica propiciou uma melhor observação do meio e suas características.

A proposta da teoria autopoietica é diferente da postura analítica, isto por que parte da observação de determinado objeto pela interação de seus elementos, isto permite a construção de uma estrutura científica embasado nas relações entre os elementos e as funções exercidas no todo comunicativo dos sistemas.

A medida que uma organização se afasta do equilíbrio, move-se do universo do único, da “mesmice”, para o universo da riqueza e variedade. Isto é como um atrator estranho do biólogo e físico Robert May (Diagrama do Mapa Logístico, da Fig. 05), onde a partir de uma bifurcação o sistema pode tomar vários caminhos diferentes, implicando em indeterminação. Já que em cada ponto desta bifurcação há um elemento aleatório irreduzível. Isto implica em imprevisibilidade neste ponto de bifurcação, tal como na teoria das estruturas dissipativas<sup>4</sup>, nas quais as organizações se enquadram. Cada vez em que surge o ponto de bifurcação, que é a instabilidade, a estrutura da organização se decompõe ou evoluirá, para um novo estado de ordem, pois todo estado de não-equilíbrio é uma fonte de uma nova ordem. A cada bifurcação ocorre uma duplicação de período até o sistema entrar em regime caótico. Por isso essa rota para o Caos ficou conhecida como rota de duplicação de período. Nota-se também a existência de áreas claras na região onde estaria ocorrendo o comportamento caótico. Nessas "janelas" o mapa logístico volta a ter comportamento periódico (GLEICK, 1989).

A instabilidade pode ser interna ou externa. Sendo que todo ambiente é um sistema que flutua continuamente, onde outros sistemas existem. Como flutua continuamente, este é um motivo para sua instabilidade, e como no atrator não se pode prever exatamente o ponto de surgimento da bifurcação, nunca se poderá prever exatamente o futuro caminho que um sistema irá seguir, com absoluta certeza já que só se têm probabilidades. Em condições afastadas-do-equilíbrio, processos de auto-organização correspondem a um delicado intercâmbio entre acaso e necessidade, entre leis deterministas e flutuações.

Holland (2003), afirma que sistema complexo adaptativo é o primeiro conceito, ou caracterização importante em teoria da complexidade. Para se ter um agente adaptativo são necessários três componentes básicos tais como um sistema de desempenho, de um sistema de atribuição de crédito<sup>5</sup> e a descoberta de novas regras. Ainda, que as principais características dos sistemas complexos adaptativos são a emergência, resultado da conectividade dos componentes do sistema, a não-linearidade, a sensibilidade às condições iniciais, a adaptação e o

---

<sup>4</sup> Uma estrutura dissipativa é um sistema aberto que se mantém longe do estado de equilíbrio. A dinâmica dessas estruturas dissipativas especificamente incluem a emergência espontânea de novas formas de ordenação no que diz respeito à estabilidade. Este fenômeno da emergência foi reconhecido como a origem dinâmica do crescimento, desenvolvimento e evolução (Prigogine e Stengers, 1997).

<sup>5</sup> DCDB – Descoberta de Conhecimento em Base de Dados (identificar **novos padrões** nos dados que sejam **válidos**, potencialmente **úteis** e **interpretáveis**, permitindo seleção e evolução de estratégias de sucesso e sem sucesso (AXELROD, Robert; COHEN, Michael D, 2000).

aprendizado, a cooperação, a autonomia, a agregação e a auto-organização.

Capra (1982), afirma que é na teoria da complexidade que se confirma que as partes de um sistema estão conectadas por suas relações e interações, que promove a organização do próprio sistema. Porém, cabe ressaltar que a emergência depende da conectividade do sistema.

A essência dos sistemas complexos adaptativos é a interação entre seus agentes e essa interação é um processo auto-organizado que tem como propriedade a emergência de coerência, sendo a emergência um fenômeno que decorre das interações entre os componentes de um sistema e não expressa, características individuais de nenhum deles (STACEY, 2001).

Os sistemas auto-organizados possuem propriedades não decorrem de nenhum dos processos, da positividade, meios, e competências, de forma isolada, mas das interações que acontecem na troca de informações, na comunicação, nas interações circulares. Esses sistemas possuem características que os definem. Tais como a capacidade de auto/organização o que reduz a entropia. O que provoca a capacidade de ordenamento, mediante troca de matéria, de energia, de informação e recursos com outros sistemas, conseqüentemente são abertos. Os processos não têm hierarquia, as relações entre suas variáveis mudam com o tempo e isso os faz dinâmicos. Todas as partes dos sistemas possuem natureza reprodutiva e interação, com relações que se desenvolvem de forma não linear, não guardando proporcionalidade ou com causalidade direta, assim pequenas mudanças, podem envolver grandes transformações (como o Efeito Borboleta). Quanto a estabilidade, ela é dinâmica por que os processos e circuitos possuem realimentação negativa.

Basicamente, há quatro categorias de dinâmicas organizacionais em sistemas não-lineares, caracterizadas pelos tipos de limites e tendências dos processos, conforme representadas na Fig. 03 a seguir. Uma dessas tendências estabelece o grau de rigidez/permisividade ou positividade das organizações. O mais rígido é representado por um ponto fixo (atrator de ponto fixo), seguido pela dinâmica de ciclo limitado ou processos estritamente periódicos, “cachorro que corre atrás do próprio rabo” (ciclo limite). A terceira categoria é representada pela superfície de um pneu (toróide), envolvendo processos periódicos mais complexos. Finalmente, os processos mais plásticos/flexíveis são representados por dinâmicas caóticas (caótico) (LOSADA, HEAPHY, 2004).

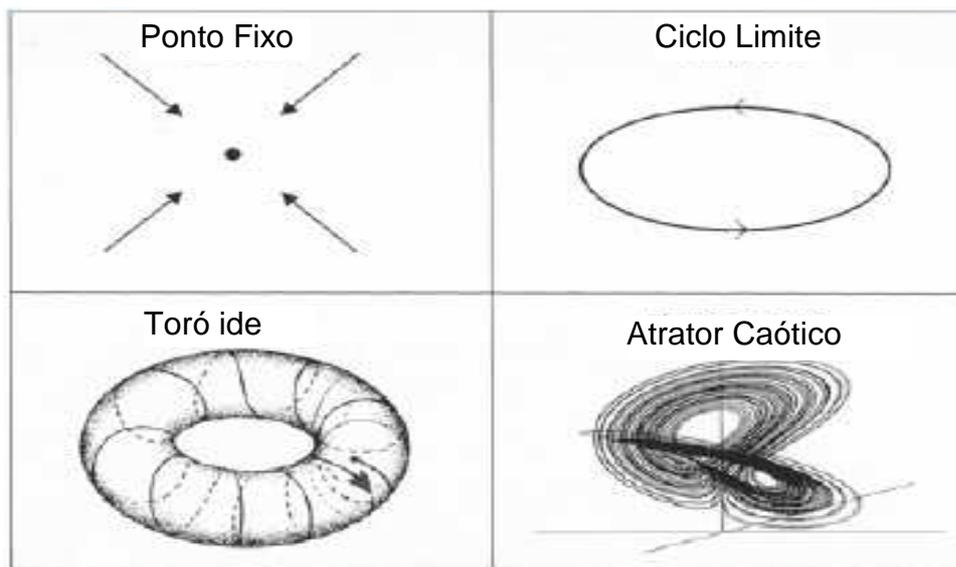


Figura 3 - Tipos de Atratores, tal como dinâmicas organizacionais.

Fonte: (LOSADA e HEAPHY, 2004).

Prigogine e Stengers (1997) abordam que, já a partir dos anos 1960, temas como caos, sistemas dinâmicos instáveis, processos de não-equilíbrio, auto-organização, estruturas dissipativas, entre outros, presentes na Física, Matemática, Biologia e Ecologia, aprofundaram a idéia de crise das ciências convencionais e a busca de novas formas de racionalidade. E para tal também é conseqüente uma forma sistêmica de modelagem dos processos.

## 2.5 OBSERVANDO A CIÊNCIA DO CAOS E OS MODELOS DE SISTEMAS DE GESTÃO

### 2.5.1 Ciclos coexistentes e auto-organização

Em primeiro lugar, a Ciência do Caos oferece um grande leque de possibilidades científicas para o estudo dos ciclos de vida de sistemas, com seus recursos que observam as dinâmicas organizacionais. É possível ter um vislumbre disso ao ler Losada e Heaphy (2004), onde dissertam sobre estudos que realizaram em empresas utilizando cálculos empregando os Atratores Estranhos.

Yorke e Sarkosvski (*apud* GLEICK, James, 1989, p 69), em seus estudos descobriram que há “Coexistência de Ciclos de um Mapa Contínuo de uma Linha para Si Mesma”, onde se percebeu que há uma “recursividade”, uma realimentação, que demonstra que o caos é presen-

te em tudo e é estável! O caos sempre ocorre, por isso é estável. Também, globalmente o caos é estável e localmente é instável. Não é possível um controle para cada momento, assim como não é possível controlar especificamente cada alteração do clima ou da bolsa de valores, mas, há uma ordem geral que limita o visível caos existente nas coisas. Esta ordem pode ser observada nos fatos com uma visão que vá além da ótica pontual e individual, vá para uma percepção global e holística. O caos é estável também no fato de que está sempre presente. Por exemplo, pode-se prever o resultado final de um acontecimento, mas como quase sempre, os pormenores e o modo de execução se encontram subordinados às situações e ao livre arbítrio dos homens, os atalhos e os meios podem ser aleatórios.

O que impede o sistema de dirigir-se para um estado de equilíbrio particular são as leis de movimento, o que também o impede de se distanciar de seu equilíbrio globalmente estável. No equilíbrio termodinâmico ou estatístico é a tendência de variáveis macroscópicas, assim como pressão e temperatura, que levam a retornar a estados estáveis. Ainda, que nos estados microscópicos do sistema, constituindo as unidades individuais em suas posições e momento, estejam se modificando sempre. Sendo que esta informação termodinâmica de equilíbrio é conceitualmente muito próxima à idéia de auto-organização de um sistema complexo (GLEICK, James, 1989).

Também se acredita (GLEICK, James, 1989) que sistemas complicados, em que os modelos foram tradicionalmente construídos com equações diferenciais contínuas e complexas, podiam ser compreendidos em termos fáceis de mapas discretos. Essas idéias remetem a observação de comportamentos dos ciclos de vida de sistemas. Ou ainda que no sentido de permanência, pode-se sacrificar uma parte dos sistemas, ou subsistema, para que o todo permaneça. Ou seja, por exemplo, se o que prejudica a vida de uma pessoa é uma doença grave em uma parte do corpo, extirpa-se a mesma para que continue a vida. Mais, se o que prejudica a produção de materiais em uma empresa é uma pessoa irresponsável, ela é demitida e contrata-se outra, e a empresa continua. Há uma mudança local, mas não global. Há uma instabilidade local para manter a estabilidade global.

A instabilidade pode ser interna ou externa. Como cada ponto segue sua trajetória, a região move-se e a forma muda. Assim, no curso de sua evolução, a região se transformará num fractal, que se intensifica enquanto o tempo avança e torna-se completo no tempo infinito ( $\infty$ ). Para Rech (2005), cada um desses pontos, nas linhas onde ocorrem essas bifurcações calcula-se o número de pontos das condições iniciais ( $x_0$ ;  $y_0$ ) que foi levado para o respectivo atrator no espaço de fase. As bacias em Mapas de Hénon são raras quando relacionadas com órbitas periódicas e instáveis, devido as propriedades dinâmicas (um sistema dinâmico tem instabilidade), mas elas podem dissipar-se confinadas numa região finita do espaço de fase

(RECH, 2005, pp. 10-23). Tal como uma empresa que se fecha em um mercado único ou restrito. Há um grau de risco calculado pelo desvio padrão  $\sigma$ .

Dentro destes raciocínios é que nasceram as idéias iniciais deste estudo primitivo de construção de modelo de referência de processos de sistemas de gestão, para encontrar uma solução ao problema proposto de como possibilitar o processo de evolução e adaptação constantes dos sistemas de gestão às necessidades das organizações permitindo uma maior flexibilidade e preencher o vazio entre negócios e tecnologia da informação como o grande problema das organizações e sistemas, onde mudanças locais acontecem para manter o sistema global.

Dentro deste contexto, já que uma organização se configura de forma a sobreviver e evoluir, respondendo ao que percebe como solicitações de seu meio ambiente, cada configuração resulta num conjunto de comportamento, ou respostas possíveis. Este conjunto é determinado por um atrator estranho. Esse atrator representa um nível de complexidade. A organização permanece neste nível de complexidade até que ela possa alterar significativamente a sua estrutura ou seu sistema cognitivo, cruzando para um nível novo de complexidade. Um atrator seria: se determinado ponto de partida dentro de um determinado tempo e espaço, esse se desdobraria, a partir de um ponto de bifurcação, que pode ser chamado de “ponto de mutação”, num sistema caótico, no espaço (ver as Figs. 4 e 5). O caos pode ser analisado sob as dimensões do tempo e do espaço. Um objeto caótico no espaço é denominado “fractal”.



Figura 4 – Ciclo de tempo, espaço, efeito em desdobramento e recursividade num espaço de fase de um sistema caótico.

Fonte: a autora.

Existe o caos no tempo. Esta é a visão mais usual do caos e, também, de onde vem tal denominação. Um sistema cuja configuração é capaz de mudar com o tempo é designado sistema dinâmico, que consiste em algumas variáveis, algumas equações do movimento e algumas equações dinâmicas (BARANGER, 1996). As variáveis são elementos múltiplos ou simples, contínuos ou discretos, que podem variar com o tempo. Elas devem ser escolhidas de tal modo que o conhecimento completo de todas as variáveis determine unicamente o estado do sistema em um determinado período de tempo. O conjunto de todos os possíveis valores das variáveis, bem como os valores de todos os possíveis estados do sistema, constitui o espaço de fase. O atual estado do sistema representa um ponto no espaço de fase. Poderia ser repre-

sentado assim, o encontro deste espaço de fase:

$$\sum \{nV\} = ES = EF$$

$$\sum \{nES\} = EF$$

$$EAS \supset \{EF\}$$

Notação:

nV= todos os valores das variáveis encontradas.

ES= estado do sistema.

nES= todos os possíveis estados encontrados do sistema.

EAS= estado atual do sistema.

EF= espaço de fase.

$\supset$  = está contido.

Fonte: a autora.

Portanto, como o tempo avança, esse ponto muda no espaço de fase. A trajetória, no espaço de fase, é atraída por certos pontos chamados atratores. De pequenas oscilações de fatores incisivos podem ocorrer alterações dos resultados de forma até decisivos, senão catastróficos, tal como a teoria de Lorenz, induzindo a observações numéricas tal como o “Efeito Borboleta”. Essa imprevisibilidade levou ao uso de equações diferenciais para se aproximar de alguma possibilidade. Então o que acontece quando ocorre o aumento da população, vendas, clientes, problemas, a tendência para a explosão ou a decadência passa por um ponto crítico? Quando se experimenta esses diferentes valores que são não lineares, isso pode alterar drasticamente o caráter do sistema, segundo May (*apud* GLEICK, 1989, p 66).

Gleick (1989, pp 63-75), já dizia que a “Ciência do Caos deveria ser matéria de ensino. Que a forma padrão de se fazer ciência possibilitava grandes margens de impressão errônea”. Isto por que, como afirma May (*apud* Gleick, 1989), “os cálculos lineares são limitados diante da alta complexidade do mundo real, no qual predomina a não-linearidade”. Yorke (*apud* GLEICK, 1989) também sentiu que vários estudiosos haviam se “viciado” a não ver o caos, nem que as características lorenzianas das dependências iniciais pairam sobre tudo.

Analisando o atrator estranho na Fig. 5, se pode ter uma idéia mais visual dos comentários tecidos. Um Atrator é chamado de estranho quando as trajetórias dependem sensivelmente das condições iniciais, observando o fluxo do tempo. E em qualquer análise de negócios se observam essas condições iniciais. A trajetória dos atratores caóticos não se repete, nem se cruza e tem forma de fractal.

Na Fig. 6 se vê um ponto em que também pode haver uma bifurcação, tal como o atrator estranho visto na Fig. 5. Desta forma uma organização pode ter acontecimentos semelhantes: seguir para entropia ou homeostase. A organização se configura para que possa sobreviver e evoluir reponde ao que percebe do seu meio ambiente, seguindo então para a homeostase, ou capacidade de se auto-organizar, crescer, continuar. Se não conseguir se adaptar as necessidades solicitadas pelo meio-ambiente, seguirá para deteriorização e fim, numa entropia crescente, dentro de seu ciclo de vida.

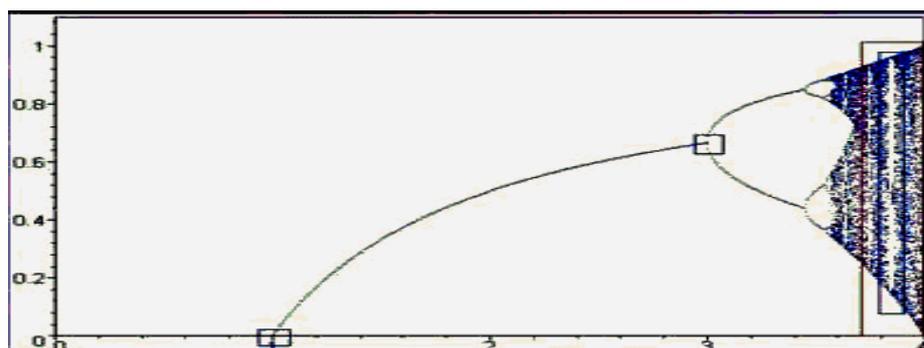


Figura 5 – Atrator Estranho em evolução e aumento de complexidade.

Fonte: GLEIK (1989) *apud* Robert May.

Com a Fig. 6 se pode pensar em estudar o gráfico de um ciclo de vida de empresas, onde cada vez em que este se altera pode estar ocorrendo uma “bacia de atração” típica, que se altera após o ponto fixo (irá tornar-se um repulsor no espaço de fase bidimensional, ou a bifurcação), onde ocorre uma perda de estabilidade e então a bifurcação sela-nó (onde emerge um novo atrator):



Figura 6 - Ciclo de vida de uma empresa, observando um espaço de fase ou período (adaptação própria).

Fonte: a autora.

Ao longo de seu ciclo de vida a organização evolui passando pelas “bacias de atração”. Estas bacias são criadas por atratores que influenciam os padrões de comportamento para aquele estágio de desenvolvimento (Maturidade). Estes atratores são os ciclos de vida de uma organização, das empresas.

Cada organização co-evolui com seu ambiente e está interconectada com outras organizações. Em função daquilo que percebe como exigências do meio, a organização pode alterar sua estrutura e cognição, gerando novas formas de comportamento. Que poderão originar respostas mais eficientes ao ambiente, o que caracteriza um novo nível de complexidade.

Conforme a capacidade de interpretar as necessidades e demandas do seu ambiente e assim escolher as melhores configurações é que será o seu nível de complexidade, em correspondência com o meio onde está inserida. Um atrator pode caracterizar este nível, isto porque ele mantém a organização dentro de determinados parâmetros de comportamento.

Todo ambiente é um sistema que flutua continuamente, onde outros sistemas existem, sendo isto um motivo para sua instabilidade, e como no atrator não se pode prever o ponto de surgimento da bifurcação, é difícil predizer o futuro caminho que um sistema irá seguir, com absoluta certeza dentro de um tempo e espaço, já que só se tem probabilidades, com cálculos de desvio padrão  $\sigma$  (fatores de risco de diminuição do volume da bacia “ -  $\infty$  ”) (SALDANHA, M. K.; IAROSINSKI, 2006). Desta forma, de tempos em tempos a unidade organizacional passa por períodos de instabilidade, que é quando o sistema atinge um limite de complexidade. Pois os sistemas informais movem a organização para um estado fragmentado e de desordem. Quando o limite é alcançado, a unidade organizacional pode ser atraída por outro atrator (esse atrator geraria novas formas de comportamento e um novo nível de complexidade) ou o sistema não se adapta e morre. Ainda, a unidade tem autonomia, a partir de sua cognição, de escolher mudar sua estrutura e atender ao ambiente de várias formas, o que criará inovações e aumento da maturidade organizacional.

A visão da organização como um atrator permite que se compreenda que em determinado contexto, várias possibilidades de configurações são possíveis para gerar comportamentos necessários que atendam necessidades que o ambiente esteja demonstrando. Mesmo que a unidade organizacional tenha autonomia, a partir de sua cognição, para escolher fazer mudanças em sua estrutura para poder atender de diferentes formas as exigências do ambiente, gerando inovação e aumento da maturidade organizacional.

A evolução da organização ocorre de forma mais complexa do que a representada pela curva do “S”, indicando o nascimento, crescimento, maturidade e declínio, modelo geralmente utilizado. Mesmo os seres vivos não possuem uma estrutura fixa, já que alguns nascem com mutações estruturais, cirurgias e acidentes que também podem causar alterações, não somente estruturais, mas também cognitivas, no decorrer da vida, com seus vários ciclos de desenvolvimento. Tal como a recuperação de um câncer mutilante e debilitante, onde as percepções cognitivas do meio se alteram pelos traumas psíquicos e estruturais, por fim, não possuem um período de vida exato. Uma organização tem a capacidade de configurar-se também em seu

sistema estrutural e sistema cognitivo. Isso faz com que as combinações possíveis aumentem exponencialmente, gerando conseqüentemente também exponencial capacidade de evolução. Mas também pode causar depressão, degradação do sistema.

A dissociação é um mecanismo de defesa que pode permitir um isolamento de tal congestão de modo que outras partes do sistema sigam funcionando, mas apenas segundo um funcionamento precário onde a parte isolada funciona como um atrator caótico e um dissipador entrópico que diminui a energia disponível do sistema como um todo (BOHM, 1992; CAPRA, 1997).

O modelo mais representativo para evolução da organização é o modelo da evolução de um sistema caótico visto na Fig. 5, do qual se fez a adaptação na Fig. 6. As características deste modelo são estágios de evolução relativamente estáveis sucedidos de pontos de bifurcação que levam a estágios de operação muito distintos. Potencialmente pode ter uma duração de vida infinita. A organização pode buscar novas configurações estruturais e cognitivas que a permitam responder as novas exigências do meio de modo a perpetuar sua existência. Assim, uma organização evolui segundo níveis de complexidade que são determinados por configuração da sua estrutura e sistema cognitivo. Os níveis de evolução são tantos quantos forem as possíveis as combinações (dentro do caos complexo) do sistema estrutural e sistema cognitivo. Se a ordem for total, as combinações acabam e o sistema entra em entropia.

O universo empresarial necessita evoluir, tal como um fractal. Evoluir segundo um padrão básico, uma pulsação que se repete em seus vários níveis de complexidade. O padrão de uma pulsação está entre o discriminar-se, viver uma história e integrar-se de volta ao todo, num ciclo de geração de conhecimento. Se tal não ocorre, entrará em entropia, e poderá degenerar-se até seu fim.

Aprender com a experiência ou memória que é um padrão fractálico universal, e, tal como um paradigma a ser seguido, isso precisa se repetir dentro dos sistemas.

Até poucas décadas atrás, a cognição era geralmente percebida apenas como uma função da inteligência racional. Maturana e Varela (2001) expandiram este conceito mostrando que o sistema cognitivo forma a essência da interação de todo ser vivo com o seu ambiente. O mundo é conhecido através dos sistemas perceptivos, cada sistema perceptivo revelando um mundo singular.

Processos de auto-organização em condições afastadas-do-equilíbrio e caos correspondem a uma delicada interação entre acaso e necessidade, entre flutuações e leis deterministas (SALDANHA, M. K.; IAROSZINSKI, 2006). Holland (2003), afirma que um sistema complexo adaptativo é o primeiro conceito, ou caracterização importante em teoria da complexidade e suas principais características são: a emergência, resultado da conectividade dos

componentes do sistema; a não-linearidade já que há condições afastadas-do-equilíbrio; a sensibilidade às condições iniciais, já que o caos é presente em tudo; a adaptação e o aprendizado já que há auto-organização e evolução; a cooperação, já que há conectividade; a autonomia, já que é adaptativo; a agregação, capacidade que acontece quando ocorrem adaptação e aprendizado; e a auto-organização, que só acontece quando as outras características estão presentes.

Para se ter um agente adaptativo são necessários três componentes básicos: sistema de desempenho; sistema de atribuição de crédito<sup>6</sup>; descoberta de novas regras. Conclui-se desta forma, que uma regra importante seria para se criar um modelo de processos de sistemas de produção, que permitisse adaptação de forma flexível (por isso a visão das “ilhas de funcionalidade”), que fosse descentralizado, portanto permitisse autonomia das unidades, fosse distribuído já que tem autonomia, dinâmico já que é flexível, ser adaptável já que é dinâmico. Precisa ainda ter capacidade de lidar com informações incompletas, das situações causais para tomar decisões lógicas. Por fim, observando as organizações empresariais, precisam que não comprometam jamais sua integralidade, coerência e segurança além do seu desempenho e agilidade, fatores importantes em sistemas de apoio a decisão.

Para Capra (1997; 1982), a visão cartesiana de mundo onde tudo é separado e a relação é de causa e efeito, conduz a uma crise de percepção. E é na teoria da complexidade que se confirma que as partes de um sistema estão conectadas por suas relações e interações, que promove a organização do próprio sistema. Porém, cabe ressaltar que a emergência depende da conectividade do sistema. A essência dos sistemas complexos adaptativos é a interação entre seus agentes que é um processo auto-organizado tendo como propriedade a emergência de coerência, sendo que não expressa características individuais de nenhum deles (STACEY, 2001). As propriedades dos sistemas auto-organizados não decorrem de nenhum dos processos, mas da troca de informação e das interações circulares que ensinam. Três propriedades podem ser imediatamente destacadas: a) Capacidade de auto/organização e, portanto, de reduzir entropia, e, portanto, são abertos; b) Ausência de hierarquia entre os processos, portanto são dinâmicos; e, c) Natureza reprodutiva aplicando-se a todas as partes dos sistemas nas quais os processos de observação/decisão, viabilização e ação interagem.

As relações entre os processos que se desenvolvem não são lineares e, portanto, pequenas mudanças, podem envolver grandes transformações; e, estabilidade dinâmica pela adaptação obtida por meio de processos e circuitos, envolvendo realimentação negativa (SALDANHA, M. K.; IAROSZINSKI, 2006). Anderson (1999, p. 228) explora as implicações

---

<sup>6</sup> DCDB – Descoberta de Conhecimento em Base de Dados (identificar **novos padrões** nos dados que sejam **válidos**, potencialmente **úteis** e **interpretáveis**, permitindo seleção e evolução de estratégias de sucesso e sem sucesso (AXELROD, Robert; COHEN, Michael D, 2000).

do uso de tal modelo para a gestão estratégica. Assinala que “as organizações atuais estão diante de um mundo com alto grau de conectividade, vivendo em ambiente hiper-competitivo, e as relações entre ações e resultados tornam-se mais complexas, exibindo comportamento não-linear. Em ambientes dessa natureza, mudanças adaptativas devem ser evolutivas e não, rigidamente planejadas”. A mudança adaptativa é como a passagem que uma organização faz através de uma série de sucessivos microestados organizacionais, que emergem das interações locais entre agentes que tentam melhorar suas condições locais.

Mandelbrot, (*apud* GLEICK, 1989) cita o Efeito Noé (como uma descontinuidade), de quando uma quantidade se modifica, pode vir a se modificar de forma quase arbitrariamente rápida. Isso inclusive se percebe na realidade do mercado de ações, que com certeza afetam os sistemas empresariais. Já o Efeito José tem um significado de persistência: “Ocorreram então sete anos de grande abundância na terra do Egito. E virão depois deles sete anos de escassez”. Isso lembra a periodicidade, mesmo que de forma bem simplificada. Percebe-se que as Teorias de Fractalidade já eram observadas há muito tempo, mesmo que não muito aprofundadas. Conclui-se que diante do comportamento da natureza se pode ver que as empresas e o meio ambiente onde estão inseridas sofrem alterações (tropismos) em diferentes direções e as tendências podem desaparecer tão rapidamente quanto apareceram.

Tal como os cientistas que estudam a natureza, também se pode usar as mesmas perguntas quando se trata de pensar em estratégia e processos empresariais: “que tamanho tem? Quanto tempo dura?”. E são tão básicas que se custa a perceber que encerram certa tendenciosidade. Há então um tamanho e uma duração, que são propriedades que dependem de uma escala com atributos claramente significativos, pois podem classificar e descrever um objeto qualquer. E essa observação é importante quando se pensa em um modelo de processos sistemas de produção que represente a flexibilidade, a necessidade de ser dinâmico, distribuído, adaptável, seguro e com regras bem definidas (SALDANHA, M. K.; IAROSZINSKI, 2006).

O SOModel (SIBBET e LE SAGET, 2003), explora os tipos de liderança e dos valores que atendem às fases diferentes do crescimento, sustentabilidade e do desenvolvimento organizacional. É importante para se compreender a necessidade de uma constante adaptação aos novos estágios e desafios a fim de crescer e de forma sustentável. Para tal é necessária uma conversação contínua entre colegas sobre a mudança de líderes individuais nas organizações em transformação trazendo novas lideranças com pessoas e idéias novas ou através de treinamentos. Experiências comprovam que as capacidades dos líderes alteraram nas fases com crises e mudanças organizacionais quando estes estão preparados para tal. Ultrapassar esses momentos de adaptação é mais crítico que enfrentar concorrentes.

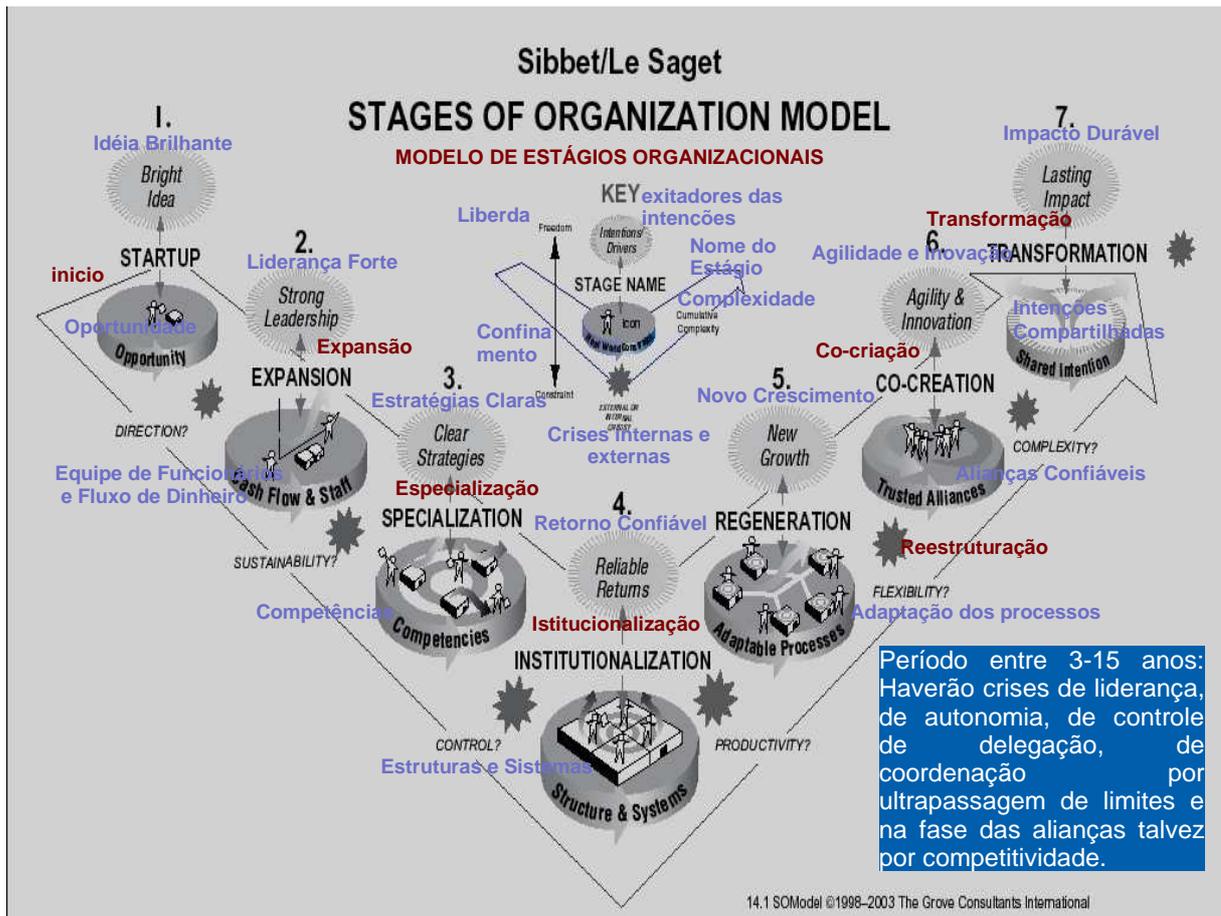


Figura 7 - Estágios de Startup da Expansão Institucional da Transformação de Regeneração da Co-criação do MODELO DE ESPECIALIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DA ORGANIZAÇÃO.

Fonte: de SIBBET e LE SAGET (2003).

As organizações (portanto possuem uma estrutura física e cognitiva da qual a organização emerge) são verdadeiramente sistemas complexos, adaptáveis, refletindo os testes padrões os mais profundos da vida orgânica, se assim não for entra em estado de entropia. Esperançosamente a geração atual pode aprender a aplicar estas introspecções emergentes no interesse de todos os seres vivos e sistemas diversos. Portanto, o SI (Sistema de Informação) também deve ter a mesma coerência e sustentabilidade, visando evoluções futuras e imprescindíveis, para também ser fator de sustentabilidade em períodos de expansão ou modificações das organizações.

## 2.6.2 Uma abordagem sistêmica com visão holônica

Na gênese do conceito de sistema caracterizam-se vários tipos de abordagens sistêmi-

cas. Sistema é um modelo conceitual de um objeto e que, conseqüentemente, a um mesmo objeto de estudo poderão corresponder vários sistemas; outro argumento importante é o fato de que para realizar uma abordagem sistêmica não basta designar o objeto de estudo por sistema, sendo também necessária a aplicação de raciocínios não reducionistas. Infelizmente, é frequentemente a existência de uma utilização superficial e abusiva do termo sistema. Pelo simples fato de se designar o objeto de estudo por sistema presume-se estar se realizando uma abordagem sistêmica, mesmo nos casos em que a abordagem realizada é na sua essência analítica (CARVALHO, *et al.*, 2002).

Devido a necessidade acima citada, ocorreu a proposta de desenvolver um modelo de referência de processos de gestão que sirva como base na concepção desses sistemas. O que poderá facilitar a adaptação a diversos casos de necessidade de implantação de tecnologia de sistemas de informação ou de gestão por uma visão estratégica de gestão da empresa como um sistema inserido em um meio no qual age e reage, com seus *feedbacks*, tropismos, estados de entropia e caos, auto-organização complexa, observando também as inteirações psicossociais.

Qualquer sub-todo social ou biológico constante pode ser chamado de hólón<sup>7</sup>. O hólón tem conduta governada por regras e/ou constância gestáltica estrutural. Um deus romano possuidor de dois rostos opostos. Esta é a representação simbólica de um hólón, conceito básico de toda a teoria de Koestler (1980) "se destina a conciliar os enfoques atomistas e holistas". Explica que os sistemas abertos auto-reguladores que possuem tanto propriedades autônomas de todos, são hólons biológicos, mas também possuem propriedades dependentes de partes.

A partir do conceito de sub-partes que formam um sub todo que é sub-parte de outro sub-todo, e assim por diante, foi constatada a estrutura hierárquica que forma os seres vivos e, finalmente, todas as estruturas da matéria (KOESTLER, A., 1989). Assim como as células, ou o DNA, cada parte possui informação básica do todo. Sob esse enfoque, pode-se perceber que as organizações empresariais também cabem nesta teoria. Essa holarquia citada nesta teoria é assim definida: há uma regulação ou autonomia das partes, mas estas partes são dependentes umas das outras, portanto há uma regulação que vem do todo, de níveis mais elevados, de forma ordenada.

É importante ainda frisar o *Holonc Manufacturing System* ou *Sistema Holônico de Manufatura* (HMS) pode responder às necessidades de atender os processos de manufatura do futuro, capaz de produzir de maneira rápida e contínua lotes de pequenas produções a preços baixos. E para se conseguir isso, pode ser através de um sistema aberto, distribuído, intelligen-

---

<sup>7</sup> Ver o objeto/fenômeno como um todo. Não decompor em partes para estudar. Ilustrar as interligações e interações. Pois um sistema é um modelo holístico de um objeto de estudo. Segundo VALCKENAERS (1997) é autônomo e cooperativo em toda uma cadeia produtiva, e um holon pode ser parte de outro holon.

te, autônomo e cooperativo. Suas unidades também precisam ser modulares, reutilizáveis, de alta flexibilidade. Com capacidade de auto reconfiguração ágil e simples para uma produção variada, capazes de se organizarem conforme as necessidades que forem surgindo até como forma de distúrbios inesperados vindos do ambiente externo, conseguindo assim manter a produção de forma estável, tal como um sistema orgânico ou social (BONGAERTS, *et al.*, 1998).

Dadas as tendências observadas nos mercados, os problemas com as atuais arquiteturas dos sistemas de produção e as previsões do que será a produção no futuro, conclui-se que a Nova Geração de Sistemas de Produção deve caracterizar-se pelas seguintes propriedades (SOUSA e NEVES, 2000; SOUSA *et al.*, 2000):

- a) Distribuição - o sistema deixa de ser monolítico, passa a ser constituído por várias entidades;
- b) Descentralização - as funcionalidades estão repartidas por várias entidades do sistema;
- c) Autonomia - cada entidade do sistema possui capacidade de decisão;
- d) Dinamismo - o estado do sistema não é estático, mudando constantemente;
- e) Reatividade - a seleção de ações é feita de acordo com as suas percepções e processos;
- f) Flexibilidade - capacidade dos recursos efetuarem rapidamente uma mudança de processos;
- g) Adaptabilidade - capacidade de continuar em funcionamento perante mudanças e perturbações;
- h) Agilidade - evolução contínua e aproveitamento de oportunidades de negócio esporádicas e instantâneas, através de alianças estratégicas;
- i) Informação Incompleta – aquela que melhor que se aproximar da realidade.

Para tentar responder a estes requisitos foi proposto a Teoria dos Sistemas Holônicos e mais concretamente, os Sistemas Holônicos de Produção, como solução para os problemas encontrados nos sistemas de produção atuais e como ferramentas de implementação indicaram-se os conceitos de Sistema Multiagente e de Programação em Lógica Estendida.

Anderson (1999, p. 228) explora as implicações do uso de tais modelos para a gestão estratégica também. Ele assinala que “as organizações atuais estão diante de um mundo com alto grau de conectividade, vivendo em ambiente hiper-competitivo, e as relações entre ações e resultados tornam-se mais complexas, exibindo comportamento não-linear. Em ambientes dessa natureza, mudanças adaptativas devem ser evolutivas e não, rigidamente planejadas”. O referido autor vê a mudança adaptativa como a passagem que uma organização faz através de

uma série de sucessivos microestados organizacionais, os quais emergem das interações locais entre agentes que tentam melhorar suas condições locais, “nessas condições, a tarefa da administração não é moldar o padrão que forma a estratégia, mas lidar com o contexto no qual essa estratégia emerge”.

Por outro lado, conceitos como de Produção Integrada por Computador (CIM) tem sido promovido mundialmente, mas alguns problemas foram detectados no processo de implementação (por ex.: custo elevado) além do que o CIM não é a resposta para os sistemas de produção do futuro, além de entre outros problemas identificados que são os seguintes (HÖPF, 1994; BONGAERTS *et al.*, 1998; SHEN e NORRIE, 1999):

- a) Inflexibilidade – é difícil expandir ou reconfigurar um processo para novos produtos;
- b) falta de robustez - a eficiência não é garantida fora da gama operatória pré-definida; e mais, a existência de um controlador central cria a existência de um único ponto de falha;
- c) Falta de adaptabilidade - referente a avarias ou mau funcionamento dos recursos;
- d) Dificuldade de manutenção – é freqüente a falta de dados por parte das máquinas.

Reside em sua estrutura hierárquica um dos principais problemas das implementações CIM por seu controle ser centralizado, por isso não se adéqua à produção de lotes quase unitários em mercados altamente dinâmicos em constante mudança. Além disso, a Produção mudou radicalmente no decurso dos últimos anos e rápidas mudanças vão continuar a acontecer no futuro (HUNT, 1989), com o advento dos mercados globais é um fator crítico a necessidade de “excelência” na produção. Certamente a Produção é atualmente (e continuará a ser) um dos principais geradores de riqueza, e é muito importante manter esses mesmos níveis de riqueza estabelecendo uma base sólida para o crescimento econômico. Todas estas razões criam a necessidade de construir sistemas de produção inovadores capazes de tratar as mudanças, recuperar das perturbações e integrar-se no novo contexto socioeconômico de forma efetiva e eficiente. Assim, unir os conhecimentos CIM-OSA ao conhecimento da Teoria Holônica é promissora. A partir de estudos nesse sentido, vários progressos têm ocorrido nesta linha de pesquisa. Na sua prossecução foram abordados vários temas que vão desde os sistemas distribuídos, sistemas multiagente, sistemas holônicos, sistemas holônicos de produção e sistemas de produção baseados em agentes até à programação em lógica e programação em lógica estendida.

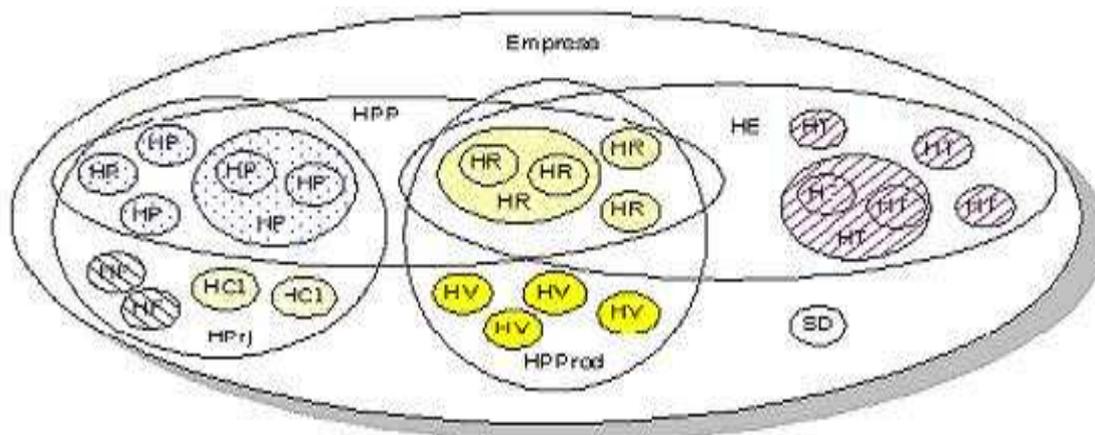


Figura 8: Estrutura Holônica do sistema de Produção.

Fonte: Sousa, P.; Ramos, C. e Neves, J. (1999).

Abreviatura	Significado	Abreviatura	Significado
HF	Holon de Fornecedor	HCl	Holon de Cliente
HC	Holon de Compra	HV	Holon de Venda
HP	Holon de Produto	HR	Holon de Recurso
HT	Holon de Tarefa	SD	Serviço de Directório
HPPProd	Holon de Planeamento da Produção	HE	Holon de Escalonamento
HPP	Holon de Planeamento de Processos	HGC	Holon de Gestão de Compras
HGV	Holon de Gestão de Vendas	HProj	Holon de Projecto

da  
-  
é

Quadro 3 -  
Legenda  
arquitetura  
Cada  
hólón  
especifica-  
do do  
ponto

de vista do conhecimento que **possui**, objetivos e ciclo de vida.

Fonte: Sousa, P.; Ramos, C. e Neves, J. (1999).

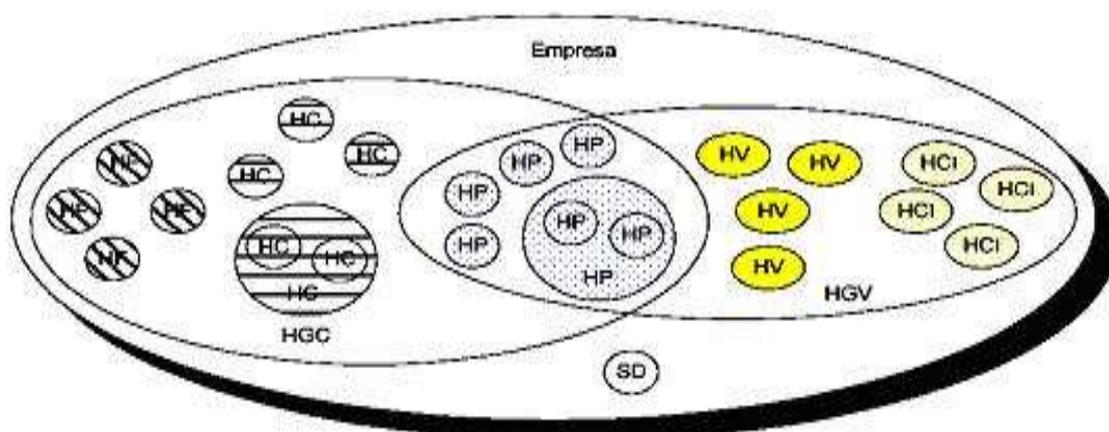


Figura 9: Arquitetura holônica do sistema comercial

Fonte: Sousa, P.; Ramos, C. e Neves, J. (1999).

Quadr  
4-  
holôni  
de  
hólon  
respo  
dentes  
se de

Caso	Descrição	Tipo de Nulo	Predicado
1	Cada holon só tem um nome	PMF e NP	<i>nome</i>
2	Cada holon conhece todos os tipos a que pertence	PMF	<i>tipo</i>
3	Cada holon conhece todas as relações que mantém com outros holons	PMF	<i>relação</i>
4	Cada holon conhece todas as holarquias a que pertence	PMF	<i>holarquia</i>

dro  
são  
nica  
da  
corre  
pond  
à  
co-

nhecimento de todos os hólons.

PMF – pressuposto do mundo fechado (via negação explícita);

NP – nulo do tipo não permitido.

Fonte: Sousa, P.; Ramos, C. e Neves, J. (1999).

Observando as figuras e quadros acima, conclui-se que a visão atual que se tem de TI (Tecnologia de Informação), por parte de muitas empresas e analistas, está se tornando obsoleto. Percebe-se uma necessidade premente de conectividade, dinamismo, flexibilidade, agilidade e autonomia. Mas para tal, é necessária a consciência de que uma empresa é fundamentalmente feita de relações sociais, de pessoas (internas e externas), e serão elas que tornarão possíveis ou não as mudanças saírem das planificações, passarem com sucesso pela implantação e adaptação. Período sempre bem crítico, onde emergem problemas de insegurança, incompatibilidades, incertezas, medos, inadequação as alterações do sistema geral, etc. Por isso, se torna inadiável e necessários treinamentos e interações entre os diferentes tipos de sistemas (SALDANHA, M. K.; IAROZINSKI NETO, 2006).

Na Fig. 8, por exemplo, em parte, se vê a interconexão e interdependência o hólon de projeto que necessita informações das necessidades do hólon cliente para desenvolver o hólon do produto, mas para isso necessita da disponibilidade de fornecimento do hólon do fornecedor. Ainda, todos esses hólons estão contidos e contêm o hólon de planejamento de processos, para definir como trabalhar. Continuando, para se definir o hólon dos recursos, que depende dos hólons do cliente, do hólon das vendas realizadas que tem sua gestão, é preciso definir bem o hólon do produto e o hólon de planejamento de processos e o hólon de projetos, além da definição dos serviços pelo hólon de direção. Além disso, aproximando mais a visão, a Fig. 9 referente ao sistema comercial, mostra como os setores de compra, venda e produto, com suas gestões, são diretamente dependentes.

Valckenaers, *et al.* (1997), desta forma afirma que o processo produtivo Holônico é totalmente interconectado, interdependente e necessita portanto ter autonomia nas unidades organizacionais para alcançar agilidade e vitalidade em sua produção:

“Um Sistema Holônico de Produção é uma holarquia que abarca a totalidade do processo produtivo desde o projeto até à venda, passando pela manufatura, marke-

ting e recepção de encomendas para alcançar a empresa ágil de produção. A divisão dos sistemas de produção em “pequenas” unidades autônomas organizadas de acordo com a Teoria dos Sistemas *Holônicos* permite garantir a agilidade e vitalidade necessárias às empresas na sociedade de consumo personalizado.” (Valckenaers, *et al.*, 1997)

## 2.7 A TEORIA DA COMPLEXIDADE COMO UM CAMINHO PARA COMPREENDER O MUNDO REAL ORGANIZACIONAL

Há muitas definições para o termo “complexidade” sendo que algumas concepções enfatizam a complexidade do comportamento do sistema; outras evidenciam a estrutura interna do sistema ou seu funcionamento; ratificam-se, também, a complexidade de sua evolução; outras enfatizam a complexidade auto-organizada. Em contrapartida, esse termo pode ser encontrado em vários campos, desde os sistemas naturais, representados pelos sistemas biológicos, físicos e químicos, até os sistemas artificiais, tais como: sistemas computacionais e estruturas organizacionais. Discutir cientificamente o significado do termo complexidade, portanto, requer a princípio, pesquisar o que denota a palavra complexidade.

Para Aleksandrowicz (2002) as origens da ênfase na complexidade estão associadas ao forte impacto que as descobertas da Física, no início do século XX, tiveram sobre a forma de perceber o mundo natural. A introdução dos novos instrumentos teóricos, o conhecimento da matéria e da energia envolvidos, ao longo do tempo, nos fenômenos e processos naturais e em suas inter-relações ampliaram-se, incentivando extrapolações para outros campos do saber.

Abraham (2002) pesquisou a emergência do conceito de complexidade, a partir do século XX, a origem do qual, segundo o autor, vem dos clássicos estudos de Lotka, por volta de 1925. Tal descoberta pode ser verificada na obra “*Elements of Physical Biology*”. Mas, talvez, o primeiro texto direcionado inteiramente ao assunto tenha sido publicado na obra de Waddington, em 1977: *Tools for Thought*. A partir dos estudos de Lotka, surgiram várias publicações direcionadas ao estudo da complexidade, dentre os quais se destacam: Simon (1969), Forrester (1969), Waddington, (1977) e Nicolis e Prigogine (1989), dentre outros. Morin (2000) destaca que o termo “complexidade” é muito mais uma noção lógica do que uma noção quantitativa. Ela possui, sempre, suportes e caracteres quantitativos que desafiam os modos de cálculos, mas sua essência está numa outra noção a ser explorada, a ser definida, a noção qualitativa. A complexidade aparece, à primeira vista e de modo efetivo, como irracionalidade, incerteza, confusão e desordem. O termo “complexidade” não comporta somente um

tipo de comportamento exibido pelos sistemas; o termo corresponde a um conjunto de características que podem ser identificadas em muitos sistemas naturais. Incluem-se as organizações e seus processos. Apesar de todos os esforços para definir o termo complexidade, Suh (1999) menciona que, “matemáticos, cientistas e engenheiros não aceitam uma definição comum para o significado desse termo. E outro fator importante é de que há muitas interpretações para a palavra ‘complexidade’”.

Foi um passo importante o estudo da teoria da complexidade para o reconhecimento de que, no universo das organizações, as coisas são assombrosamente mais complexas do que aquelas adotadas na visão clássica do determinismo newtoniano. Muitos teóricos, por muito tempo, estão usando ainda modelações com visão mecânica, inspirados por Newton que modelou o movimento dos planetas. Mas esta perspectiva deixa de lado aspectos fundamentais do estudo dos sistemas organizacionais, como por exemplo, as pessoas e as interações que se estabelecem entre elas. A complexidade é um fato da vida e corresponde à multiplicidade, ao entrelaçamento e à contínua interação da infinidade de sistemas e fenômenos que compõem o mundo natural, sendo que esses sistemas complexos estão dentro de cada ser humano, e este está inserido em sistemas complexos. A proposta básica desse foco é harmonizar razão e emoção, pensamento mecânico e sistêmico, acabando com a dicotomia reducionista.

Bertalanffy (1997) endossa esse aspecto ao afirmar que “na ciência moderna, a interação dinâmica parece ser o problema central em todos os campos da realidade”. Isso evidencia como a dinâmica não-linear pode ser inserida como um fator básico no avanço para uma concepção de ciência diversa da ótica mecanicista.

Stacey (2001, p. 10), Saldanha e Iarozinski Neto (2005; 2006), destacam que a teoria da complexidade “estuda as propriedades fundamentais das redes de *feedback* não-lineares e, em especial, das redes adaptativas complexas. Essas redes consistem de certa quantidade de componentes, ou agentes, que interagem de acordo com um conjunto de regras, as quais requerem que as pessoas examinem e respondam às ações de cada uma delas, no sentido de melhorar seus comportamentos e, também, o comportamento do sistema como um todo”. Em outras palavras, os sistemas operam de maneira que constituem um processo contínuo de aprendizado, e em ambientes que, na maioria das vezes, consistem de outros sistemas de aprendizado, formando um supra-sistema em co-evolução que, por sua vez, cria e aprende seu próprio caminho para o futuro. Identifica ainda, que a teoria da complexidade com o estudo dos sistemas de rede de *feedback* não-lineares e com as redes adaptativas complexas, afirma que esse enfoque mina a visão mecanicista e reducionista, e, assim, apresenta uma perspectiva mais abrangente na qual o todo é mais do que a soma das partes, as quais se relacionam de maneira iterativa, seguindo leis não-lineares. Essa ótica destaca as limitações da previsibilidade, e de-

safia a possibilidade de formas lineares de controle praticadas pelas pessoas sobre a natureza e sobre as organizações, além de destacar a inter-relação existente entre criatividade e situações de desequilíbrio caracterizadas por diferenças, conflitos e crises.

Complexidade, portanto, pode ser entendida como um tipo de pensamento que articula as relações necessárias e interdependentes de todos os aspectos da vida humana associada, além de integrar todos os modos de pensar, opondo-se aos mecanismos reducionistas e simplificadores. Considera ainda, todas as influências recebidas, enfrentando a incerteza e a contradição, deixando conviver entre si fenômenos aparentemente contraditórios.

Em vista disso, Anderson (1999, p. 228) explora as implicações do uso de tal modelo para a gestão estratégica. Ele assinala que “as organizações atuais estão diante de um mundo com alto grau de conectividade, vivendo em ambiente hiper-competitivo, e as relações entre ações e resultados tornam-se mais complexas, exibindo comportamento não-linear. Em ambientes dessa natureza, mudanças adaptativas devem ser evolutivas e não, rigidamente planejadas”. O referido autor vê a mudança adaptativa como a passagem que uma organização faz através de uma série de sucessivos microestados organizacionais, os quais emergem das interações locais entre agentes que tentam melhorar suas condições locais. Nessas condições, a tarefa da administração não é moldar o padrão que forma a estratégia, mas lidar com o contexto no qual essa estratégia emerge.

Para Anderson (1999), tal tarefa pode ser empreendida pelos gestores através de dois mecanismos, que devem ser articulados entre si como a alteração da forma como cada agente percebe seu ambiente local e suas condições individuais e reconfiguração da “arquitetura organizacional” dentro da qual os agentes adaptam-se. Por “reconfiguração da arquitetura”, Anderson quer destacar a extensão da improvisação, a natureza da colaboração, o ritmo típico da inovação e as mudanças que a organização experimenta em sua demografia e estrutura.

O destaque fica para o entendimento de que seus processos de concepção podem ser tanto de formulação (quando previamente planejado) quanto de formação (quando o processo emerge das ações desenvolvidas no cotidiano, e só podem ser entendidas em retrospectiva). Entendê-las como plano e como padrão oferece uma visão integradora, portanto, visão maior e mais ampla da complexidade envolvida.

Adotar os processos induzidos e definidos não vem garantindo às organizações maior sobrevivência e efetividade. Deve-se compreender que, tanto os atores quanto o ambiente exercem pressões para mudança e atuam na definição de critérios para concepção da estratégia. É preciso, pois, ampliar a perspectiva da escolha estratégica, englobando aspectos como: coalizão dominante, percepções, segmentação, monitoramento do ambiente e restrições dinâmicas.

Dentro do contexto, se percebe a necessidade de inovar, de procurar métodos alternativos e diferentes dos paradigmas atuais. A teoria da complexidade aparece como um caminho para compreender que o mundo organizacional é composto de muitas partes que interagem entre si, de forma dinâmica, através do sistema de redes em que os agentes estabelecem relações uns com os outros. Nesse processo interativo, sobressai o papel que os agentes desempenham, bem como sua capacidade de aprender e modificar o esquema dominante.

Essa compreensão indica que não há exclusão de uma perspectiva em detrimento de outra: o processo de formação de estratégias nas organizações se orienta tanto pela perspectiva racional-formal quanto pelo processo negociado, e pela construção permanente, com uma postura gerencial que transita do caráter empreendedor, ao adaptativo e ao planejado. A inclusão de todas essas orientações oferece às organizações a possibilidade de reagir de modo flexível às variações ambientais. A importância desse processo está no investimento feito na seleção e na aprendizagem dos agentes, pois essas ações implicarão na escolha da estratégia das organizações.

### **2.7.1 Tipos de sistemas segundo a visão sistêmica**

Segundo a visão sistêmica fundamentalmente há três tipos de sistemas que são os sistemas simples, complicados e os sistemas complexos. Os sistemas simples e os complicados são partes que podem estar separadas do todo e ter comportamento previsível. Sendo que essas partes separadas podem representar o todo.

Quanto aos sistemas complexos estes possuem partes que são interligadas entre si e com o todo e também cada parte representa o todo, tal como afirma também Le Moigne (1977) quando diz que a passagem dos sistemas complicados para a complexidade está num limiar. Pode estar em uma modificação de método intelectual. Outro fato é de que é da interação que emergem comportamentos imprevisíveis. Mas referente a essas idéias, Prigogine e Stengers (1988) afirmam que a diferença entre simples e complexo é difícil de perceber isto porque eles se misturam sem se contrapor. Mas Bresciani (2001) afirma que é a partir do conceito de redes de conexão de processadores que se pode ainda distinguir os sistemas “complicados” dos sistemas “complexos”. Onde os sistemas complicados são feitos por numerosos processos conectados exclusivamente por relações arborescentes, mas os sistemas complexos não possuem obrigatoriamente processos numerosos e suas interligações são recursivas.

Dentro da realidade não existe, o que se afirma dos sistemas complicados, de que são

lineares, previsíveis, controláveis, seu conhecimento é perfeito, imutável e fechado (LEITE, 2004).

A modelagem da rede de conexão, representação gráfica (ou matricial) não considera facilmente a instantaneidade (FORESTER, 1961 *apud* BRESCIANI, 2001). Os sistemas complicados são feitos de redes complicadas, ligando elementos identificáveis, com comportamentos enumeráveis e pouco numerosos (LE MOIGNE, 1977). Capra (1982) também cita a importância das redes de conexão e as realimentações.

Para Leite (2004), a denominação de sistema complicado está associada à visão do paradigma reducionista. Ela afirma que este paradigma iniciou com a ciência clássica continuando com Descartes, no século XVII, e foi assim até o início do século XX. Essas idéias reduzem as percepções devido a visão apenas de partes, ignorando que existem as conexões entre elas. Possuem comportamentos dos elementos num padrão cíclico com melhorias feitas nas partes, já que o todo não é mais que a soma das partes (HEYLIGHEN, 1988 *apud* LEITE, 2004). Portanto, a partir destas idéias, nos sistemas complicados, as causas e os efeitos também podem ser separados e possivelmente controlar-se os resultados.

#### 2.7.1.2 Sistemas Complexos

Os sistemas complexos são altamente inter-relacionados, se retroalimentam constantemente. As inter-relações e as suas partes são independentes. Necessitam de informação constante, da capacidade de auto-organização e de autonomia. A previsibilidade é algo impossível, justamente pelo fato de acontecerem inúmeras retro-alimentação. Tratar os sistemas complexos de forma linear é restrito, basta observar os sistemas Ecológicos e a Cibernética (LEITE, 2004). A quantidade de inter-relações não define a complexidade, mas como são, como acontecem as recursividades.

Nos sistemas complexos reside a inconstância, a não-linearidade dentro do tempo e do espaço. É uma área extensa e aberta a inovações. A estabilidade total traz a entropia. O caos está presente e alimenta o estado complexo destes sistemas.

#### 2.8.1 A visão sistêmica da evolução

A evolução não ocorre por causa da seleção natural, mas porque ocorrem para experi-

mentar o meio. E aí conseguem ou não adaptarem-se as condições ambientais. As empresas também são criadas como inovações então permanecem ou não, se não conseguirem conviver com o meio no qual estão inseridas (CAPRA, 1982). Conseqüentemente, o meio ambiente - que é um sistema - e a empresa - que neste caso é um sub-sistema - nele inserido formam uma rede auto-organizadora capaz de produzir espontaneamente novas formas de ordem. E, grande parte desta ordem faz parte de uma seleção de inovações. Desta nova ordem, emerge a evolução, seja do meio-ambiente ou da empresa ou ambos co-evoluindo, formando juntos um único processo evolutivo, tal como a Teoria de Gaia<sup>8</sup>. Boltzmann (*apud* Capra, 2000, p. 153) afirma que quanto menos possibilidades de combinações entre as variáveis, mais elevada será a ordem. Assim, a ordem absoluta pode ser o fim, não há mais o que evoluir, o sistema para.

Indo para além do tempo e espaço, o fator psicológico e emocional existente nas empresas está ligado ao meio ambiente físico, emocional, social e cultural. E que os problemas relacionados à psique tem a ver com o colapso das relações sociais. As pessoas primeiramente identificam seu ego, o “eu sou” (*self*), em seguida a sociedade onde está inserida, o “biossocial”, onde está suas tradições e crenças, depois o nível existencial, no qual se tem a visão do organismo como um todo, a mente/corpo como um todo integrado e o meio físico ao seu redor. Logo, estão as experiências transpessoais, que é o envolvimento consciente entre pessoas e o meio, as trocas entre os sistemas cognitivos são o nível do inconsciente coletivo e em seguida ele se identifica com o universo, ou seja, a consciência cósmica, como afirma Capra (1982) baseado nos conceitos de Jung sobre o inconsciente coletivo.

Quando ocorrem aproximações das ciências, é que ocorrem as evoluções (SALDANHA, M. K.; IAROZINSKI NETO, 2005), assim, quando empresas diferentes fazem parceria ou se fundem, acontece uma complexidade maior, porque normalmente evoluem. Também o que pode causar mudanças, ou forçá-las, são as catástrofes, sejam naturais ou econômicas, é um padrão de ocorrência constante, que são atratores geradores de pontos de bifurcação (ver Figs. 5 e 6). São períodos de grande crescimento e inovação, ou declínio. É com a simbiose, a mistura, a sinergia entre os sistemas que ocorre a evolução.

É a cooperação - o *yin* e *yang* compartilhando que resulta em crescimento compensante (CAPRA, 1982) -, e não a competitividade exagerada (prevalência do *yang*, que traz o crescimento doente, cheio de poluição, riscos de radiação, desumanidade, agressividade, desequilíbrio social, entre outros fatores). Ver e valorar o todo, a equipe (conhecimento antigo, milenar que a cultura atual ocultou), e não separar em partes, pois uma parte depende e coexiste com a outra parte, num contexto. Isso comprova que empresas que alimentam a competitiv-

---

<sup>8</sup> Novas evidências científicas mostram, a cada dia, que de fato a Terra é um super-organismo, dotado de auto-regulação. Como parte desses sistemas, porém, temos responsabilidade individual em mantê-la viva e saudável para as futuras gerações (LOVELOCK, 1986).

dade até o seu máximo, estão na verdade involuindo, entrando em entropia positiva. É como se estivesse se auto-corroendo em seu âmago, em sua essência. Não há crescimento verdadeiro já que se caminha para uma estagnação, sem interconexões e sem emergências, portanto a evolução decresce. Isto por que não há troca. O *yin* é a capacidade de ser receptivo, cooperativo, a capacidade da intuição e análise.

O *yin* e *yang* significam o todo, o “compartilhar” entre todos os componentes, como a cognição, o corpo e o meio onde se está inserido. Esse conceito também não é estranho para os anglo-saxões, que não se admirariam de ouvir que a visão fragmentada do mundo é doentia. A palavra *hal* tem como raiz o inglês antigo, que significa o todo, total, sólido, saudável. A palavra *hal* gerou *health* (saúde), *whole* (todo) e *holy* (sagrado). Portanto a palavra *Health* tem o significado de saúde, que é integridade física e psicológica, isso é um sentimento de equilíbrio entre os vários componentes do organismo e entre este e o seu meio ambiente. Essa visão perdeu-se em nossa cultura, a visão fragmentada, mecanicista e que se espalhou pelo mundo, prevalecendo a orientação *Yang* (idéia de agressividade, competitividade, racionalismo, visão analítica, força imposta), o que gerou desequilíbrio cultural, gerando sintomas doentios que cercam nossa civilização em todos os níveis. Quando acontece o equilíbrio entre *yin* e *yang*, entre o cooperativo e o competitivo, entre a intuição e o racional, há o reconhecimento do todo, da estrutura e da cognição dependentes, donde emerge a organização, base da complexidade sistêmica (CAPRA, 1982).

“A ênfase dada ao comportamento racional em nossa cultura está sintetizada no célebre enunciado de Descartes, “*Cogito, ergo Sum*” - Penso, logo existo -, o que encoraja eficazmente os indivíduos ocidentais a equipararem a sua identidade com sua mente racional e não com seu organismo total.” (CAPRA, 1982).

Essa divisão entre corpo e mente é como a divisão entre estruturas e pessoas, cognição numa organização. Seria pensar na mente sem corpo ou na estrutura sem as pessoas e vice-versa. Na verdade, a frase deveria ser: Sinto, penso, logo existo. Ou seja, a coexistência da estrutura e a cognição.

Existem diferentes níveis de complexidade, e cada nível detém diferentes tipos de leis, de regras, isto porque a complexidade é organizada. Quando se observa o meio ambiente de uma sociedade, vêem-se diferentes tipos de organização e diferentes tipos de leis operando, e é essa diferença que forma a complexidade e que torna possível acontecerem mudanças, evoluções. Observar partes isoladas, não se tem a verdadeira visão, mas observar conscientemente de que também é parte observada, num todo, se tem então o significado real emergindo. São as interconexões e o que emerge delas que dão sentido e entendimento fidedigno e legítimo. E esta é também a maneira que a física quântica mostra o mundo. Pois nem uma partícula subatômica tem significado estando só, sendo entendida quando observada em suas in-

terconexões. É o pensamento das redes - o padrão da vida, como definiu Capra (1997).

O fato principal que acontece nas redes é a realimentação e a auto-organização, como um padrão. Cada subsistema se realimenta e alimenta outro subsistema, ligados por vínculos causais, num ciclo (princípio básico da cibernética), são os *feedbacks*. E está é a organização de uma sociedade sistêmica e seus subsistemas. Isto é o fator essencial da homeostase, a auto-organização, que fazem com que organismos vivos ou sociedades se mantenham num equilíbrio dinâmico (SALDANHA, M. K.; IAROSZINSKI, 2005). Cada um desses subsistemas é um hólón. Segundo Capra (1997), para os ciberneticistas, a realimentação pode ser de auto-equilíbrio (ou “negativa”<sup>9</sup>) e de outoreforço (ou “positiva”<sup>10</sup> como os disparos - *runaway*), círculos viciosos, tal como quando algo cai em um lago e Bcírculos se propagarem ao redor do laço inicial, se amplificando.

Deduze-se que, quando um subsistema cresce em um ritmo muito acelerado, e seus concorrentes não o conseguem, ocorre um desequilíbrio no ecossistema, isso é como um fenômeno de realimentação puramente “autoreforçante”, ocasionando crescimentos exponenciais. É o que se vê no meio empresarial. Com esse desequilíbrio, é o meio ambiente que irá sofrer, já que sem concorrência não haverá equilíbrio comercial e por consequência, o desequilíbrio financeiro.

Para se observar e representar a realidade, o mundo real, que é complexo, uma grande rede e, portanto, não linear, logicamente a maneira correta é utilizar formas não lineares. Assim, as Teorias da Complexidade e do Caos são altamente indicadas para se utilizar em estudos de sistemas complexos e abertos. Uma empresa necessita ser um sistema aberto, no qual a dissipação ou transferência de energia é uma fonte de ordem. Conclui-se que é preciso gastar energia em esforços de boas compras, boa vendas, aumento de produção, treinamento de pessoal, melhoria de sistemas de informação e tecnologia, e assim por diante, para se ver ocorrer crescimento, evolução.

## 2.8.2 Estágios de ciclos de vida

Numerosos modelos têm sido propostos ao longo dos anos, na tentativa de explicar os

---

<sup>9</sup> Exemplo: Quando abandonar fontes de alimentos relativamente pobres ou já exploradas, pelo mecanismo da saturação e exaustão. Quando se sente fogo se aproximando, a reação é afastar-se.

<sup>10</sup> Exemplo: Porque um formigueiro escolhe um determinado local de alimentos ou tipo de alimento, sendo pelo mecanismo da atração, retenção e reforço. Ou quando se tem medo de tirar notas baixas se decide estudar.

ciclos de vida das empresas. Sendo que a maioria é baseada em atributos estáticos das organizações. Mas se sabe quando se refere a evolução, quando se fala em estrutura e processos de aprendizagem e tomada de decisão, que acontecem conforme ocorrem as tentativas de progresso e criando maturidade (KIMBERLY e MILES, 1980).

Todos os estágios compreendem dimensões relacionadas com o contexto da estrutura da organização que incluem a idade da organização, o tamanho, a taxa de crescimento e as tarefas chave ou os desafios enfrentados pelas empresas. Nas dimensões estruturais comuns estão as formas da estrutura, a formalização, a centralização, a diferenciação vertical e o número de níveis da organização (RAPOSO, M. e FERREIRA, J., 1997). Raposo e Ferreira fazem análises lineares de coisas não lineares. Geralmente descrevem de forma sistêmica, lembrando sistemas holônicos, mas não trabalham isso. Continuam seguindo de forma padrão o desenvolvimento da pesquisa. Outros também dão de encontro com realidades sistêmicas e complexas, fazem observações quanto as combinações e complexidades, mas recaem para a sistematização analítica, estruturada e linear.

A constatação de Raposo e Ferreira (1997) é de que parece existir uma inter-relação entre as dimensões descritivas utilizadas na caracterização dos estágios. Existe uma complementaridade entre as dimensões dos estágios. Ainda, que cada uma dessas dimensões se conjuga com as restantes, se influenciando, dando origem a configurações extremamente comuns. Segundo eles existem cinco estágios principais num ciclo de vida nas organizações:

1. Estágio de nascimento;
2. Estágio de expansão;
3. Estágio de maturidade;
4. Estágio de diversificação;
5. Estágio de declínio.

Na revisão bibliográfica são apresentados os atratores estranhos e como eles podem ser relacionados e usados em análises empresariais. Voltando a Raposo e Ferreira (1997), eles observam que muitos modelos não incluem um ou mais estágios citados, mas principalmente o estágio de declínio. Afirmam que pode ser porque existem duas características principais que não são previsíveis: o impacto do declínio na estrutura e nos sistemas da organização não é previsível e que as mudanças associadas demoram a serem percebidas; outro fator é que o início do declínio pode ocorrer em qualquer estágio do ciclo de vida.

Os modelos podem até ter um padrão de compatibilidade, mas existe uma variedade quanto ao número de estágios. É esperado que o desenvolvimento ocorra sempre durante os estágios de crescimento e rejuvenescimento e que seja baixo durante a maturidade e o declínio. A forma da estrutura vai desde a mais simples, a funcional e a divisional. Sendo que a or-

ganização vai se tornando mais formal e especializada, e a tomada de decisão torna-se menos centralizada a medida que a organização cresce.

Outro fato que se observa nos estudos de Raposo e Ferreira (1997) é que quando ocorre diminuição de dinamismo, há um aumento de hierarquização e centralização de forma reativa (não acontecendo proatividade porque há a visão de funções e não de processos), e há um engessamento crescente. Havendo então uma tendência à estagnação e depois um declínio na evolução.

A formalização e a especialização também aumentam quanto mais os estágios crescem. Dentro desta especialização também estão pessoas mais capacitadas para maior competência em tomar decisão. E isto é uma confirmação dos Sistemas Holônicos e seu comportamento. Hanks, *et al.*, mais Churchill e Lewis (*apud* Raposo e Ferreira, 1997) afirmam em seus modelos teóricos, quanto ao crescimento e evolução das empresas, que estas podem passar por ciclos de estagnação ou declínio, intercalados entre estágios de crescimento. E que elas podem, em seu ciclo organizacional, embora elas se movam do crescimento para o declínio, saltar alguns estágios ou voltar atrás a certos estágios. Sendo que isto pode ser por estarem em estágios de crescimento estagnado. Ainda, que uma empresa possa ficar indefinidamente num estágio de crescimento ou de sucesso por que consegue que as mudanças ambientais (tanto internas quanto externas) não destruam seu nicho de mercado. Mudanças internas, porque pode ocorrer que administrações equivocadas possam reduzir sua capacidade de competitividade.

Para SIBBET e LE SAGET (2003), os estágios organizacionais são sete, como pode ser visto na Fig.7:

1. Início – oportunidades, idéias brilhantes, noção de direção;
2. Expansão – necessidade de fortes lideranças, fluxos de informações e equipe, geração de sustentabilidade;
3. Especialização – valorização das competências, controle da produtividade, estratégias claras, controles;
4. Institucionalização – produtividade, organização de estruturas e sistemas (cognição), necessidade e busca por retornos confiáveis;
5. Reestruturação – adaptação dos processos conforme necessidades do meio, necessidade de flexibilidade, surgimento de um novo crescimento;
6. Co-criação – alianças confiáveis, aumento da complexidade, agilidade e inovação;
7. Transformação – impacto durável, interações compartilhadas, pode surgir uma nova grande idéia.

Portanto, realmente há vários segmentos, várias idéias sobre estágios de ciclo de vida. Estes apresentados estão entre alguns outros.

### 2.8.3 Evolução dos sistemas complexos

Leite (2004) afirma que as abordagens referente as estruturas de evolução diferem na percepção dos mecanismos que estão por trás dos processos de evolução, cada qual buscando entender alguns pontos, tais como: de que forma os níveis surgem? Qual é o instante no tempo? Por que isso acontece? Podem-se destacar Simon (1969), Le Moigne (1990) e Heylighen (2001) entre os diversos pesquisadores dos sistemas complexos, não interessando o campo de conhecimento explorado, todos propõem estruturas de evolução representada por níveis. Essas perguntas atizam vários pesquisadores que buscam reponde-las, observa Heylighen (2001). Como são diferentes idéias, diferentes formações e crenças, acontecem diferentes respostas com diferentes resultados. Essa incongruência acontece por três fatores, tais como o fato de realizarem pesquisas isoladas vindas de diferentes costumes, quando apenas mencionam os trabalhos uns dos outros. Há uma emergência de níveis hierárquicos a se representar e que é uma questão multidisciplinar, envolvendo a Física, a Química, a Biologia e a Sociologia, pelo menos, também são abrangidos muitos fenômenos tornando o problema difícil intrinsecamente. Pouco se conhece sobre esses fenômenos, o que deixa margem para grande amplitude e escalas muito amplas e essencialmente indefinidas (LEITE, 2004).

Heylighen (1996) apresenta uma proposta de uma classificação que se baseia no tipo de percepção de como os pesquisadores vêem a complexidade. Isto por causa da heterogeneidade de abordagens. E várias estruturações das principais teorias sobre a evolução dos sistemas complexos se baseia na seguinte classificação de quatro principais abordagens: quantitativa, qualitativa, estrutural e funcional.

Neste estudo, se levará em conta a abordagem estrutural, onde se enquadram Lê Moigne, Simon e Boulding que serão apresentados a seguir. Por isso somente estes serão apresentados.

### 2.8.4 As abordagens estruturais

O estudo da hierarquia dos sistemas é feito pela abordagem estrutural. Isto porque

busca entender como os sistemas são englobados por outros.

Na abordagem Estrutural de Simon a complexidade, habitualmente, toma forma de hierarquia. Os sistemas complexos são formados de subsistemas inter-relacionados, estes também são compostos pelos próprios subsistemas, e assim sucessivamente, até chegarem a um nível de componentes elementares ou primitivos (SIMON, 1969). Simon (1969 *apud* Leite, 2004) assegura ainda, que a hierarquia está associada à noção de níveis em integração. Isto porque a opção do nível mais baixo, num certo sistema, não é dependente somente da natureza do sistema, mas também dos interesses que tenha a pesquisa.

A partir das caracterizações colocadas por Morin (1977 *apud* Leite, 2004) se pode categorizar os sistemas em alguns níveis como se vê na Tabela 1:

**Tabela 1 - Categorias dos sistemas em níveis.**

	<b>Categorias</b>	<b>Descrição</b>
a	Sistema	é todo sistema que revele emergência e autonomia em relação ao que é exterior para ele
b	Subsistema	é todo sistema que manifeste subordinação em relação a um sistema no qual ele é integrado como parte
c	Supra-sistema	é todo sistema que controla outros sistemas, mas sem integrá-los em si
d	Ecosistema	é o conjunto sistêmico cujas inter-relações e interações constituem o ambiente do sistema que nele está englobado
e	Meta-sistema	é o sistema resultante das inter-relações mutuamente transformadoras e englobantes de dois sistemas anteriormente independentes

As fronteiras entre esses termos segundo de Morin (1977) são dúbias; eles são substituíveis entre si, conforme a forma que é olhada pelo observador.

Um encadeamento *top-down* não é o significado do conceito de hierarquia, de governo e autoridade, mas sim no sentido de níveis semi-autônomo com duas estruturas: uma horizontal e outra vertical. Esses níveis são formados de interações entre um conjunto de variáveis que partilham velocidades análogas. Um pequeno conjunto de informações ou quantidade de recursos cada nível informa ao próximo nível superior. Quando as transferências de um nível para outro forem conservadas, as interações dentro dos próprios níveis podem ser transformadas ou as variáveis alteradas, sem que com isso o sistema como um todo perca sua integridade. A consequência disso, é a estrutura do sistema permitir a ampliação da experimentação dentro dos níveis e assim aumentar a velocidade da evolução, afirma Simon (1969 *apud* LEITE, 2004).

O norte da abordagem criada por Simon (1969 *apud* LEITE, 2004) é o termo “hierarquia” servindo para compreender a evolução dos sistemas complexos. É composta de subsistemas relacionados, numa estrutura hierárquica até atingir níveis inferiores de sub-

sistemas . Ainda, seus relacionamentos são assimétricos. Os componentes interagem mais fortemente ou mais frequentemente dentro do que entre os subsistemas. Assim é preciso compreender o significado desse termo no seu contexto. O termo hierarquia possui habitualmente duas conotações básicas: 1) dentro da visão sistemista a hierarquia são níveis de integração; 2) a concepção etologista que considera a hierarquia como subordinação.

Já Koestler (1967) diz que os subsistemas formam um nível de hólons que é uma designação largamente utilizada na teoria da hierarquia. Teoria esta já abordada.

Simon (1969) argumenta que decomponibilidade e decomposição são um dos pilares fundamentais da teoria hierárquica. Assim são sistemas complicados. São muito sofisticado, mas não são complexos. Ainda, que a existência das associações (implica resistência à decomposição) flexíveis (sugere “decomponível”), verticais e horizontais, forma a base do conceito de decomponibilidade dos sistemas complexos.

“O conceito de quase decomponibilidade pode ser definido pela matemática dos sistemas dinâmicos, que relaciona a decomposição à agregação de propriedades, para a quais vários métodos analíticos têm sido desenvolvidos. O conceito de quase decomponibilidade que é utilizado pela teoria da hierarquia é o seguinte: os sistemas hierárquicos quase decomponíveis são capazes de transformar um sistema de médio número de elementos num sistema de pequeno número de elementos, sem desconsiderar as interações entre eles. O objetivo é gerenciar melhor cada nível. Em outras palavras, a quase decomponibilidade natural dos sistemas complexos fornece a chave para o gerenciamento dos sistemas, por meio da análise das interações”. (SIMON, 1974 *apud* LEITE, 2004)

A Teoria da Complexidade se confirma com a não decomponibilidade ou semidecomponibilidade, isto por que vários fatores interligados interferem. Se for possível a decomponibilidade com partes isoláveis, que mudam de forma separada, acontecem conjuntos de elementos organizados. Esse tipo de sistema é chamado de complicado (LEITE, 2004).

“A principal descoberta teórica do método pode ser sumarizada em duas proposições: (1) num sistema quase decomponível, o comportamento em curto prazo de cada um dos subsistemas componentes é, aproximadamente, independente do comportamento em curto prazo dos outros componentes; (2) em longo prazo, o comportamento de qualquer dos componentes depende, apenas, de uma forma agregada do comportamento dos outros componentes”. (SIMON, 1969)

É essencial o fenômeno de muitos sistemas complexos terem uma estrutura hierárquica quase decomponível para apreender e descrever esses sistemas, as suas partes e a sua evolução (SIMON, 1969).

Na visão da abordagem de Boulding (1956) a evolução dos sistemas pode ser observada a partir da preocupação com a crescente especialização da ciência e a falta de comunicação entre os diferentes campos dela. O que ele propõe é uma hierarquia da complexidade que possa ser utilizada em qualquer campo de atuação, e também que permita a comunicação entre os níveis. Esses níveis são nove. Sendo os três primeiros níveis (estruturas estáticas, mecanismos do relógio e o cibernético) os que fazem parte da categoria dos sistemas físicos ou mecânicos.

Já os níveis da célula, da planta e do animal pertencem à categoria dos sistemas biológicos, botânicos e zoologistas. Depois, o nível humano e o nível da organização social que são objetos dos cientistas sociais. Por último, o nível dos sistemas transcendentais que pertence ao campo de investigação da filosofia.

Essa hierarquização possibilita o conhecimento das propriedades emergentes em cada nível, podendo contribuir para o aperfeiçoamento simultâneo dos níveis (BOULDING, 1956).

Em 1980 Boulding mudou essa hierarquia, passando de nove para onze, colocando algumas inovações. Estes são citados da Tabela 2 abaixo:

**Tabela 2 – Níveis de hierarquia de Boulding.**

Níveis	Descrição
1.	O primeiro nível é os sistemas mecânicos;
2.	O segundo nível é o dos sistemas cibernéticos;
3.	O terceiro nível é o dos sistemas de avaliação positiva;
4.	O quarto nível é o dos sistemas creótics;
5.	O quinto nível é o dos sistemas de reprodução;
6.	O sexto nível é composto por sistemas demográficos;
7.	O sétimo nível é composto dos sistemas ecológicos;
8.	O oitavo nível é o dos sistemas evolutivos, os quais podem ser ecológicos;
9.	O nono nível é o dos sistemas humanos;
10.	O décimo nível é representado pelos sistemas sociais;
11.	O décimo primeiro nível é o dos sistemas transcendentais.

A abordagem de Le Moigne (1990) baseado em Boulding apresenta a evolução dos sistemas com uma hierarquia em nove níveis (1956 *apud* LEITE, 2004). O que Le Moigne (1990) queria mostrar era a evolução dos sistemas e suas propriedades emergentes e depois poder modelar conforme o grau de complexidade, como pode ser visto na Tabela 3.

**Tabela 3 – Níveis de complexidade se Le Moigne**

Níveis	Descrição
1	O primeiro nível é o do <b>objeto passivo</b>
2	O segundo nível é o da percepção do <b>objeto ativo</b>
3	O terceiro nível é o do objeto, que manifesta algumas <b>regularidades</b> ao funcionar
4	O quarto nível é o da emergência da <b>informação</b>
5	O quinto nível é o da emergência da <b>decisão</b>
6	O sexto nível é o da emergência da <b>memória</b>
7	O sétimo nível é o da <b>coordenação</b> ou direção
8	O oitavo nível é o da emergência da <b>auto-organização</b>
9	O nono nível é o da <b>finalização</b>

## 2.9 A INTEGRAÇÃO SITÊMICA ENTRE PESSOAS E ORGANIZAÇÃO

Tudo que existe está estruturado segundo Labes (2002), ou seja, tem uma estrutura. Capra (1982) também afirma que os três critérios da vida são o padrão, a estrutura, processos e estão estreitamente entrelaçados.

Existem muitas formas de estrutura, conforme ao que se destina. As estruturas organizacionais flexível, com poucos níveis hierárquicos e que adotam a filosofia de equipe, são modelos de estruturas mais modernas e condizem com a busca de mais eficiência e desempenho organizacional. Mas isso implica em pessoal mais capacitado, que possa tomar decisões. A partir dos anos 90 afirmou-se que para uma estrutura organizacional ser moderna deveria ser uma estrutura “achatada”, ou seja, com menos níveis hierárquicos. Mas somente isso não significa que se conseguiu modernidade ou eficiência maior. Outros fatores estão envolvidos, tais como a definição de uma estrutura organizacional para uma instituição conforme sua destinação, seu porte, sua área de atuação na vida pública ou privada e os objetivos. Estes são alguns fatores a mais a serem considerados. Peter Drucker (*apud* LABES, 2002 p. 98) afirma que ainda não existe alternativa mais segura e necessária como a unidade de comando em uma organização. Que é quem segura a decisão ou que conduz o grupo a escolher os caminhos resultantes das decisões em uma organização. A estrutura, seja física ou de pessoas, é dinâmica e interfere na evolução e desenvolvimento destas pessoas, dos produtos e conseqüentemente da organização, numa inter-relação e realimentação, o que na verdade é fruto de uma hologarquia<sup>11</sup>, ou melhor, uma holarquia.

Cada cargo tem suas atribuições definidas, com suas diversas atividades (processos). A pessoa que ocupar o cargo tem por missão desempenhar o melhor possível o que lhe foi delegado. Dessa forma, cargo é uma posição na hierarquia da empresa e função é o conteúdo ou as obrigações do cargo.

Dentro das hierarquias lineares há características negativas importantes, tais como a valorização exagerada das chefias, a visão é setorial e não fornecem especialistas, sendo as decisões centralizadas e quase se combinações de possibilidades. Mas para pequenas empresas é aceitável, já que seu custo é baixo e não exigem grandes habilidades, isso com exceções. Também existe a estrutura funcional, cujas características negativas são as possibilidades de conflitos, o custo é elevado no início e a coesão é de baixo nível, já as características positivas são os aproveitamentos das aptidões, a fomentação de especialidades e a facilitação de padro-

---

<sup>11</sup> Um sistema organizacional baseado na dispersão do poder por vários agentes. Os gestores têm flexibilidade na seleção das formas de estruturar as suas unidades, ou hólons. Os hólons cooperam para atingir uma meta ou objetivo

nizações. Há também a estrutura linear-funcional ou mista que tem as características de ter custos suportáveis, utiliza as especialidades necessárias sendo ideal para períodos de transição. Suas características negativas são conflitos da linha e acessória, mantém a rigidez estrutural retardando a decisão dos executivos. A estrutura colegiada é positiva nas decisões cautelosas, na pluralidade de opiniões com atenção ao todo da organização, já suas negativas são a demora nas decisões, uma tendência a acomodação e relações informais nas relações. Por fim há a matricial na qual as vantagens são a alta de especialidades, é multifuncional e utiliza equipes. Já seus pontos negativos são as duplas chefias, a coordenação se torna mais difícil, sendo o custo mais elevado.

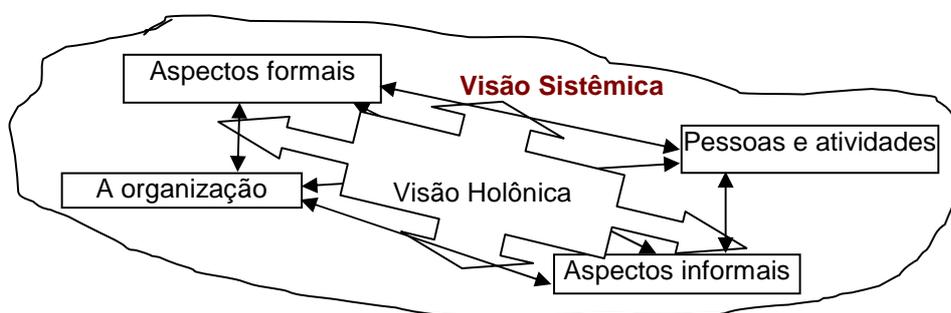


Figura 10 – A integração sistêmica e complexa entre as pessoas e a organização.

Fonte: Adaptação de LABES, Emerson, 2002 p. 99.

Mas nos últimos anos está se afirmando a idéia de estruturas de sistemas holônicos, onde a hierarquização é substituída por holarquia, na qual há necessidade de especializações, há alta coesão entre as equipes, as decisões são tomadas de forma pluralizada e todos de alguma forma participam. Existem chefias, é claro, mas agem de forma pluralista, com visão de toda a organização, fomenta especialidades e aproveita aptidões. O seu problema é que exige investimentos altos em especializações, a coordenação pode se pulverizar podendo ocorrer equívocos, pode haver maior número de conflitos e se isso aumentar pode haver problemas de coesão. Desta forma se torna necessário uma mudança de crenças e políticas, não somente na organização, mas nas pessoas. A gestão do conhecimento é questão estratégica essencial neste modelo.

Cada vez mais as atividades geradoras de valor econômico dependem dos *inputs* (entradas) de conhecimento. Isso quer dizer então, que os indivíduos afetados diretamente ou não envolvidos pela Gestão do Conhecimento, deverão adquirir e aprimorar constantemente suas habilidades relacionadas à busca, análise, validação, publicação, colaboração e disseminação de informação e conhecimento. Ser produtivo na Era da Informação e do Conhecimento requer menos foco no exercício da memória e mais (TERRA, 2005).

“Ser produtivo na Era da Informação e do Conhecimento requer menos foco no e-

xercício da memória e mais no exercício das habilidades de processamento, colaboração, inovação e decisão em torno da informação e do conhecimento.” (TERRA, 2005)

A mensuração do trabalho do trabalhador do conhecimento é diferente do trabalhador físico, os resultados são obtidos de maneira coletiva, complexa e integrada à ação de vários outros indivíduos. As métricas de produção são muito mais qualitativas do que quantitativas. O que vale é a qualidade não a quantidade, o valor gerado ou percebido pelas ações, decisões e inovações. Isso pode levar tempo, mas de um momento para outro aparece. Assim, não é coincidência que empresas que investem fortemente em inovação de produtos e serviços também se inclinam a ser mais receptivas para novas idéias e tendências. Elas sabem ou intuem que esses investimentos irão gerar mais produtividade e lucratividade, se tornando um diferencial. O conhecimento é diferente da informação. É construído socialmente, depende de múltiplas experiências capitadas pelos sentidos e se revela principalmente na ação e na decisão.

Evoluindo da competição, emerge a espiral de geração do conhecimento onde estão a socialização (compartilhamento de experiências), a externalização (conversão do conhecimento tácito em explícito), internalização (incorporação do conhecimento explícito no conhecimento tácito) e combinação (sistematização de conceitos) o que gerará a capacidade de cooperação (SANTOS, *et al.*, 2001), importante base dos sistemas holônicos. Confirmando a tendência, necessidades e comportamento dos sistemas holônicos de produção.

“Nem tudo que conta pode ser medido; e nem tudo que pode ser medido, conta.” (Einstein)



Figura 11 – Modelo de referência para a gestão do conhecimento.

Fonte: Santos *et al.*, 2001.

Na Fig. 11 se observar a sua tendência à visão sistêmica. Há o relacionamento contínuo e retroalimentativo.

Embora as teorias do conhecimento, teoria sistêmica e teoria da complexidade con-

temporânea ofereçam um potencial explicativo promissor, a predominância histórico-cultural do paradigma científico clássico e do método cartesiano exerce forte influência mesmo sobre autores que têm procurado romper com os mesmos.

## 2.10 COMO É UM MODELO

Um modelo deve incorporar as qualidades de capacidade de representar a dinâmica da configuração do sistema a ser avaliado, possibilidade de destacar os fatores de influência mais relevantes e desprezar os demais, capacidade de ser compreensivo no sentido de conseguir incluir todos os fatores relevantes. Ainda, de ter confiabilidade em termos de repetibilidade dos resultados, também simplicidade para permitir a agilidade em termos de implementação em tempo adequado ao problema e por fim a flexibilidade para poder aceitar modificações, com ampliação ou redução do número de fatores de influência (BRESCIANI, 2001).

A modelagem do trabalho atual considera a sistemografia, aproveitando as qualidades que se adequem como a forma de representação. A sistêmica utiliza-se de uma técnica de construção de modelos complexos chamada sistemografia. Sistemografar é construir um modelo de um fenômeno percebido como complexo. O modelo é uma representação do sistema por intermédio de uma exemplificação idealizada da realidade, com o propósito de explicar as relações essenciais envolvidas. A sistemografia constrói um fluxograma de um processo sistêmico com a denominação de sistemógrafo, e pode ser uma boa técnica.

Grande parte dos projetos de reorganização de sistemas falha afirma Bresciani (2001), pois deixam de transformar as necessidades dos clientes em parâmetros de um sistema. A sistemografia é uma boa técnica que pode ser utilizada por um processo lógico e de uma análise formal, compreender todas as interfaces de um problema, oferecendo um solução que atenda às necessidades dos clientes.

Para Bresciani (2001) com a utilização da sistemografia é possível identificar com maior facilidade atividades que podem ser eliminadas ou aglutinadas por meio das descrições e classificações das atividades. Ou seja, pode-se atribuir aos problemas uma ordem de prioridade, adotando-se critérios quantitativos e qualitativos para encontrar soluções para os problemas, decorrendo daí a eliminação ou aglutinação de atividades. Além disso, as soluções de problemas devem estar alinhadas com as estratégias organizacionais dos clientes. Deve ser empregada na reengenharia de processos, entre outras coisas, porque apresenta simplicidade na modelagem, o que pode ser constatado a partir do seu núcleo central, que utiliza a constru-

ção de um fluxograma para o mapeamento e a reorganização de processos.

A atividade deve ser classificada pelos tipos: tempo, espaço e forma. A definição do tipo da atividade deve ser feita a partir das alterações no comportamento do objeto que está sendo referenciado na atividade em relação aos referenciais de tempo (se o tempo gasto para executar a atividade foi relevante), espaço (se a atividade ocasionou o deslocamento relevante de algo) e forma (se a atividade alterou ou converteu algo relevante). Cada atividade pode ser classificada por um ou mais tipos. A atividade deve ser classificada em um dos nove níveis progressivos de complexidade.

**Tabela 4 - A classificação por nível de complexidade (KINTSCHNER, 2002)**

Níveis	Atividades	Descrição
1.	passiva	é inerte e não exerce qualquer processamento. Exemplo: alguma área da empresa que receba um documento e somente o repassa.
2.	ativa	processa, realiza e exterioriza um comportamento. Exemplo: atividades que tenham algum tipo de processamento.
3.	regulada	também processa, realiza e exterioriza um comportamento. Exemplo: a atividade de retirada de amostra de matéria - prima recebida para verificação da qualidade.
4.	informada	também processa, realiza e exterioriza um comportamento de forma regular. Exemplo: a atividade de dar baixa nos materiais do estoque, conforme a requisição do usuário e que tenha no estoque.
5.	com decisão	tem capacidade de tomar decisão com base em uma informação. Exemplo: o processo de rejeitar o recebimento de um material devido a problema na qualidade.
6.	com memória	além de tomar decisão, apóia-se em um processo de memorização. Exemplo: consulta a área de compras de materiais para verificar procedimentos a serem tomados em relação a um fornecedor.
7.	com coordenação	articula-se segundo três subsistemas agregados e fundamentais: decisional, informacional e operacional. Exemplo: atividades de tomada de decisões rotineiras tomadas pela direção de uma empresa.
8.	com inovação	tem a capacidade de inovação (imaginação, seleção, concepção, criação e invenção). Exemplo: atividades da área de marketing da empresa com capacidade de inovar, por meio de campanhas, os produtos da empresa.
9.	com auto-finalização	passa a ter no seu sistema de coordenação a capacidade de gerar os seus próprios objetivos e de ter consciência da sua existência e identidade. Exemplo: atividade de tomada de decisões autônomas de estabelecimento de políticas, realizada pela direção de uma empresa.

Os processos podem ser divididos em famílias causais, e esse conjunto da causas provoca um ou mais efeitos. O processo é composto por (BRESCIANI, 2001):

- a) Matéria prima – implica em fornecedores;
- b) Máquinas – implica em manutenção e pessoal qualificado;
- c) Medidas – implica nos controles dos instrumentos, das necessidades;
- d) Meio ambiente – implica em observação do clima, seja metereológico como da organização e do meio onde ele está inserido;
- e) Mão de obra – implica na observação do local físico e necessidades;
- f) Método – implica nas verificações dos métodos para execução.

Observando os níveis acima, eles lembram os níveis de complexidade oferecidos pelos estudos sistêmicos.

### 2.10.1 Definição e aspectos de modelo de empresa – ME

Modelos de empresa são representações de uma organização real que servem como uma referência comum para todos os seus membros sejam eles pessoas, sistemas ou recursos. Este modelo forma uma infra-estrutura de comunicação que pode ter diversas aplicações. A partir do modelo de empresa qualquer pessoa pode adquirir uma visão geral sobre as operações, possibilitando análises, previsão de impactos das atividades, identificação de pontos de melhorias, entre outros, servindo, assim, como uma representação da visão holística. Com o apoio dos modelos de empresa é possível uma avaliação mais apurada do papel dos recursos nos processos de negócio e a análise e projeto da integração destes recursos com os demais.

Segundo VERNADAT (1996, p. 24) um modelo de empresa é uma representação da abstração da realidade da empresa que procura representar as visões diferentes da empresa. Possui um conjunto complementar de modelos que devem descrever o que está acontecendo em uma organização com o objetivo de ajudar os usuários a alcançarem um objetivo.

As possíveis aplicações de um modelo de empresa para Vernadat (1996) são para obter uma maior compreensão da empresa para conseguir registros para o futuro, criar projetos de certas áreas da empresa (funções, informação, comunicação, etc.), é com os modelos que se é possível facilitar as análises e simulação do funcionamento da empresa, promovendo tomadas de decisão mais seguras inclusive em desenvolvimento e implantações de softwares de forma integrada.

São representados num modelo os elementos de funcionalidade e comportamento da empresa, de seus processos, operações básicas. Fluxos, ciclos de vida, os componentes físicos (estruturas), ferramentas, tempos e movimentos, dados e informações, bases de dados complexas know-how da empresa, Indivíduos, especialmente suas qualificações, habilidades, regras, etc. (VERNADAT, 1996).

Os benefícios básicos da modelagem de empresa são a construção de uma cultura, visão e linguagem compartilhadas, sua formalização, inclusive de seu *know-how* e memória dos conhecimentos e práticas da empresa, entre outros. Também tem suas barreiras como ter riscos de o modelo não corresponder a realidade ou não ter o detalhamento necessário, etc. (VERNADAT, 1996).

Os conceitos importantes para compreender Modelagem de Empresas (ME) segundo Ross (1977, *apud* VERNADAT, 1996) são os de Processo de Negócio, Análise de Sistemas (com seus diagramas, métodos específicos e formas de levantamento de dados são oriundos),

Visões (cada visão pode ter a descrição de um aspecto característica do sistema tornando a linguagem e a transmissão destes aspectos mais claros do que se fosse de uma única visão).

Ross (1977, *apud* VERNADAT, 1996) ainda apresenta os requisitos básicos que “são a clareza sobre o que se quer alcançar, o detalhamento da abrangência do domínio do problema que se pretende atacar, coerência entre as diferentes visões”.

Existem várias metodologias à ser utilizadas para conceber modelos de empresa, variando em níveis de sofisticação e abrangência. Assim, tendo como base o trabalho de DOUMEINGTS, VALLESPER & CHEN (1995), pode-se classificar os tipos de metodologias de modelagem em Modelos de referência e Arquiteturas (Frameworks como o ARIS), Formalismos de modelagem (um formalismo de modelagem é um conjunto de elementos selecionados capaz de representar uma parte da realidade podendo ser usado em diferentes *frameworks*), Abordagens Estruturadas (abrangem o desenvolvimento da arquitetura de desenvolvimento de Integração de Empresas com o detalhando para o seu desenvolvimento).

### 3 METODOLOGIAS DE MODELAGEM E MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Segundo T. J. Williams (1998) pode-se classificar assim os métodos de referência como Modelo de referência ( pode ser usado como uma base para derivar outros modelos), Arquitetura de referência (representam os blocos da arquitetura da referência da integração da empresa), Arquitetura de referência da integração da empresa (é se relaciona conceitos de forma organizada).

T. J. Williams (1998) ainda afirma que as arquiteturas mais conhecidas de referência são: CIMOSA, GRAI-GIM e PERA.

Diante das bibliografias dos modelos existentes, desenvolveu-se uma pesquisa do que possibilitariam uma visão maior das necessidades para o modelo proposto. Portanto, no final deste capítulo há uma síntese destes modelos.

O que se está buscando é observar as qualidades e as possíveis deficiências em alguns métodos de modelagem, para poder desenvolver um modelo conceitual que considere o mais possível as necessidades crescentes de empresas cada vez mais complexas. A Teoria da Complexidade, apresentada no Capítulo 2, é a base da pesquisa porque oferece métodos variados que respondem as muitas necessidades. Tais como, a possibilidade de desenvolver um estudo mais realista do ciclo de vida das empresas e de seus processos. Oferece ainda a consideração de uma concepção muito mais ampla de como acontecem as sincronidades e concorrências dos processos e relacionamentos, tanto intra-organizacional como extra-organizacional. Já que as organizações empresariais (portanto possuem uma estrutura física e cognitiva da qual a organização emerge) são verdadeiramente sistemas complexos, adaptáveis, refletindo os testes padrões os mais profundos da vida orgânica, se assim não for entram em estado de entropia.

Ainda, a concepção da auto-organização tem sua origem no reconhecimento da existência de uma rede de interligações em um sistema, como padrão de existência, que Maturana e Varela (2001) aprimoram com a visão da autopoiese. E essa noção é a própria complexidade.

A seguir serão apresentados vários modelos e formas de metodologias de mapeamento de processos e modelagem.

#### 3.1 METODOLOGIA DE MODELAGEM SSM - SOFT SYSTEMS METHODOLOGY

O Soft Systems Methodology (SSM) de Peter Checkland (1981) é uma técnica qualitativa de pesquisa operacional para ser usada aplicando *Systems Thinking* (Pensar Sistêmico) às situações *non-systemic*. É uma maneira de tratar as situações do problema em que há um componente social, político e humano elevado em atividade. Isto distingue SSM de outras metodologias que tratam apenas os problemas “*hard*” que são frequentemente orientados mais à tecnologia. Aplica-se o *Systems Thinking* para o mundo real onde há organizações humanas (ver Fig. 12). E isto é crucial. Próprio de sistemas de investigação e não de sistemas simples. SSM é conseqüentemente uma maneira útil de aproximar situações complexas e perguntas ambíguas correspondentes.

As abordagens sistêmicas *soft* se enquadram na visão construcionista das realidades sociais e sua reformulação. Lida com situações bastante complexas, particularmente permite implementar a parte da fase que precisa distanciamento que se precisa para entender os acontecimentos e poder planejar mudanças. Essa transformação das pessoas e da sociedade som acontece com facilitação da experiência individual e de grupo e suas gerências, por isso precisam modelar as necessidades de decisão, afirma Checkland (1981). Mas não possui profunda análise de atividades nos modelos de referência para a estruturação dos mecanismos de gestão, portanto não são eficazes de forma efetiva. A duração média da aplicação do SSM pode ser de mais ou menos seis meses.

A aplicação da SSM não pode ser pensada como única e definitiva isto porque as realidades sociais não são estáticas, então o que se faz hoje pode não servir depois de algum tempo. As realidades sociais estão sempre mudando, se adaptando ao meio onde estão. Para que tudo aconteça de forma planejada e consciente é preciso prever estas mudanças dos ciclos, mas como se estivesse de fora. No segundo ciclo referente ao envolvimento é necessário entrar em ação. Essa metodologia visa resolver ocorrência que envolve atores humanos que, por isso são classificadas problemáticas.

Ao se constata que por parte dos seus proponentes havia uma ineficácia de abordagens não-sistêmicas ou “*hard*”, onde os sistemas são considerados como objetos. Por isso surgiu a SSM. As abordagens “*hard*” geralmente usam uma perspectiva da situação sob o ponto de vista de alguma pessoa. Portanto as outras possibilidades ficam ignoradas. Na SSM acredita-se que “o que fazer” é mais importante do que “como fazer”, que é bastante comum as pessoas discutirem a partir de diferentes pressupostos, que explorar as conseqüências das percepções das pessoas é crucial, especialmente quando há desacordo a respeito de objetivos, (PATCHING, 1992). Os modelos da SSM (que podem ser elaborados a partir da observação da Fig. 12) podem assumir a forma dos subsistemas necessários de um sistema viável ou ainda os elementos considerados necessários em cada um dos níveis sugeridos por Le Moinge

(1990) para os objetos de estudo (objeto passivo, ativo, regulado, informado, capaz de tomar decisões, capaz de definir projetos, com memória, capaz de se coordenar, capaz de se organizar, capaz de definir a sua finalidade) numa cadeia evolutiva.

A subjetividade dos sistemas e a utilização de raciocínios não reducionistas são dois fatores básicos nas abordagens sistêmicas existem. A *Soft Systems Methodology* (SSM) é um exemplo por responder a esses dois fatores. Mas também assume e procura lidar com a subjetividade intrínseca aos sistemas, baseado também na abordagem do raciocínio holístico claramente distinto das abordagens analíticas (CHECKLAND, 1985). A engenharia de software é um domínio altamente orientado ao conhecimento, no qual os fatores de sucesso estão relacionados com a experiência das pessoas envolvidas nas fases de projeto, construção, teste e implantação (De SOUZA, 2003). O processo de desenvolvimento de software (PDS) está intimamente ligado à gestão do conhecimento (GC) nas organizações, uma vez que por meio deste pode-se mapear, organizar, tratar e disseminar adequadamente o conhecimento no ambiente empresarial. O processo de desenvolvimento de software exerce impacto sobre a gestão do conhecimento nas organizações (DAVENPORT, 1998). Sendo esses fatores muito importantes na SSM.

Segundo Patching (1992) os Sistemas de Atividades Humanas são deliberadamente projetados por seres humanos com algum propósito em mente, incluem seres humanos, são sistemas abertos com relações internas e externas, possuem um espaço de tempo finito e, para continuar a existir, empregam regulação interna que permite equilíbrio dinâmico.

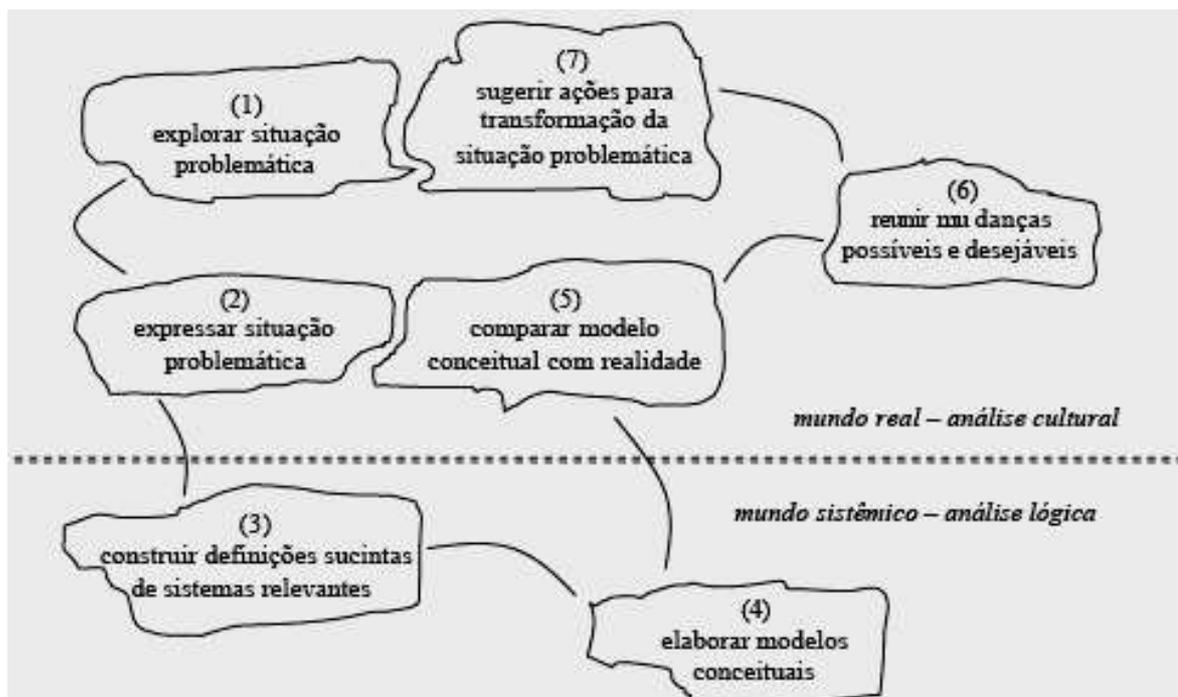


Figura 12 - Estágios da Soft Systems Methodology (SSM).

Fonte: CHECKLAND (1985).

Resumindo a explicação da Fig. 12: os passos para se desenvolver uma modelagem com o SSM são, como se vê na Figura acima, primeiramente analisar o que está acontecendo, os problemas que estão em curso, em seguida registrar estas situações problemáticas (isso faz parte da observação do mundo real), o próximo passo invade o mundo sistêmico, através de uma análise lógica arquitetar as definições teóricas mais importantes para poder preparar os modelos conceituais. A partir desses modelos conceituais, após fazer as comparações com a realidade, observando as mudanças que se deseja e que podem ser realizadas e se condizem com os problemas registrados no início. Isto também deve ser feito na elaboração dos modelos. Após analisar as mudanças que se deseja e são possíveis, já é possível colocar as ações que poderão resolver as situações problemáticas, dentro do mundo real (CHECKLAND, 1985).

### 3.1.2 Uso e etapas da Soft Systems Methodology

O uso da SSM é indicado em algumas situações complexas, organizacionais onde há um componente social, político e humano elevado da atividade (ROSE, 1997).

Nas ciências sociais, a SSM é uma metodologia de gestão (ROSE, 1997) essencial para qualquer planejamento (PATCHING, 1992), focando os seguintes aspectos: Exame das percepções do mundo real; Definição de ações para se atuar no mundo real; e Reflexões sobre os efeitos resultantes das ações tomadas. Para entender o que é pensar no mundo real, observar a Fig. 13.

As seguintes etapas ou estágios devem ser feitas no exame da metodologia que é expresso na Fig. 12 (freqüentemente diversas iterações são necessárias) (CHECKLAND, 1981):

1. Investigar o problema não estruturado.
2. Expressar a situação do problema com “*Rich Pictures*”. Rich Pictures é uma forma ou meio de capturar todas as informações e relacionamentos possíveis. Inclusive no detalhe mostra a atividade humana no sistema. E o elemento humano, que não é incluído nos modelos.
3. Definições das bases dos sistemas relevantes. Há seis elementos que fazem uma definição bem formulada da base. São resumidos no acrônimo CATWOE ou CATVPA:
  - **Cliente.** Todos que podem ganhar benefícios de um sistema são considera-

dos como um cliente do sistema.

- **Ator.** Os atores transformam entradas em saídas e executam as atividades definidas no sistema.
  - **Processo da transformação.** É a conversão das entradas às saídas.
  - **Weltanschauung.** É uma expressão alemã para a **visão de mundo**.
  - **Proprietário.** Cada sistema tem algum proprietário, que tem o poder de começar e fechar o sistema.
  - **Restrições ambientais.** Estes são os elementos externos que devem ser considerados. Inclusive as políticas organizacionais das matérias legais e éticas.
4. Modelos conceituais: conceito formal do sistema é outro pensar no sistema (ver Fig. 14).
  5. Comparação de 4 com 2.
  6. Mudanças praticáveis, desejáveis.
  7. Ação para melhorar a situação do problema.

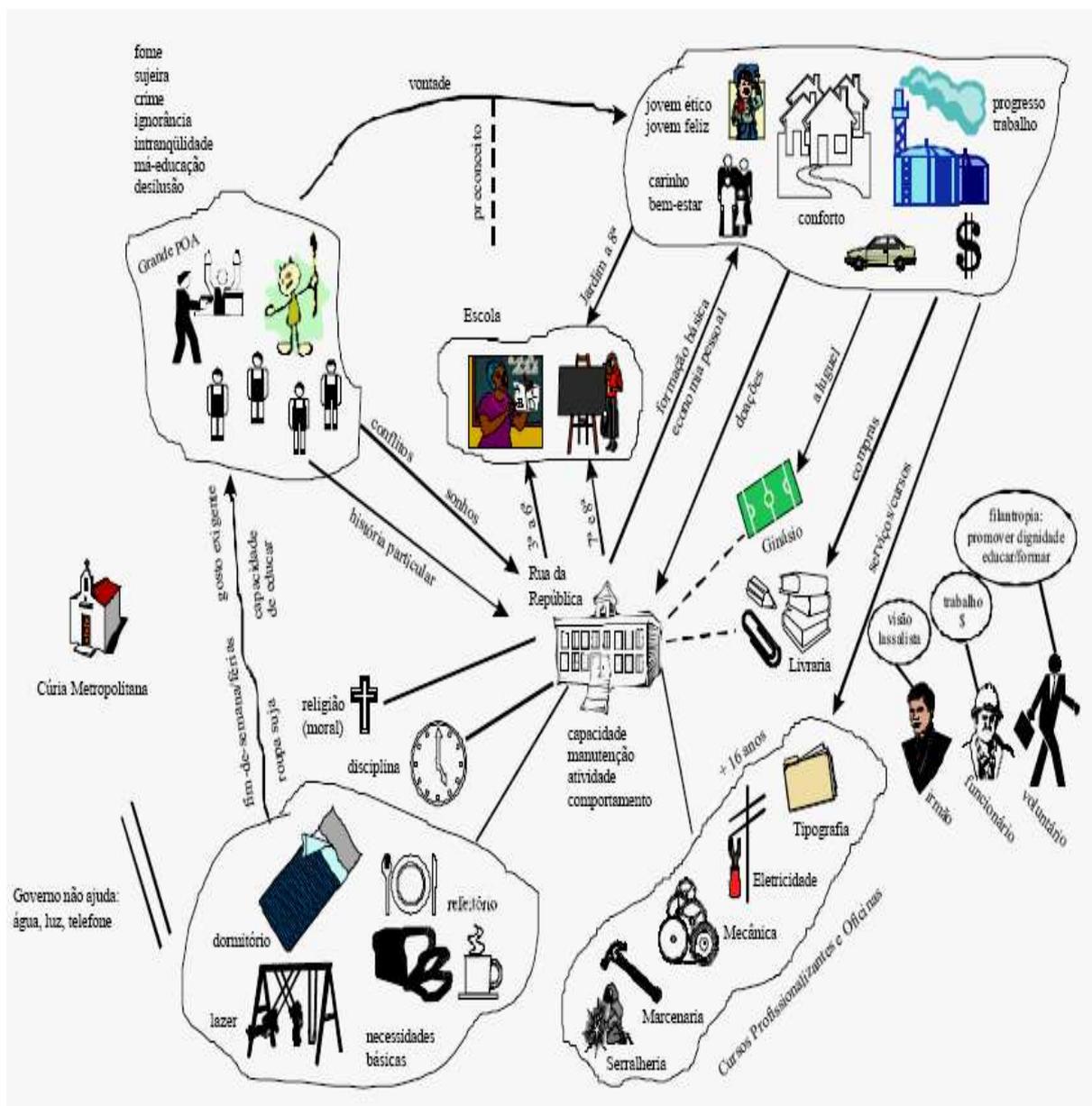


Figura 13 – Figura rica - exemplo do que é pensar no mundo real.

Fonte: BELLINI, *et al.*, 2004.

Na Fig. 13 é apresentado um exemplo de como é pensar no mundo real, é a Figura Rica que se cria a percepção dos autores para uma discussão posterior. Não há nem uma regra para criá-la. Onde é necessário cercar o máximo possível todas as possibilidades, todas as necessidades, todas as coisas que cercam o problema ou envolvem as situações. Mas a discussão da Figura rica e seu significado pouco enriqueceriam a discussão neste trabalho. Isso exige uma visão e uma modelagem que seja mais do que técnica. Exige um pensar sistêmico.

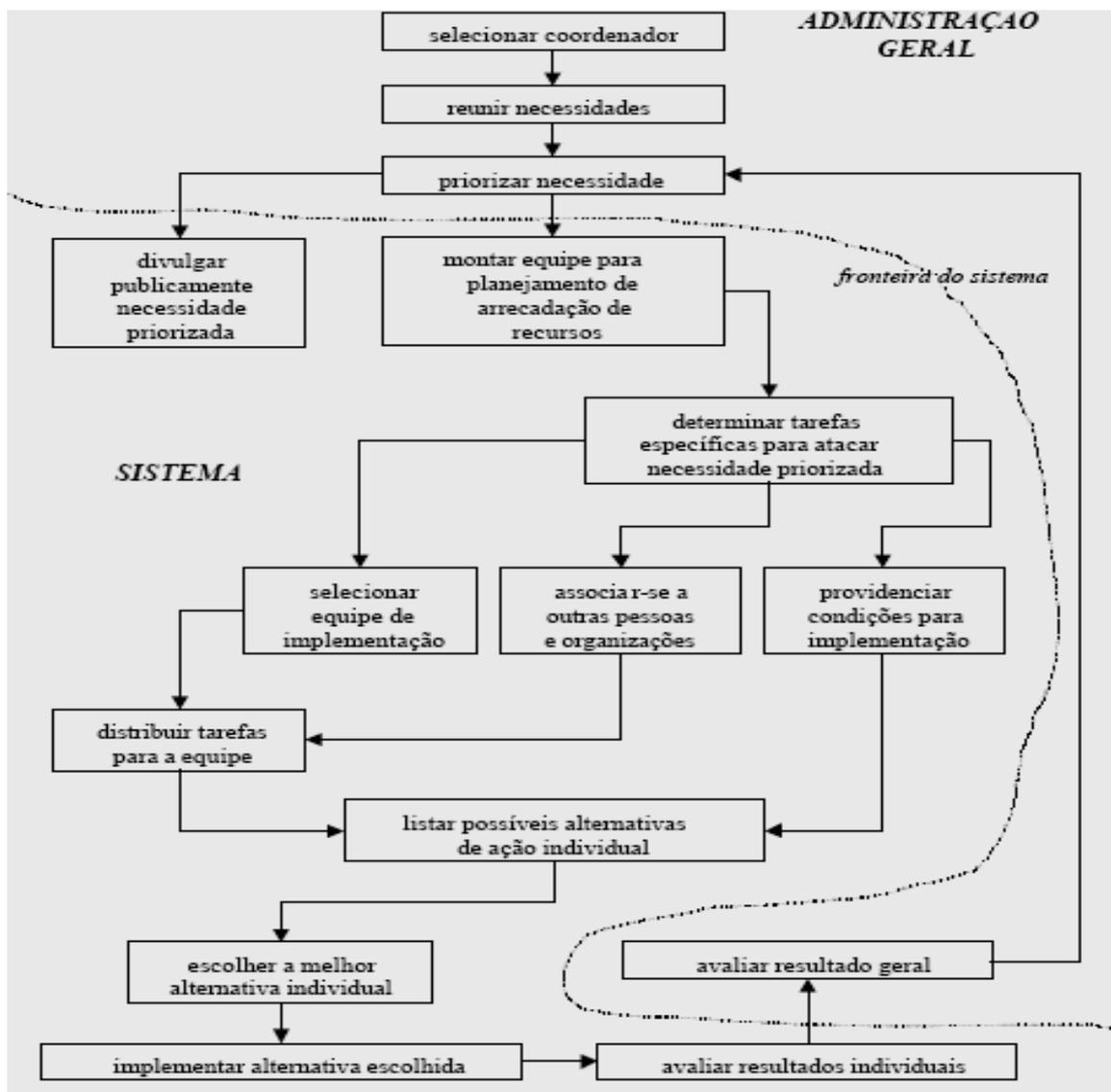


Figura 14 – Um exemplo de Modelo Conceitual do SSM.

Fonte: BELLINI, *et al.*, 2004.

O Modelo Conceitual da Fig. 14 é um exemplo do que se faz na etapa ou estágio 4 onde se fala em desenvolver os modelos conceituais. Ao observar as atividades necessárias no sistema administrativo, estas são atividades de gestão, portando o que se modela são as necessidades de decisão. E essas são atividades humanas.

Alguns benefícios do *Soft Systems Methodology* (SSM) são dar estrutura às situações organizacionais, políticas complexas do problema e poder permitir que sejam tratadas dentro de uma maneira organizada, observando as necessidades sociais. Força ainda o usuário a procurar uma solução que seja mais do que técnica. Uma visão que seja mais sistêmica, que seja real (BELLINI, *et al.*, 2004; CHECKLAND, e SCHOLLES, 1999).

Os riscos e limitações da metodologia SSM (CHECKLAND, 1981; CHECKLAND, e SCHOLLES, 1999) começa pela necessidade de que os participantes se adaptem totalmente a

abordagem, requer cuidado para não estreitar antes do tempo o espaço da investigação, também é difícil montar um retrato bem rico, sem impor uma estrutura e uma solução particular ou uma visão só visão (a do observador direto) na situação do problema, as pessoas têm dificuldades para interpretar o mundo de maneira tranqüila, isto porque as pessoas mostram frequentemente um desejo urgentíssimo para a ação.

### 3.2 METODOLOGIA DE MODELAGEM DE NEGÓCIO

Xexéo (2003) alega que não há uma forma única de se fazer a modelagem de negócio. O recomendável é que sempre se observe o organograma da empresa existente. Isto porque será assim que os responsáveis serão identificados. Podem-se escolher os modelos em qualquer ordem que mais se adequar a um processo ou projeto específico.

Geralmente os sistemas de informação são usados para automação de processos de negócios. Antes de fazer o levantamento de requisitos de um sistema, pode-se precisar levantar como funciona o processo onde ele pertence ou ao que vai substituir (XEXÉO, 2003).

As tabelas são usadas para catalogar informações erguidas separadamente. São importantes nas para se comparar modelos. A tabela dos Responsáveis por decisão (Processo x Organização) liga as pessoas da organização representadas no organograma, com as funções da empresa, que podem ter sido representadas anteriormente de muitas formas, como o diagrama funcional. O que se quer com a tabela é determinar o implicação dessas pessoas com as decisões relativas as funções da empresa. Esse envolvimento é definido em três níveis: principal responsável pela decisão, grande envolvimento com a decisão e, finalmente, algum envolvimento com a decisão, afirma XEXÉO (2003).

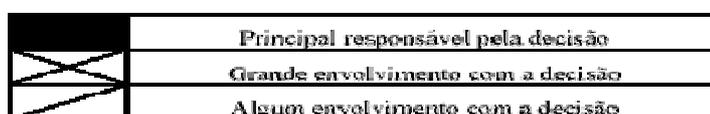


Figura 15 - Tipos de envolvimento com a decisão

Fonte: XEXÉO, 2003.

A tabela Entidades x Processos (CRUD) também é bem interessante relacionando as entidades (inicialmente do modelo conceitual de dados) e seus processos, e estes são indicados pelas letras CRUD que Cria, *Read* ou Lê, *Update* ou Altera ou “Delete” a entidade (XEXÉO, 2003).

		Processos							
		Vendas				Produção			
		Gerência do Território	Venda	Administração	Pedidos do Serviço	Aguardamento	Planejamento	Fornecimento	Operação
Organização	VP de Vendas								
	Gerente de parâmetros								
	Gerente de vendas								
	VP Engenharia								
	VP Produção								
	Diretor da Fábrica								

Figura 16 - Exemplo de uma tabela Processo x Organização

Fonte: XEXÉO, 2003.

### 3.3 METODOLOGIA DE MODELAGEM EPC

EPC é a sigla em inglês para *Event Driven Process Chain* (Cadeia de Processos Dirigida a Eventos). É um método usado para modelagem de processo e é parte simplificada do método ARIS com grande aceitação. É associado geralmente à implantação de sistemas de ERP SAP/R3 (XEXÉO, 2003). Nele um processo é modelado segundo fluxo de eventos e funções. As bases principais, descritas na Fig. 17 são (XEXÉO, 2003):

Tipo	Símbolo	Definição
Evento		Um Evento descreve uma ocorrência que causa um efeito (função)
Função		Uma função descreve uma transformação (uma mudança no estado do sistema)
Conectores		Um conector estabelece conexões lógicas entre eventos e funções
Fluxo		Um fluxo descreve uma relação lógica ou temporal entre funções e eventos
Caminho		Um caminho estabelece uma relação entre processos.

Figura 17 - Principais componentes de um EPC

Fonte: XEXÉO, Geraldo, 2003.

A Fig. 18 a seguir apresenta um diagrama EPC simples que demonstra parte de um processo de recebimento de pedidos.

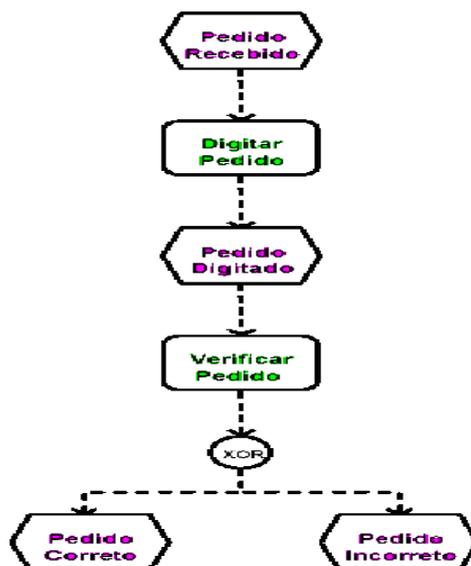


Figura 18 – Exemplo de um EPC de um processo de recebimento de pedidos.

Fonte: XEXÉO, Geraldo, 2003.

Na Fig. 18 Um evento de Pedido dispara o processo de digitação do pedido que dispara a necessidade ou evento seguinte, este produz o processo de verificação de conferência do pedido digitado, este processo dispara o conector XOR, que indica os eventos de pedido correto ou incorreto, que são excludentes.

### 3.4 METODOLOGIA DE MODELAGEM eEPC

eEPC é a sigla em inglês para *Extended Event Driven Process Chain* (Cadeia de Processos Dirigida por Eventos). Alguns dos principais elementos adicionais em um eEPC : Unidades Organizacionais (são departamentos envolvidos em um processo), Pessoas (pessoas ou papéis de um processo), Informação ou dados (utilizada ou gerada em um processo).

Tipo	Símbolo	Definição
Unidade Organizacional		Um Evento descreve uma ocorrência que causa um efeito (função)
Informação		Uma função descreve uma transformação (uma mudança no estado do sistema)
Pessoa ou Cargo		Um conector estabelece conexões lógicas entre eventos e funções
Fluxo de Informação		Um fluxo descreve uma relação lógica ou temporal entre funções e eventos
Relações Organizacionais		Um caminho estabelece uma relação entre processos.
Produto ou Serviço		Indica um produto ou serviço gerado em uma função

Figura 19 - Elementos dos diagramas eEPC.

Fonte: XEXÉO, 2003.

A seguir, está um exemplo de diagrama eEPC para demonstrar os usos de alguns dos elementos adicionais.

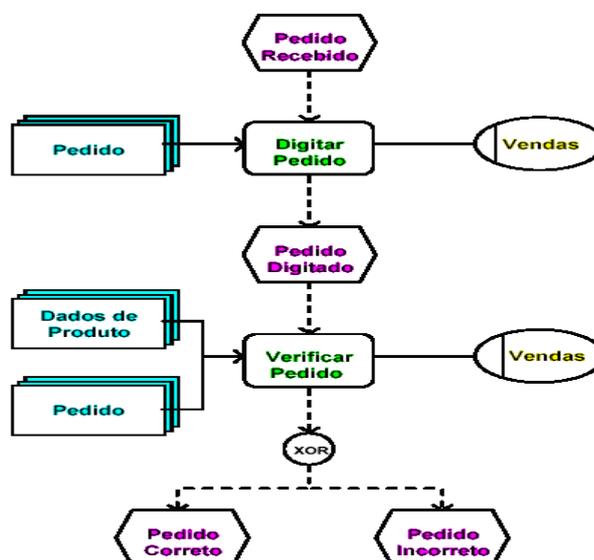


Figura 20 - Exemplo de eEPC

Fonte: Fonte: XEXÉO, 2003.

A seguir a descrição da Fig. 20: um cliente faz um pedido, isso faz acontecer um efeito, uma função de venda. Há um processo de digitação do pedido. Esse pedido digitado agora é uma informação. O evento do pedido já digitado, em forma de informação agora precisa ser verificado se está correto e se pode ser efetivado. Verifica-se nas informações registradas do pedido se há como satisfazê-lo, para acontecer a venda, isso dispara o conector XOR, que é excludente. Se o pedido estiver correto e houver a possibilidade de realizá-lo, haverá a venda, se não, termina aí o processo.

### 3.4.1 Descrevendo regras de negócio

Regras de negócio podem ser descritas de várias formas. Mas a forma textual é bastante útil. É bastante comum utilizar Diagramas de Entidades e Relacionamentos (HAY, *et al*, 1997). Porém as DERs, não representam todas as características das regras de negócio. Ross (ROSS, 1999) propôs uma notação mais complexa, com novos símbolos para utilizar. Essa notação, porém, foge do escopo desse texto.

Veja-se a descrição de duas regras para uma livraria (Fig. 21): um cliente deve pedir livros, e livros são entregues por distribuidoras.

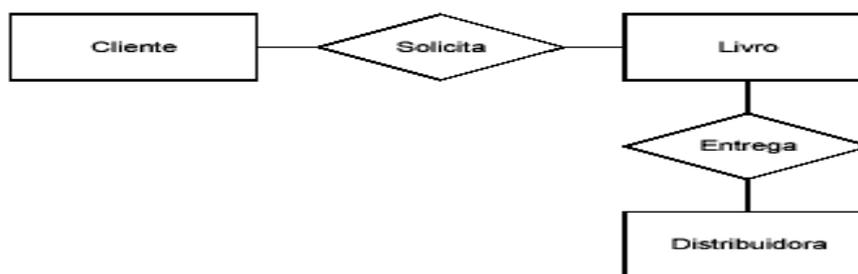


Figura 21 - Exemplo de duas regras de negócio descritas utilizando uma notação de DER simplificada.

Fonte: XEXÉO, 2003.

### 3.5 METODOLOGIA DE MODELAGEM PERA - ARQUITETURA DE REFERÊNCIA DE EMPRESA PURDUE

PERA é uma arquitetura de referência de empresa completa como definido pela IFAC/IFIP Força Tarefa em Integração de Empresas. Seu desenvolvimento teve início na Universidade de Purdue a partir de 1989. Ela tem sido muito atualizada desde a sua criação inicial, dispõe-se melhorar sua legibilidade e utilidade pra os profissionais que a utilizam.

Sua base é uma estrutura de camadas, com objetivo de fornecer um modelo do ciclo de vida completo da empresa não só voltada para ambientes de manufatura e também facilmente aplicada em qualquer tipo de empresa. Sem um sistema eficiente equipado por informações atualizadas da empresa e sistemas de comunicação, a empresa será logo ultrapassada por competidores mais ágeis (LI; WILLIAMS, J., 1994).

A seguir, apresenta-se o modelo de empresa definido por PERA, sua metodologia, sua arquitetura de empresa e também a integração de fatores organizacionais e humanos e os principais conceitos desta arquitetura.

#### 3.5.1 Modelo de empresa PERA Genérico

O modelo de empresa genérico PERA é feito de três componentes básicos (Fig. 22): Instalações de Produção, Pessoa/Organização, Sistemas de Informação e Controle.

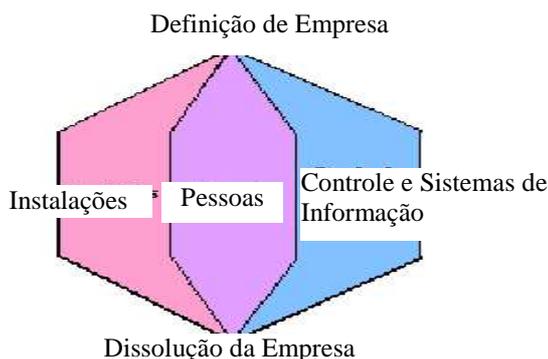


Figura 22 - Componentes básicos da Arquitetura PERA.

Fonte: LI; WILLIAMS, J., 1994.

Estes componentes são descritos como as três "colunas" que começam com Definição de Empresa e terminam com a Dissolução de Empresa, conforme pode ser visto na Fig. 23. Estes três componentes se relacionam por interfaces. A arquitetura Purdue apresenta um modelo de ciclo de vida que mostra nitidamente os papéis e as relações entre a planta física, as pessoas e os sistemas de informação. O PERA indica que o próximo nível para estruturar o modelo de empresa é através das "fases", quebrando o ciclo de vida de empresa por elas, as fases, conforme ilustrado na Fig. 23. São com diagramas diferentes durante cada fase da empresa, que se refletem os detalhes em desenvolvimento para poder se acompanhar como a empresa passa da Fase de Definição Inicial à Fase de Operações, e, posteriormente, à Dissolução (LI; WILLIAMS, J., 1994).

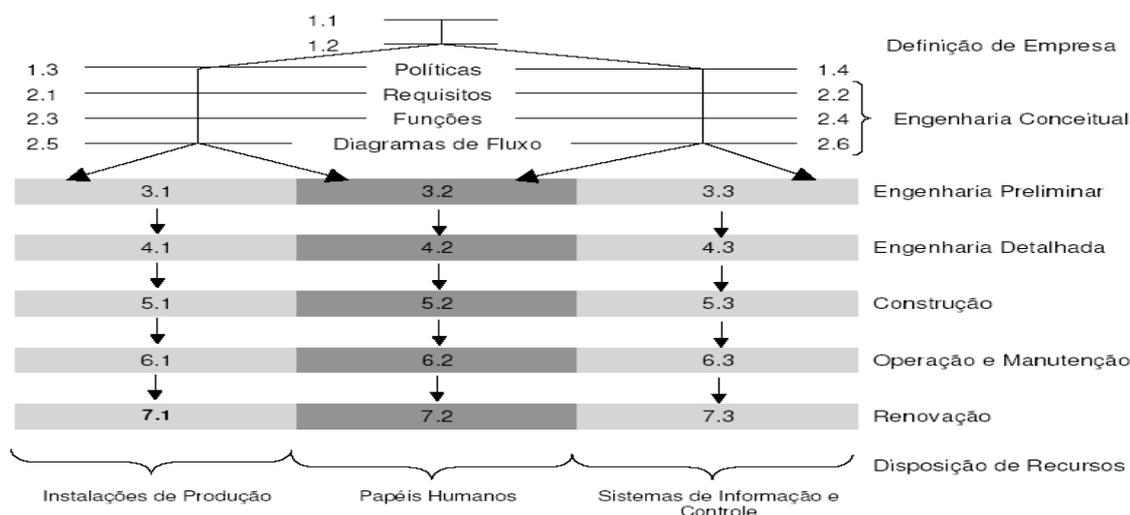


Figura 23 - Fases do Modelo PERA

Fonte: LI; WILLIAMS, J., 1994.

Conforme mostrado na Fig. 23 e 24, o processo de concepção de uma empresa pode ser dividida em oito fases (LI; WILLIAMS, J., 1994):

1. Na Definição de Empresa é que se faz a definição da empresa ou a parte a ser mode-

lada. Faz-se um Estudo de Viabilidade e Projeto Piloto.

2. Na Engenharia Conceitual, que são criados os diagramas em geral.

3. Na Engenharia Preliminar, por exemplo, pode-se citar o Diagrama de Arquitetura de Sistema.

4. Na Engenharia Detalhada é nesta fase que se define as necessidades em geral.

5. Na Construção, nesta fase se determinam as construções, instalação, treinamento, administração em geral.

6. Na Operação e Manutenção: delibera-se a da planta física e sistemas com o suporte técnico e atualizações. O treinamento do pessoal continuado é incluso.

7. Na Renovação podem ser alteradas, reinstaladas ou declaradas redundantes, todas as unidades da empresa.

8. Na Disposição de Recursos se definem todas as necessidades da empresa.

A Fig. 24 define o modelo de empresa completo, inclusive a sua documentação referente a cada área. Demonstra ainda os "*deliverables*" típicos ou documentos produzidos que definem a arquitetura de cada um dos componentes da empresa, durante cada fase.

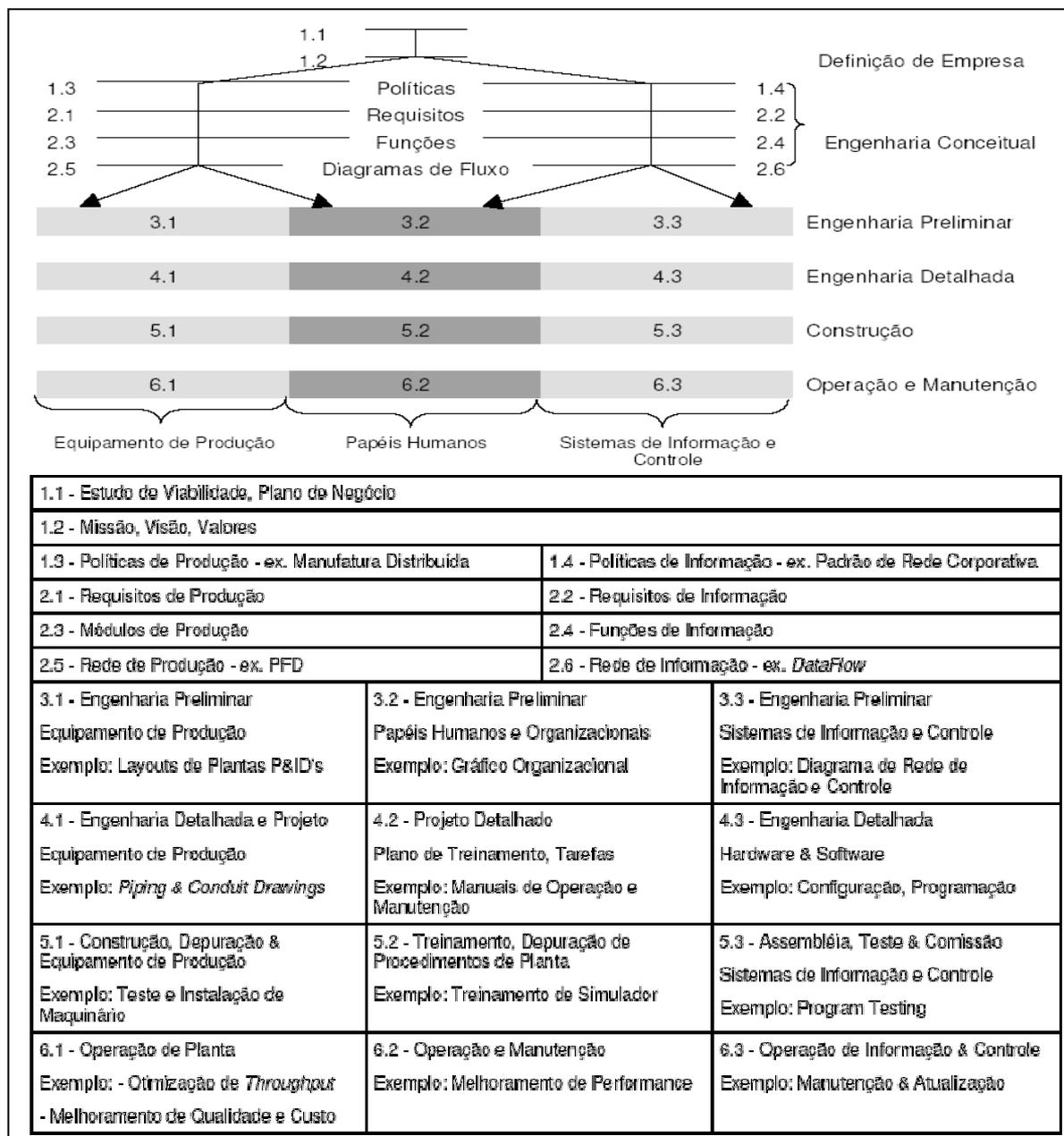


Figura 24 - Documentos produzidos em cada fase da Modelagem de uma Empresa.

Fonte: LI; WILLIAMS, J., 1994.

PERA é realmente interessante quanto a observação do ciclo de vida:

“Considerando que PERA representa o ciclo de vida inteiro da empresa, todos os documentos e ferramentas existentes na empresa podem ser ajustados dentro de sua estrutura. Conforme evolui o processo de modelagem, com níveis crescentes de detalhes definidos, é possível ver como cada um dos grupos está contribuindo e como os documentos produzidos são relacionados aos outros. Por exemplo, durante a Fase de Engenharia Preliminar, quando o processo industrial está sendo definido, os Sistemas de Informação e Controle e os Papéis Humanos também estão sendo desenvolvidos em paralelo” (LI; WILLIAMS, J., 1994).

Sem um modelo de Arquitetura de Empresa ou framework, gerentes, executivos e técnicos acabam tomando as decisões necessárias se baseado em sua percepção pessoal da empre-

sa, que geralmente o resto da organização não participa. Seus três tipos de Arquitetura de Empresa são: Arquitetura de Instalações de Produção, Arquitetura Organizacional e Humana, Arquitetura de Sistemas de Informação e de Controle. Sendo que cada uma está presente em todas as fases do ciclo de vida da empresa, conforme foi demonstrado na Fig. 24. Assim, cada linha, mostrada na Fig. 24, define a Arquitetura de Empresa completa para aquela fase.

“Muitas ferramentas estão disponíveis para modelar cada um dos três componentes de empresa individualmente. Entretanto, nenhuma ferramenta está disponível para modelar eficientemente todos três, permitem somente interfaces entre os mesmos, sendo este um desafio a ser alcançado.” (LI; WILLIAMS, J., 1994)

A Linha de Extensão de Automação mostra o grau real de automação executado ou planejado no sistema de Integração de Empresa e seus limites da tecnologia para alcançar automação sempre estarão fora dessa linha. E é influenciado por fatores econômicos, políticos, sociais e também tecnológicos. Portanto, é o que realmente define a divisão entre a Arquitetura Organizacional e Humana e a Arquitetura de Sistemas de Informação e a Arquitetura de Instalação de Produção. Mostra também a Linha de Extensão de Automação com respeito à automação realmente instalada. Assim, a Arquitetura Organizacional e Humana é maior (por exemplo, mais tarefas ou funções) e o Sistema de Informação e a Arquitetura de Instalação de Produção são menores que a capacidade tecnológica permitiria ou requereria. Mesmo assim a Arquitetura Organizacional e Humana desapareceria se toda uma planta fosse completamente automatizada, como num caso extremo (LI; WILLIAMS, J., 1994).

### 3.6 METODOLOGIA DE MODELAGEM CIMOSA - OPEN SYSTEMS ARCHITECTURE FOR CIM

A Arquitetura de Sistema Aberto para Manufatura Integrada de Computador (CIMOSA) visa o desenvolvimento de uma arquitetura de referência aberta para a definição, especificação e implementação de sistemas CIM. O CIMOSA, *European Open System Architecture for CIM*, foi desenvolvido de 1986 até 1994 pelo Consórcio AMICE (Arquitetura Européia para CIM) dentro do projeto ESPRIT, isto por um grupo de fornecedores de sistemas CIM, grandes usuários e acadêmicos (AMARAL; ROZENFELD, 2005). É um framework completo compreendendo tanto a modelagem propriamente dita como a metodologia de implantação composto de uma definição geral de detalhamento e implantação de CIM.

O framework de modelagem é um conjunto de níveis e abstrações distinto de uma arquitetura de referência de uma arquitetura particular. A primeira refere-se a uma descrição

genérica e corresponde aos dois primeiros níveis de instanciação. Uma arquitetura particular descreve uma empresa específica. A passagem pelos níveis é realizada por processos que esta arquitetura são definidas como derivação, esses modelos descrevem as necessidades dos usuários num momento e num crescente se especializam até apontar os detalhes da implementação do funcionamento de uma empresa específica. Onde os diferentes tipos de visões da organização são apresentados. São as visões da empresa no qual o modelo é baseado, definidas como: visão das funções, visão da informação, visão dos recursos e visão da organização. A estrutura de modelagem CIMOSA é conhecida como “CUBO CIMOSA”, e se divide em duas áreas, denominadas arquitetura de referência e arquitetura particular. A seguir, na Fig. 25 apresenta-se a estrutura do cubo CIMOSA.

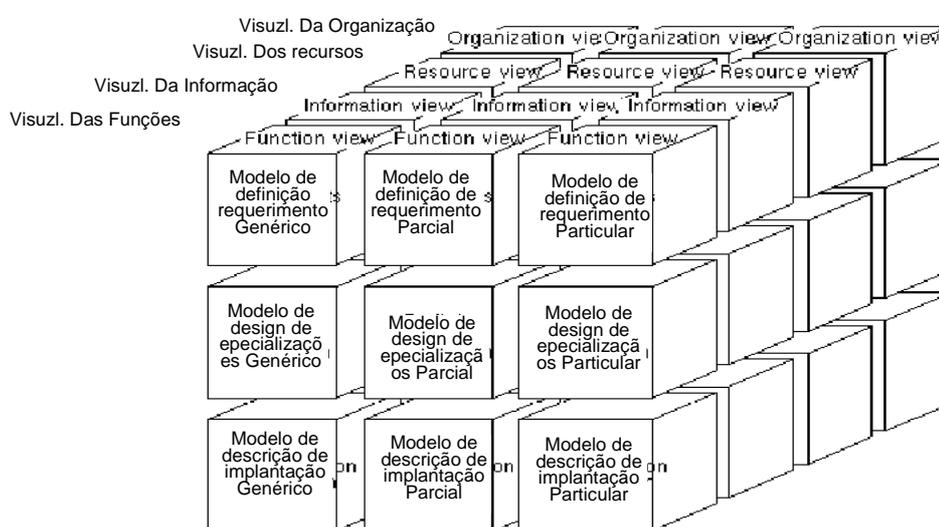


Figura 25 - Estrutura do Cubo CIMOSA.

Fonte: LI; WILLIAMS, 1994.

Conforme pode ser observado na Fig. 25, CIMOSA definiu quatro visões de modelagem diferentes: Função, Informação, Recurso e Organização.

No início se queria provocar a aplicação das tecnologias de informação na indústria de manufatura discreta. Sendo que na descrição oficial de CIMOSA, conforme LI e WILLIAMS, (1994), a proposta da metodologia de modelagem é: “Projeto de sistema usando um conjunto finito de blocos genéricos de construção para modelagem apoiada por computador e operação de empresa apoiada por computador”.

Para especificar a modelagem de procedimentos e guiar operadores é fornecida sua própria arquitetura de referência. Contudo, não apóia diretamente a tarefa de determinação de objetivos de negócio. Também a definição da infra-estrutura de integração genérica é subsidiada, o que é preciso para a implementação de Programas de Integração de Empresa. Entretanto,

to não cobre o ciclo de vida completo e todos os aspectos de implementação de um programa de integração como PERA (LI; WILLIAMS, 1994).

### 3.7 METODOLOGIA DE MODELAGEM GRAI-GIM (METODOLOGIA INTEGRADA)

Foi na França, por volta de 1992 a arquitetura foi concebida na Universidade de Bordeaux. Tem algumas diferenças expressivas em relação à arquitetura CIMOSA, mas basicamente é construída apoiada nela. O método denominado “GRAI Method” ou método GRAI, serviu de base à metodologia (é apenas uma parte da arquitetura e a outra parte apresenta três níveis de abstração para descrição dos modelos: Nível Conceitual; Nível Organizacional; Nível Físico). GIM basicamente é composto por dois tipos de modelos designados “GRAI Grid” e “GRAI Nets”. O GRAI Grid (Fig. 26) é a matriz bidimensional onde nas colunas são listadas as funções, os horizontes de decisão são descritos nas linhas e as células da matriz são denominadas de centros de decisão que utilizam os Sistemas de Informação.

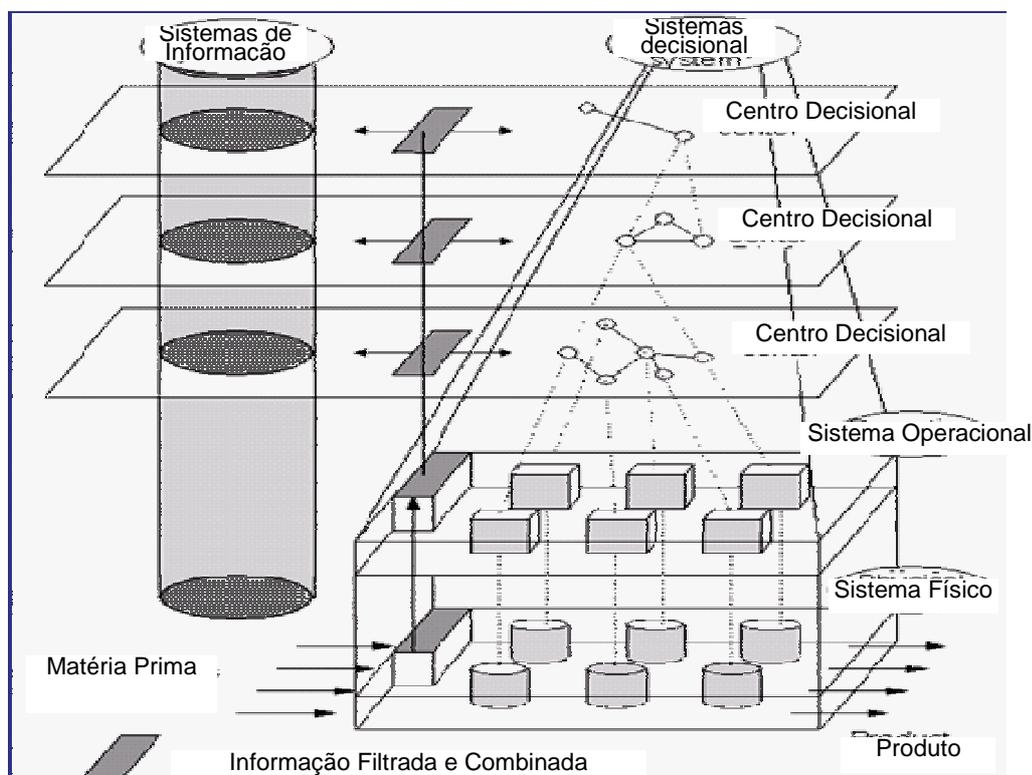


Figura 26 – GIM – Coceptual Model – Modelo Conceitual.

Fonte: CHEN, D., VALLESPIR, B. e DOUMEINGTS, G., 1997.

O GRAI Nets (Fig. 27) é o segundo grupo de modelos com o qual se faz análises sobre

os centros de decisão delineados na matriz.

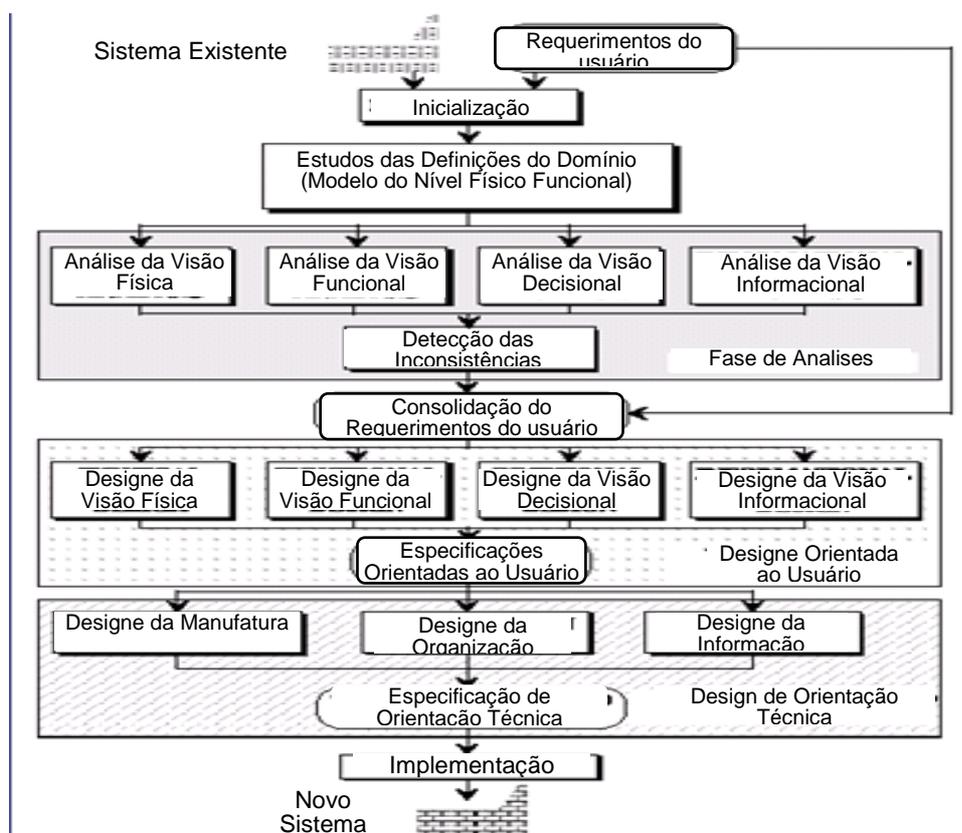


Figura 27 – GIM Structured Approach – Abordagem Estruturada GIM.

Fonte: CHEN; VALLESPER e DOUMEINGTS, 1997.

Há uma série de ferramentas de modelagem orientadas ao usuário. Entretanto, como o CIMOSA, a arquitetura de GRAI-GIM e metodologia não são completas quanto a um ciclo de vida completo e também em outros aspectos de um programa de integração. É realizada uma descrição genérica de um sistema de manufatura nos modelos de GRAI-GIM, onde se focam e esmiúça o controle deste sistema. É ainda, uma arquitetura que intermedeia o PERA e CIMOSA com referência ao formalismo e a integridade. Com seu framework de modelagem pode-se indicar requisitos para o novo sistema (WILLIAMS, 1994).

### 3.8 METODOLOGIA DE MODELAGEM ARIS (ARCHITECTURE FOR INTEGRATED SYSTEMS)

ARIS é a sigla para *ARchitecture of Integrated Information Systems* e foi desenvolvida pelo Prof. Scheer na Alemanha entre 1992 até 1994, sendo um framework de modelagem que

enfatizando os aspectos de engenharia de software e organizacionais da empresa (VERNADAT, 1996; ARIS, 1995). Está baseado nos conceitos de *Event Drive Process Chain* (EPC). No ARIS são definidos quatro visões e três níveis de modelagem. As visões do ARIS são: **Visão Funcional** (permite construir modelos que definem de maneira hierárquica todas as funções da empresa); **Visão dos Dados** (relatórios ou conjunto de informações); **Visão Organizacional** (visão relacionada com a estrutura, divisões e negócios); **Visão de Controle** (visão que permite relacionar as três visões anteriores) (grifos próprios).

“Em cada uma das visões há três níveis, que lembram os níveis do CIMOSA, que são: o da **Definição dos requisitos** onde são realizadas as definições mais gerais dos termos do sistema; o **nível de Projeto** onde se define uma das formas de encontrar os requisitos e **nível de Implementação** onde se define detalhadamente como determinado elemento ocorre dentro da organização.” (VERNADAT, 1996; ARIS, 1995)

Na visão da organização, no nível de projeto, há um método de especificação a topologia da rede. No nível de implementação é descrita a rede onde se modela cada dispositivo de cada ponto a partir de varias características. Há também um método de descrição dos materiais do chão de fábrica, tais como os equipamentos de movimentação e as máquinas. Quanto ao nível da visão da organização e especificação dos requisitos há um método que descreve as divisões do negócio da empresa, tais como unidades, mini-fábricas, setores, etc. Há outro nível que descreve a hierarquia organizacional com cargos, responsabilidades e nomes de pessoas.

Na Fig. 28 mostra a integração das varias visões na arquitetura ARIS.

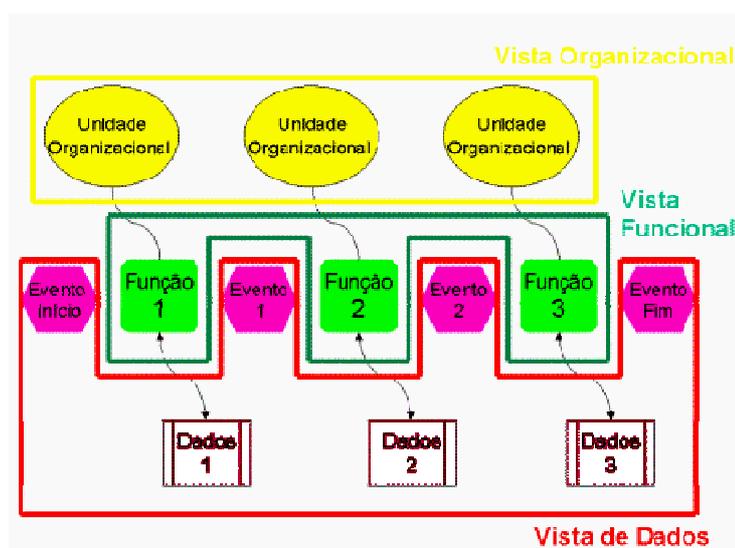


Figura 28 - Integração de modelos na arquitetura ARIS.

Fonte: VERNADAT, 1996.

Na visão de funções utilizando o método *Árvore de Funções* (*Function Tree*) se detalha a hierarquia de funções da empresa e o *Objective Diagram* ou Diagrama de Objetivos, que

modela os objetivos da empresa de forma geral. Possui diagramas que são específicos para aplicações como para o software de integração R/3 da SAP e o outro que descreve as tarefas ou funções da empresa. Já no nível de projeto desta visão pode-se especificar no *Application System Type Diagram* (Diagrama de Tipos de Sistemas Aplicativos), por exemplo, CAD, planilha, etc. No nível de implementação se detalha no *Application System Diagram* (Diagrama de Sistemas Aplicativos) as licenças das aplicações da empresa. Há também como personalizar as necessidades. Na visão de dados (onde está a base de dados) há vários diagramas e notações, mas o principal é o MER clássico (Modelo de Entidade e Relacionamento) e o MER estendido. No nível de projeto o *Relation Diagram* (Diagrama de Relacionamento) se desenvolve o modelo relacional.

No nível mais baixo, ou de implementação, se detalham as tabelas. O diagrama *Event Drive Process Chain ou Cadeia de Processos Dirigidos a Eventos* (EPC) é a espinha dorsal a com a qual se relacionam todos os elementos (VERNADAT, 1996).

“O eEPC é o EPC estendido com mais notações específicas e estão parcialmente incluídos no ARIS. O *Information Flow Diagram* (Diagrama do Fluxo de Informação) permite especificar o fluxo de dados. O *Access Diagram* (Diagrama de Acesso) mostra o fluxo de dados entre aplicações no nível de projeto mostrando como os diferentes tipos de aplicações se comunicam e pode ser utilizado no nível de implantação (ligando, respectivamente campos de tabelas com funções de programas e a alocação, ou sua localização física). O *Modelling System Interfaces* (Modelagem de Interfaces de Sistemas) que mostra o relacionamento entre as Aplicações de Software, os Módulos de Software (partes de programas) e as Funções de Software, ou seja, integra os níveis de projeto e implementação da visão da função.” (VERNADAT, 1996)

É com a ferramenta computacional *ARIS Toolset*, que tem interface gráfica *for windows* que se desenvolve e se gerencia todos os modelos de maneira integrada numa meta-base de dados. Assim uma entidade tem uma existência única mesmo que ocorra em vários modelos ao mesmo tempo. Isto facilita e aumenta a consistência o gerenciamento porque a edição da entidade em certo modelo se espelha em todos os demais (VERNADAT, 1996).

### 3.10 METODOLOGIA DE MODELAGEM IDEFX/SADT

O IDEF (*Integration DEFINition*) tem como base a Técnica de Análise e Projetos Estruturados (*Structured Analysis and Design Technique - SADT*), esta é uma abordagem gráfica usada para descrição de um sistema, introduzida por Douglas T. Ross na década de 70. Em 1981 a Força Aérea Americana padronizou e levou ao conhecimento do público um subconjunto do SADT, chamado de IDEF0. Como era simples e fácil de usar porque tem ferra-

mentas computacionais de auxílio para modelagem o SADT/IDEFX é uma das principais ferramentas de modelagem de empresa. O segundo modelo é denominado IDEF1x para modelagem de informações e é baseado no modelo entidade-relacionamento. O modelo completar é denominado IDEF2 modelando a dinâmica do sistema. O SADT e IDEF0 são baseados num diagrama conhecido como “ativograma” que é composto por “caixas” que representam as atividades. Estas ligadas por linhas e arranjadas em uma ordem de condução das atividades da esquerda para a direita. As linhas que chegam e saem na lateral das caixas representam *inputs* e *outputs* de informação. As no topo são controles e embaixo mecanismos. Com mais algumas poucas regras além se tem o formalismo necessário para descrever estes modelos (VERNADAT, 1996).

É uma ferramenta que tem enormes desvantagens, afirma VERNADAT (1996), porque sua semântica é imprecisa, tem clareza sobre o comportamento dinâmico do sistema, em relação aos fluxos, não os manipula. Em relação a modelagem de informações ela é limitada porque não integração entre os diferentes modelos. Como sua modelagem é longa pode acontecer desvios e seu custo pode se tornar alto. Ainda precisa de muitas revisões para garantir a consistência do modelo.

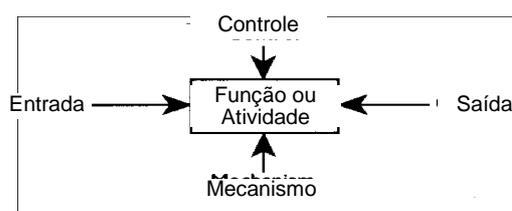
A sugestão de VERNADAT (1996) é de que esta arquitetura seria mais para modelos pequenos e restritos a um maior nível de abstração, com menor complexidade. Em contrapartida CANTAMESSA & PAOLUCCI (1998) propõem a alteração nesta arquitetura para superar estes obstáculos encontrando um novo caminho que complemente o formalismo IDEF0/SADT utilizando outros modelos. Seguramente pode-se dizer que o método de modelagem de processos de IDEF pode ser utilizado como uma visão complementar do processo e das dimensões das atividades do ciclo de vida do desenvolvimento do software que estão sendo empregadas. Foram criados inicialmente para o ambiente de manufatura, depois adaptados para um uso mais vasto e para o desenvolvimento do software no geral.

São 16 métodos, de IDEF0 a IDEF14 (incluindo IDEF1X), cada um projetado para capturar um tipo particular de informação ao se modelar processos (WISNOSKY, e BATTEAU, 1990). A tabela seguinte apresenta uma alista da corrente dos métodos de IDEF. O IDEF0 com IDEF4 são os métodos usados o mais geralmente.

MÉTODOS DE IDEF	
<b>IDEF0</b>	Modelar as funções
<b>IDEF1</b>	Modelar a informação
<b>IDEF1X</b>	Modelar os dados
<b>IDEF2</b>	Projeto do modelo de simulação
<b>IDEF3</b>	Captação da descrição dos Processos
<b>IDEF4</b>	Projeto Orientado a Objeto
<b>IDEF5</b>	Captação da Descrição Ontológica
<b>IDEF6</b>	Captação do Projeto Racional
<b>IDEF7</b>	Examinar o sistema de informação
<b>IDEF8</b>	Modelar a relação de usuário
<b>IDEF9</b>	Projeto dirigido ao cenário
<b>IDEF10</b>	Modelar a arquitetura de execução
<b>IDEF11</b>	Modelar o estado da arte da informação
<b>IDEF12</b>	Modelar a organização
<b>IDEF13</b>	Diagramas que traçam o projeto
<b>IDEF14</b>	Projeto de rede

Fonte: Mayer, R.J, 1992.

Neste trabalho serão descritos o IDEF0 e o IDEF3, porque o primeiro modela as funções de uma empresa que desencadeiam os processos, criando um modelo gráfico que mostre: o quem controla a função, quem o executa, que recursos são usados, o que ele produz, e que relacionamentos têm com outras funções, como também afirma MAYER (*et al*, 1991). A forma como modelam as funções e processos despertou atenção, por diagramar a transição de estados do objeto com a descrição do processo. Ainda, o “ativograma” do IDEF3 é complementar do Diagrama de Atividade do UML. Isso por que captura as entradas e saídas, as regras de negócio e condições de qualidade, que são elementos integradores. No UML as atividades são demonstradas apenas na sua seqüência. Desta forma, se complementam. O IDEF4, por exemplo, se refere a Orientação a Objeto, o que será feito utilizando o método da UML, assim também quanto aos outros métodos IDEF.



**Figura 29 – Meta modelo IDEF.**

Fonte: WISNOSKY, e BATTEAU, 1990.

O IDEF0 as funcionalidades do sistema, para as suas ações, identifica os elementos integradores, ou seja, as entradas, saídas, regras do negócio e condições de qualidade, mecanismos e funções. Seus diagramas são mais simples e fáceis de entender, mas difíceis de gerenciar por causa de suas expansões inclusive manter quando é mudada a lógica. Agora, se for direcionada para os objetivos as mudanças são facilitadas, mas isto causa maior dificuldade em entender e elaborar os diagramas por incluir muitos elementos.

O IDEF3 apreende as relações de precedência e de causalidade entre situações e eventos. Fornece um mecanismo coletando e documentando processos. As descrições IDEF3 podem gravar os dados e depois cruzar resultando das entrevistas *fact-finding* (encontrando fato), em seguida definir o impacto do recurso da informação nos cenários principais de uma empresa, depois documentar os procedimentos da decisão que afetam os estados e o ciclo de vida de dados críticos compartilhados, controlar a configuração dos dados e mudar a definição da política do controle, fazer o sistema projetar a análise do *trade-off* (fim de negócio), finalmente fornecer a geração do modelo de simulação.

O desenvolvimento de uma descrição do fluxo do processo IDEF3 incide em exprimir os fatos, coletados pelos peritos, usando cinco blocos ou caixas descritivos básicos vistos na Fig. 30 (MAYER; MENZEL e de WITTE, 1991), é apresentado um exemplo.

A história que o exemplo da Fig. 30 descreve segue:

“As peças entram na loja prontas para o revestimento que será aplicado. Aplica-se um revestimento muito pesado de uma pintura em alta temperatura. A pintura é seca em um forno depois do qual um teste de cobertura da pintura é executado na peça. Se o teste revelar que não há bastante pintura na superfície da peça, a peça é encaminhada através da linha de pintura outra vez. Se a peça passar na inspeção, será encaminhada ao estágio seguinte no processo.” (MAYER, Richard J, *et al*, 1992)

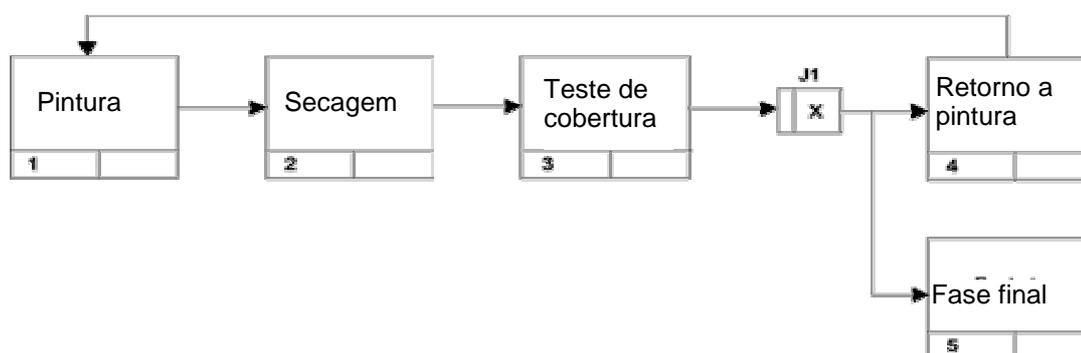


Figura 30 - Diagrama de descrição de Processos do IDEF3.

Fonte: Mayer; Menzel e deWitte (1991).

As atividades descritas no cenário aparecem como caixas etiquetadas na Fig. 31 e são claramente identificadas. Estas caixas podem descrever atividades, processos, eventos, etc. Os elementos representados por caixas são denominados unidades de comportamento (UOB). As

setas (ligações) amarram as caixas (atividades) juntas e definem os fluxos lógicos. As caixas menores apontam as junções que fornecem um mecanismo que introduz a lógica aos fluxos.

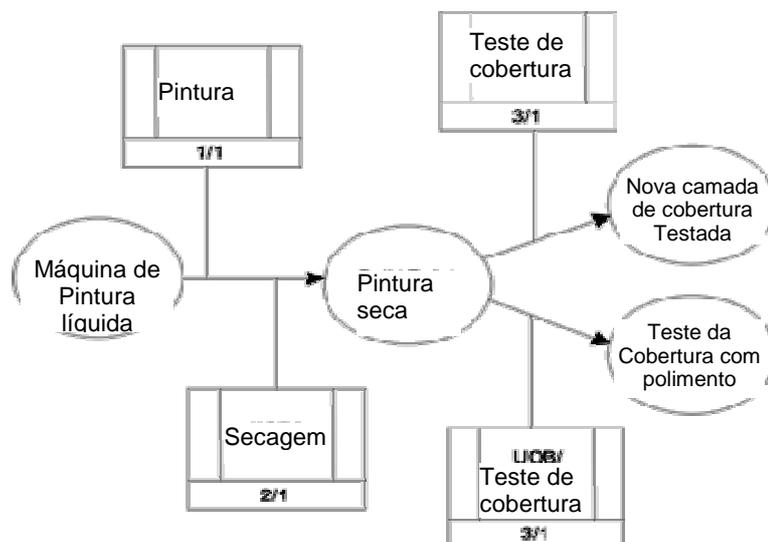


Figura 31 - Diagrama da rede da transição do estado do objeto (OSTM) - IDEF3.

Fonte: Mayer; Menzel e de Witte (1991).

Na Fig. 31, Mayer, *et al.* (1991), mostra como o estado de um objeto ou a peça sofrendo o processo de pintura. O estado inicial da peça é o estado de pintura líquida. Acontecem então 2 atividades a de *Pintar a peça e Secar a Peça*. Então ela passa a seu novo estado ou a peça com pintura sólida. Depois conforme o que resultar poderá gerar dois possíveis novos estados que é o da peça coberta por uma nova camada ou peça coberta com esmalte.

Os elementos-chave são os estados do objeto (representados por círculos) e os arcos de transição do estado (representados pelas linhas que conectam os círculos) de um diagrama de OSTN. O estado do objeto são fatos e restrições, que necessitam ser verdadeiros para que se continue naquele estado. Caracterizando-se por condições de entrada (é preciso ser encontradas antes que um objeto faça a transição) e de saída (definem as condições sobre as quais um objeto poderá mudar de estado). Uma transição do objeto acontece fora de um estado.

Na Fig. 32 são apresentadas as notações necessárias para se realizar a modelagem com IDEF3.

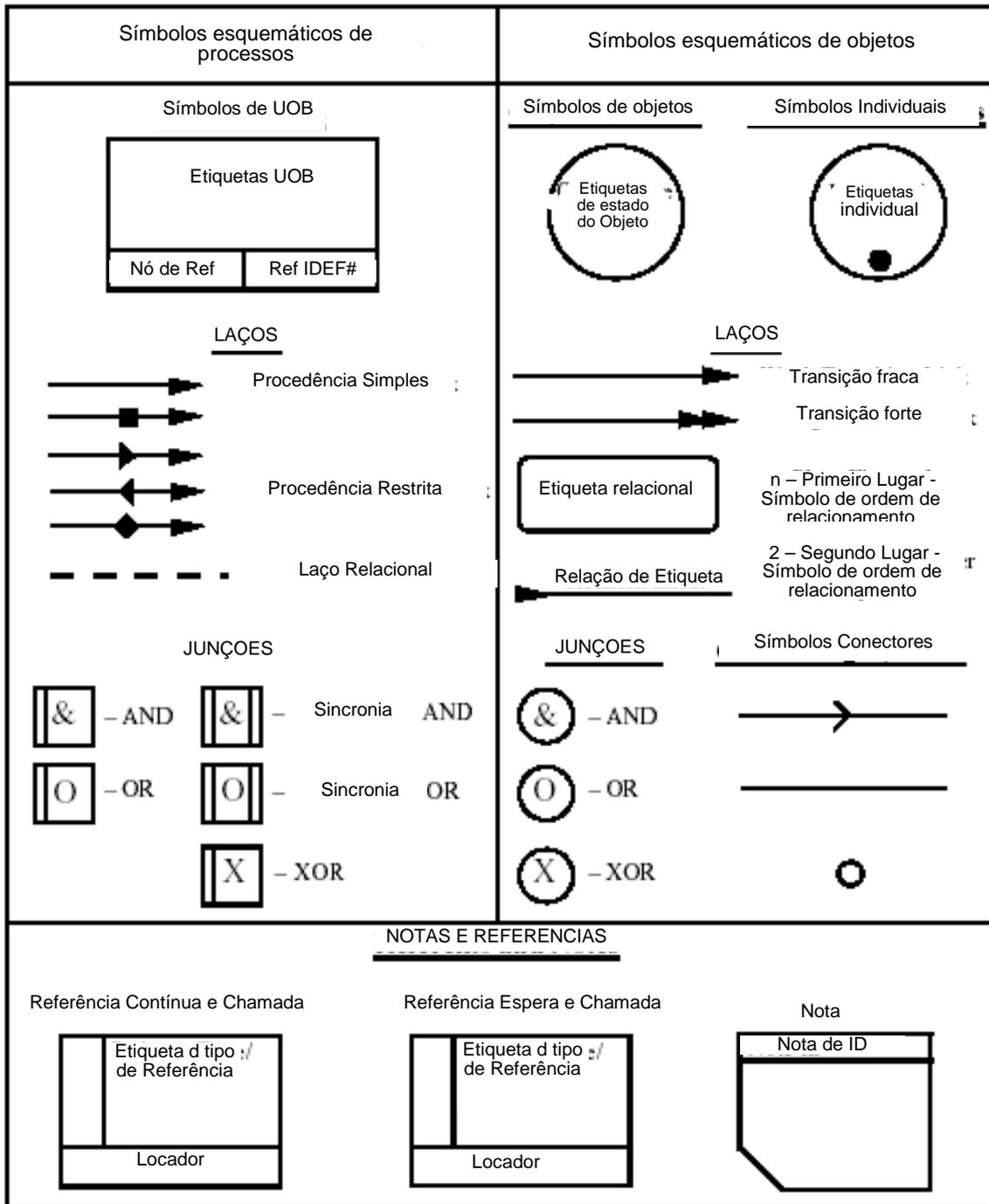


Figura 32 - Símbolos esquemáticos de processos e objetos.

Fonte: Mayer; Menzel, e deWitte (1991).

### 3.11 METODOLOGIA DE MODELAGEM RAPID APPLICATION DEVELOPMENT (RAD)

O modelo de processo de desenvolvimento de software iterativo e incremental *Rapid*

*Application Development* (RAD) ou Desenvolvimento Rápido de Aplicação, possui um ciclo de desenvolvimento muito curto que fica mais ou menos entre 60 e 90 dias. James Martin em 1991 criou o termo “desenvolvimento” que vem substituído gradativamente o termo de prototipação rápida que antigamente já foi muito utilizada.

Na década de 70 os modelos de processo de software tinham um longo tempo de desenvolvimento, como por exemplo, o modelo em cascata e assim como o RAD também muitas vezes os requisitos do sistema se alteravam antes do fim do processo. Foi sentido a necessidade maior rapidez no desenvolvimento de software com um tempo de desenvolvimento mais curto e a mudança dos requisitos durante o processo. Então nos anos 80 os trabalhos de Barry Boehm (modelo de processo em espiral) e Tom Gilb (modelo de processo evolucionário) foram base para uma metodologia chamada de *Rapid Iterative Production Prototyping* (RIPP) criada por Scott Shultz (KERR, 1994). Foi James Martin (1990) desdobrou o RIPP acrescentando valores de outros processos fazendo-o maior e mais formal e denominou-o de RAD, com a publicação de um livro foi formalizado em 1991. O RAD usa técnicas de quarta geração, também a reutilização de componentes se possível, ou cria componentes reusáveis. Utiliza ferramentas automatizadas que facilitam o desenvolvimento do software como o Delphi, Visual Basic, Asp.net, etc.

Segundo KERR (1994), o processo se divide em cinco fases (mas pode variar de acordo com os autores): Modelagem de Negócio, Modelagem dos dados, Modelagem do Processo, Geração da Aplicação, Teste e Modificação (ver Fig. 33)

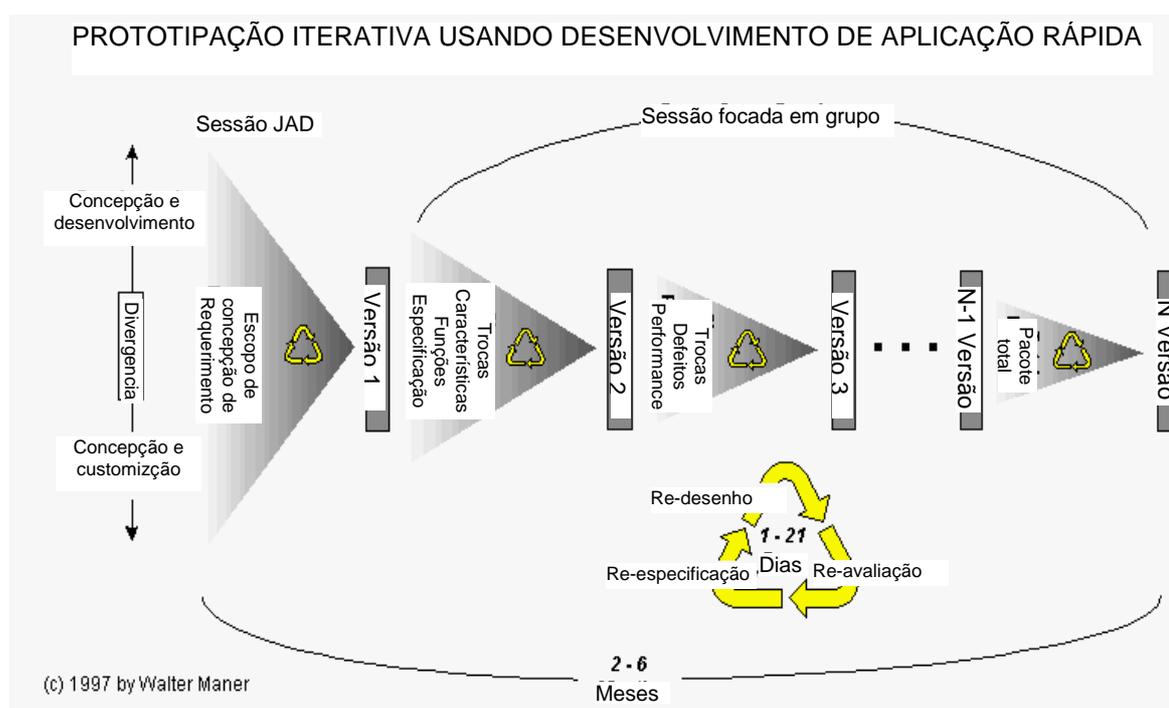


Figura 33 – Prototipação de interação do RAD.

Fonte: *apud* KERR, 1994.

Contudo, mesmo criando componentes novos, estes precisam ser testados e todas as interfaces também precisam ser muito praticadas.

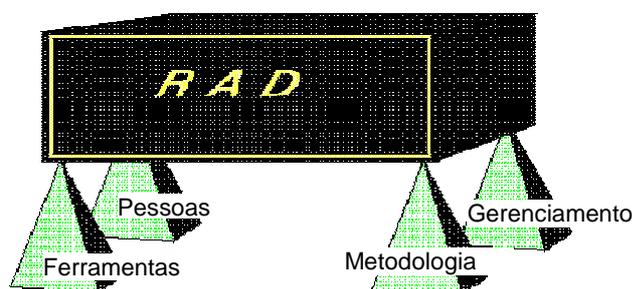


Figura 34 – Aspectos essenciais para modelar com RAD.

Fonte: KERR, 1994.

O RAD tem quatro aspectos essenciais: ferramentas, metodologia, pessoas e gerência. Nos ciclos de vida do desenvolvimento são necessários que se tenham estes ingredientes juntos tão eficazmente quanto possível. Caso haja algum problema em algum deles, o desenvolvimento não será de alta velocidade.

Segundo Stephen E. Cross Diretor do *Software Engineering Institute da Carnegie Mellow* (SEI) (*apud* KERR, 1985), uma maneira de abordar o RAD de forma mais eficiente é dividi-lo em seis passos e discipliná-lo (que é muitas vezes criticado por sua suposta informalidade usando o *Capability Maturity Model* (CMM para melhorar e formalizar ainda mais o processo): Projeto e análise baseado no cenário, Projeto e análise de Arquitetura, Especificação de Componentes com o máximo de reuso, Desenvolvimento rápido dos módulos remanescentes, Testes frequentes com o usuário final, Campo com ferramentas de suporte para permitir a evolução.

As vantagens citadas por KERR (1985) são de permitir o desenvolvimento rápido e/ou a prototipagem de aplicações e de desenvolvimento extremamente curto (entre 60 e 90 dias), equipes diferentes desenvolvem partes separadas e então integrada a formar um todo, permite criar e reutilizar componentes, uso de aplicações de sistemas de informações, o desenvolvimento é feito em um nível mais alto de abstração, protótipos conseguidos mais cedo, maior flexibilidade (podem reprojetar bastante), o usuário é incluído, por fim o custo é reduzido porque tempo é dinheiro e devido ao reuso além de uma aparência padronizada.

O RAD é apropriado quando a aplicação é do tipo "standalone", pode-se usar APIs (*Application Programming Interface* – Interface de Programação de Aplicativos), quando a performance não é o mais importante com distribuição do produto é pequena e detalhamento do projeto restrito, também o sistema pode ser dividido em vários módulos independentes, entre outros.

KERR (1985) cita também suas desvantagens como quando uma aplicação não pode ser modularizada de modo que cada função principal seja completada em menos de três meses, no caso de projetos grandes com grande recurso humano o que eleva o custo, exige o envolvimento ativo do usuário e finalmente não é aconselhável quando os riscos técnicos são altos e não é indicada quando se está testando novas tecnologias, a necessidade de habilidade maior dos desenvolvedores, e suporte maior da gerência e dos clientes. Outro problema é a perda de precisão científica (falta de métodos formais) podendo levar ao retorno das práticas caóticas no desenvolvimento, funções reduzidas (reuso, "timeboxing") ou desnecessárias (reuso de componentes), problemas legais, etc.

Para KERR (1985) o RAD deve ser evitando quando ocorrerem as seguintes situações como a aplicação precisando interagir com outros programas, existência de poucos plugins e componentes disponíveis, a performance é fundamental, não é possível usar ferramentas de alto nível, com distribuição do produto em grande escala, menos ainda quando é para construir sistemas operacionais, não é modularizável, e jogos de computador.

### 3.12 METODOLOGIA DE MODELAGEM ROLE ACTIVITY DIAGRAM (RAD).

Possue a mesma notação da Metodologia anterior, mas não a uma mesma. Para Costa (2006), há muitas formas para modelar, mas neste estudo será restrito as abordagens Orientadas a Papéis (*Role Activity Diagram - RAD*) e abordagens Orientadas a Atividades. Com as Modelagem das Atividades e de Papéis. Também outros tipos de modelagem.

Papéis por exemplo são a descrição do trabalho, partes das atividades do trabalho e subpartes das atividades. Conceitualmente se comparam a módulos. Representam uma pessoa ou agente. Mas tem a desvantagem da dificuldade em expressar uma lógica complexa.

As atividades são o fluxo de informação, as organizações envolvidas e os dados podem ser considerados e entendidos na descrição das atividades. Uma desvantagem é a maior ênfase à estrutura detalhada do processo e menor importância ao Processo de Negócio. Outra desvantagem é que escondem a complexidade do trabalho (COSTA, 2006).

Como as atividades essenciais estão definidas, não estão definidas as dependências lógicas entre as atividades. E para isso neste trabalho, se utilizou alguns aspectos das Rede de Petri, onde estas demonstram as dependências entre as atividades, ou processos. Isto porque usa redes de evento/condição facilita a descrição precisa e compacta dos aspectos dinâmicos do processo, suportam especialização e suportam simulação do processo. Antes das atividades

são alocados papéis precisando que seja decidido quais as atividades que serão de maneira manual e quais serão realizadas automaticamente.

O fato de utilizar a modelagem de papéis e atividades despertou a atenção para essa metodologia. Já que os papéis são desempenhados por pessoas ou um agente qualquer que realiza algo. Isso valoriza o fator c3gnito, principalmente o humano. Já quanto as atividades, elas s3o processos. Portanto a sua observa33o complementa as necessidades para modelagem de processos.

### 3.13 METODOLOGIA DE MODELAGEM GERAM - GENERIC ENTERPRISE REFERENCE ARCHITECTURE METODOLOGY

WILLIAMS (1998) afirma que o objetivo da GERAM 3: “organizar conhecimento existente sobre integra33o de sistemas empresariais”.

A an3lise para a estrutura modelar 3 baseada na considera33o do ciclo de vida e identifica tr3s dimens3es para definir o espa3o e o 3ndice de modelar da empresa: Dimens3o do Ciclo de vida, Dimens3o de *Genericity*, Dimens3o da Vis3o.

A Fig. 35 mostra a estrutura tridimensional citada acima da qual representa esta estrutura modelada. Representa os n3veis gerais. Os n3veis s3o organizados em uma estrutura. Particularmente, os n3veis simbolizam os frutos dos processos que foram modelados - que 3 o modelo ou a defini33o da entidade da empresa no estado do processo modelado que corresponde ao jogo particular de atividades do ciclo de vida.

Segundo Williams (1998) o conceito das vis3es no GERAM 3:

“As vis3es cont3m um subconjunto dos fatos atuais no modelo integrado concentrando-se nas perguntas relevantes que as partes interessadas respectivas podem de-sejar e considerar para usar na modelagem da empresa, como por exemplo, em rela33o a informa33o, aos produtos e servi3os, ao controle. As vis3es diferentes podem ser feitas destacando determinados aspectos do modelo e escondendo outro. Esse conceito da vis3o se aplica em modelos de todos os tipos de entidades atrav3s de seu ciclo de vida inteiro. Modelando as vis3es s3o gerados modelos integrados subjacente. Ao se manipular algo no modelo (alguma mudan3a dos 3ndices de uma vis3o particular) isso se refletir3 em todas as vis3es e aspectos importante do modelo.”

Em GERAM, as seguintes subdivis3es das vis3es do modelo foram definidas em:

1. Vis3es do modelo dos 3ndices da entidade: fun33o, informa33o, recurso, organiza33o (seres humanos e agentes t3cnicos dos componentes tecnol3gicos). A vis3o da informa33o coleta o conhecimento sobre objetos da empresa;
2. Vis3es da finalidade da entidade: servi3o e produto de cliente, ger3ncia e controle;

3. Visões da execução da entidade: tarefas executadas humanas, tarefas automatizadas (tecnologia da sustentação da missão, e tecnologia da gerência e do controle).

4. Visões físicas de Manifestação da entidade: software, ferramentas. A estrutura da organização da empresa é organizada pelas as unidades organizacionais identificadas em unidades maiores tais como departamentos, divisões, seções, etc.

Esse conceito das Visões é usado em muitas arquiteturas incluindo CIMOSA, GRAI (e outros). Isso permite a escolha de linguagens diferentes para cada visão de acordo com as necessidades da metodologia da engenharia da empresa (WILLIAMS, 1998).

Observando o conceito de visões separadas faz isso o principal fator que torna o GERAM um método cartesiano. Mas certamente os componentes de seu framework podem inspirar uma modelagem sistêmica, desde que se leve em conta que a empresa é um todo, que as diferentes visões se completam e interdependem-se.

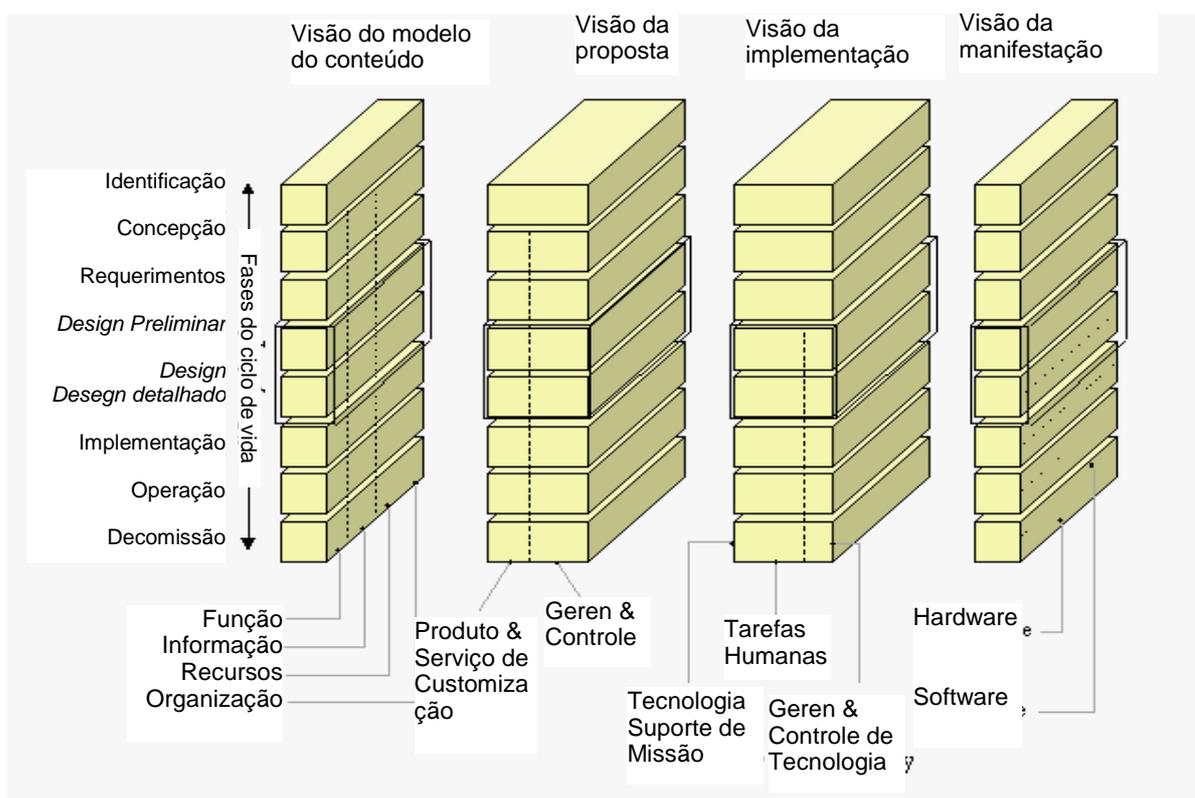


Figura 35 - Visão do conceito de modelagem.

Fonte: WILLIAMS, 1998.

Todos os tipos de modelos acima pertencem à visão da “função”. Os argumentos similares podem ser desenvolvidos para a informação, para a organização, e para a visão do recurso (WILLIAMS, 1998).

Na Fig. 36 estão os fluxos de modelagem do GERAM.

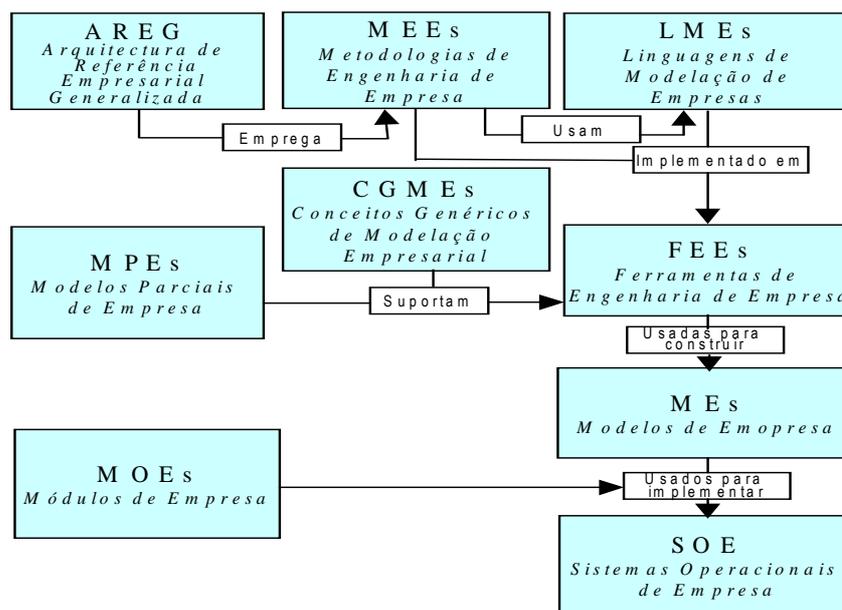


Figura 36 – Componentes do Framework GERAM – traduzido.

Fonte: WILLIAMS, 1998.

Explicando a Fig. 36 com uma visão sistêmica, o framework do Geram se desenvolveria assim: com uma arquitetura genérica que emprega uma metodologia de engenharia de análise organizacional, se usa uma linguagem de modelação para planejamento dos modelos parciais empresariais. Essa linguagem de modelação precisa suportar o conceito escolhido, que no caso deste estudo seria o sistemismo (podem-se escolher os conceitos cartesianos de visão de mundo). Então é necessário construir o modelo, e para isso se lança mão de ferramentas de engenharia de empresa. Nesses modelos, criados em módulos (a modularidade é aceita no sistemismo, porque implica em dependências, o que se pode ver em Vernadat, 1996), se produz os sistemas em módulos, depois precisam ser interfaceados. Por fim esses sistemas operacionais modulares são implementados.

### 3.14 COMPARAÇÃO DE PERA X CIMOSA X GRAI-GIM – O GERAM

A Força Tarefa em Arquiteturas para Empresas e Atividades de Manufatura Integradas (IFAC/IFIP) realizou um grande estudo entre as arquiteturas de referência de empresa do tipo dois ou GERAM. Com o intuito de estudar o trabalho existente para fazer parte da criação de um modelo multidimensional aberto de referência. Esse modelo seria a base para grandes planejamentos para se alcançar a padronização utilizando a identificação de interfaces juntamen-

te com componentes de automatização de sistemas. Também foi de consenso que todas as partes envolvidas abrangem e confirmam a importância de um modelo de ciclo vida completo como a base para um Modelo de Referência de Empresa E foi com métodos projetados para se avaliar as três arquiteturas (CIMOSA, GRAI-GIM e PERA) possuem bom desempenho para o que se precisa para as atividades de manufatura integradas (LI; WILLIAMS, 1994).

Com isso Li e Williams (1994) dizem que segundo a definição de GRAI- GIM e Purdue ou Arquiteturas de Implementação, uma empresa deveria ter apenas três domínios como Informação, Organizacional e Industrial.

Eles ainda queriam alcançar todas as complexidades em seus diferentes graus. Então a foi de uma possível estrutura hierárquica para o formalismo de PERA e sua metodologia com quatro níveis: arquitetônico, interface, ferramentas e semântica. A unificação da semântica fez com que todas as partes envolvidas tivessem um entendimento comum para os problemas estudados. E também, o desenvolvimento da ferramenta e seu formalismo têm que satisfazer as exigências da própria arquitetura de programa.

Como conclusão, há uma complementaridade entre as arquiteturas Purdue e CIMOSA. Basicamente Purdue provê o método e CIMOSA tenta prover as ferramentas (LI; WILLIAMS, 1994).

A modelagem de informação para controle da empresa é enfatizada na arquitetura CIMOSA. Procura-se colocar no modelo de empresa todas as informações necessárias para integração e controle dos processos que necessitam ser controlados. As fases de Identificação, Projeto Detalhado, Manifestação e Operações não têm componentes Genéricos ou Parciais. Mas existem territórios, no início do desenvolvimento de empresa que são comuns às indústrias. Há regiões genéricas nas fases iniciais, são as envolvidas em atividades de administração e desenvolvimento de informação.

A realização deste estudo concretizou a idéia que PERA hoje é a mais simples e mais completa representação possível para uma arquitetura. Mas há um fator importante nas arquiteturas CIMOSA e GRAI/GIM, que é uma maior interdependência e interações entre seus componentes principais ou fases.

### 3.15 METODOLOGIA DE MODELAGEM REDES DE PETRI

MACIEL, *et al* (1996) e TANEMBAUM (2003), explanam que as Redes de Petri foram criadas inicialmente por Carl Adam Petri em 1962. Estas podem ser vistas como uma fer-

ramenta para a modelagem e uma técnica de especificação formal de sistemas concorrentes e sincronização em sistemas distribuídos, contendo atividades paralelas, concorrentes, assíncronas e não-determinísticas. Esta ferramenta tem uma abordagem visual auxiliando na modelagem do comportamento de sistemas. As propriedades teóricas de redes de Petri estão sendo muito estudadas e se mostrando abrangentes e aplicáveis em várias áreas como ciência da computação, engenharias eletrônica e química, administração de empresas, amplamente explorada na ciência da computação e na engenharia eletrônica, e no projeto de software/hardware, diagnóstico de falhas entre outros.

A especificação de Redes de Petri incide em três tipos de componentes: lugares (círculos), transições (retângulos) e arcos (setas), apresentados na Fig. 37. Os lugares são os estados possíveis de um sistema; as Transições são eventos ou ações que podem causar mudanças de estado e os arcos conectam lugares com transições (e vice-versa).

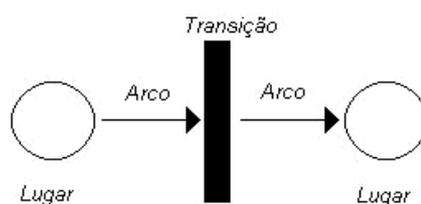


Figura 37 - Rede de Petri – Conceitos.

Fonte: MACIEL, *et al*, 1996.

As mudanças de estado são apresentadas quando os tokens (pontos negros) se movimentam, isso quando é desfechada uma transição que só é habilitada quando existem tokens suficientes nos lugares de entrada. O disparo de uma transição representa a ocorrência de um evento ou de uma ação tomada. O evento é sensível a condições de entrada, demonstrado pela disponibilidade de tokens disponíveis.

Uma rede de Petri incide em posições, transições e arcos direcionados. Os Arcos interligam posições e transições, não podendo conectar posições e posições ou transições e transições. As posições de entrada de uma transição são aquelas as quais um arco se destina. As posições de saída são aquelas das quais um arco se origina. As Posições podem conter qualquer número de tokens. As Transições podem ser desfechadas, isto é, executadas: quando uma transição é disparada, ela consome um token de cada uma das suas posições de entrada, e produz um token em cada uma das suas posições de saída. Após o disparo os tokens são transferidos dos lugares de entrada para os lugares de saída. Uma transição é habilitada quando ela pode ser disparada, isto é, quando existem tokens em cada posição de entrada. A execução de uma rede de Petri é não-determinística. Isso significa que múltiplas transições podem ser habilitadas ao mesmo tempo (cada uma pode ser disparada) e que não é obrigatória a execução

de nenhuma transição em determinado momento.

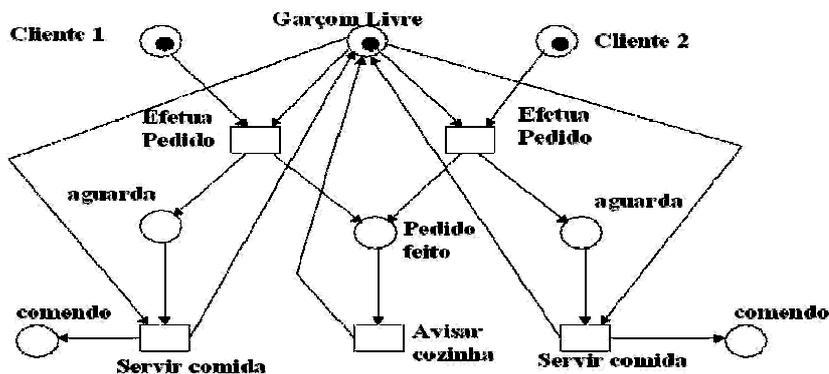


Figura 38 – Ex.: Um garçom atende clientes em um restaurante.

Fonte: MACIEL, *et al.*, 1996.

Observando o mundo real, se percebe que os eventos acontecem simultaneamente. Para formar um estado global, um sistema pode ter diversos estados locais. Existe a necessidade de modelar a concorrência e sincronização (CARDOSO, *et al.*, 1997).

Por esses fatores principalmente, é que se torna interessante a utilização das Redes de Petri numa modelagem sistêmica complexa. Os estados podem ser considerados como hólons. Por tanto, vários estados formam um estado global, assim como vários subsistemas formam um sistema.

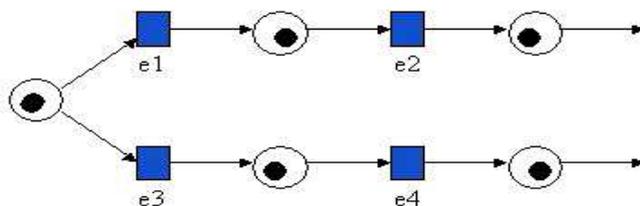


Figura 39 – Exemplo de redes com Eventos não determinísticos. Escolha entre e1, e2 ou e3, e4.

Fonte: CARDOSO, Janette *et al.*, 1997.

Um sistema produtor-consumidor (Fig. 40), consistindo de um produtor, dois consumidores e um buffer de armazenamento, sendo um problema computacional comum com as seguintes condições: a capacidade máxima do buffer de armazenamento é de cinco itens; em cada produção o produtor manda três itens; o *buffer* pode ser acessado por um consumidor de cada vez; quando acessa o *buffer* cada consumidor remove dois itens.

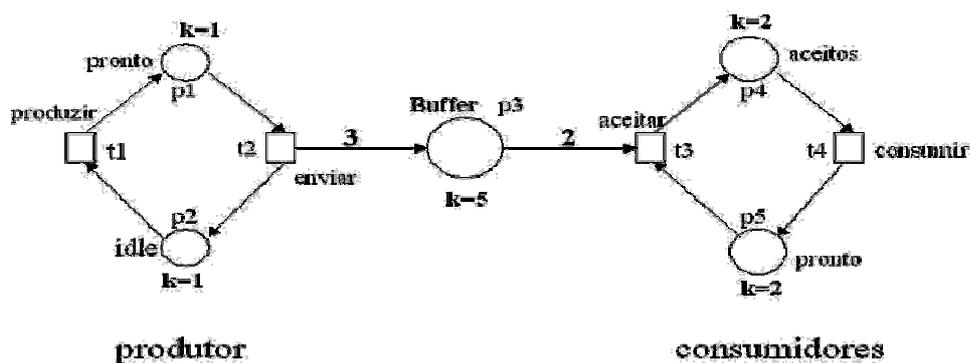


Figura 40 – Exemplo usando Produtor-Consumidor.

Fonte: MACIEL, *et al*, 1996.

Observando a rede do exemplo na Fig. 40, se nota que cada lugar tem uma capacidade e cada arco tem um peso, desta forma é que múltiplos tokens estejam em um lugar demonstrando que as redes de Petri podem responder a modelagem de comportamentos complexos (MACIEL, *et al*, 1996).

### 3.15.1 Definição formal

Uma rede de Petri ( $S, T, F, M_0, W, K$ ) é dada por LINDEMANN (1998):

- $S$ , um conjunto de posições.
- $T$ , um conjunto de transições.
- $F$ , um conjunto de arcos ou de *relações de fluxo*. É sujeito a restrição de que nenhum arco conecta duas posições ou transições, ou mais formalmente:  $F \subseteq (S \times T) \cup (T \times S)$ .

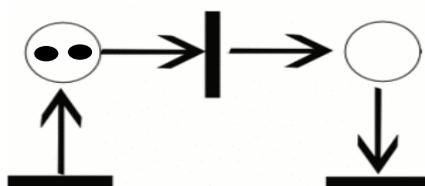


Figura 41 - Rede de Petri de exemplo.

Fonte: LINDEMANN, 1998.

Segundo Lindermann (1998), quando em um grafo existem estados demais para problemas práticos é usada a lógica linear temporal com o método de Tableau, para provar que tais estados não podem ser alcançados. Essa lógica usa a técnica de semi-decisão para encontrar se realmente um estado pode ser alcançado.

Há redes de Petri nas quais as posições são restringidas em um número máximo de tokens e as suas situações alcançáveis. Essa limitação é uma propriedade inerente (1-limitada ela é segura) e se limitada não estruturadamente é k-limitada, se não existe estado alcançável no qual alguma posição contém mais que k tokens. Apesar de a segurança precisar de uma rede limitada, quando se deseja grande complexidade, as redes de Petri podem ser definidas sem limitações como uma propriedade estrutural (MURATA, 1989; GIRAULT e VALK, 2002).

“Limitações de certas posições em uma rede inerentemente limitada podem ser feitas em uma rede inerentemente não-limitada ao utilizar uma modificação de posição, no qual uma nova posição (chamada contra-posição) é criada, e todas as transições que levam x tokens na posição original levam x tokens para a contra-posição. O número de tokens em M0 agora deve satisfazer a equação  $place + counter - place = boundedness$ . Assim, aplicar uma modificação de posição para todas as posições em uma rede limitada, e restringindo o estado inicial M0 para satisfazer a equação acima, uma rede limitada pode facilmente ser transformada em uma rede não-limitada.” (MURATA, 1989; GIRAULT e VALK, 2002)

Observando os comentários acima, conclui-se que qualquer análise usada em uma rede não-limitada pode ser utilizada em redes limitadas. Já que uma rede limitada pode ser feita não-limitada Mas uma análise de uma rede não-limitada não pode ser usada em uma rede limitada.

### 3.15.2 Os tipos principais de redes de Petri

Os principais tipos de Redes de Petri seguem abaixo (MURATA, 1989):

- **Máquina de estado** - pode existir *concorrência*, mas pode haver *conflito* (por exemplo. Matematicamente:  $\forall t \in T : |t \bullet| = |\bullet t| = 1$ ).

- **Grafo marcado** - não pode existir *conflito*, mas pode haver *concorrência*. Matematicamente:  $\forall p \in P : |p \bullet| = |\bullet p| = 1$

- **Livre escolha** - pode haver ou *concorrência* ou *conflito*. Matematicamente:  $\forall p \in P : (|p \bullet| \leq 1) \vee (\bullet(p \bullet) = \{p\})$

- **Livre escolha estendida** - pode ser transformada em uma **Livre Escolha**.

- **Escolha assimétrica** - *concorrência* e *conflito* (em outros termos, *confusão*).

Matematicamente:  $\forall p_1, p_2 \in P : (p_1 \bullet \cap p_2 \bullet \neq \emptyset) \rightarrow [(p_1 \bullet \subseteq p_2 \bullet) \vee (p_2 \bullet \subseteq p_1 \bullet)]$

Em Rede de Petri é admitido a *confusão*, *ambigüidade* ou *desordem*.

As Redes de Petri são aplicadas em desenvolvimento de software, análise de dados, programação concorrente, diagnose (GIRAULT e VALK, 2002).

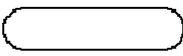
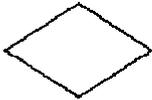
### 3.16 METODOLOGIA DE MODELAGEM COM FLUXOGRAMAS

Cormen, *et al.* (2001), explica que o fluxograma é um gráfico que mostra como é o trabalho que está sendo realizado, com seus tempos e movimentos entre os participantes deste processo.

Segundo Cormen, *et al.* (2001) o Fluxograma de Análise de Processos (FAP) tem origem a partir do aprimoramento do diagrama de blocos e do fluxograma utilizado na área de processamento de dados. É a sua representação gráfica que permite visualização e compreensão melhor dos processos de trabalho em execução, suas diversas fases operacionais, a interligação com outros processos e todos os documentos envolvidos. É com essa visão sistêmica que se conseguirá um conhecimento mais íntimo da situação atual e conseqüentemente terá uma análise técnica mais correta e confiável, resultando numa proposta mais racional e qualificada.

Na Tabela 6 estão alguns dos símbolos mais conhecidos e utilizados ao longo dos anos pelos profissionais de Processamento de Dados.

**Tabela 6 - Notação – simbologia básica**

	Terminal - símbolo utilizado como ponto para indicar o início e/ou fim do fluxo de um programa.
	Seta de fluxo de dados - permite indicar o sentido do fluxo de dados. Serve exclusivamente para conectar os símbolos ou blocos existentes.
	Processamento - símbolo ou bloco que se utiliza para indicar cálculos (algoritmos) a efetuar, atribuições de valores ou qualquer manipulação de dados que tenha um bloco específico para sua descrição.
	Entrada de dados - utilizado para ler os dados necessários ao programa.
	Saída de dados em impressora - é utilizado quando se deseja que os dados sejam impressos.
	Decisão - indica a decisão que deve ser tomada, indicando a possibilidade de desvios para diversos outros pontos do fluxo, dependendo do resultado de comparação e de acordo com situações variáveis.
	Preparação - refere-se a um determinado grupo de operações não incluídas da diagramação.
	Conector - utilizado quando é preciso particionar o diagrama. Quando ocorrer mais de uma partição, é colocada uma letra ou número dentro do símbolo de conexão para identificar os pares de ligação.
	Conector - específico para indicar conexão do fluxo em outra página.

Fonte: CORMEN, *et al.*, 2001.

Como um Fluxograma é uma notação gráfica simples para representação de um algo-

ritmo, é útil nas fases iniciais de aprendizado de programação. Na Fig. 42 se tem um exemplo de representação de um algoritmo para testar se um número é menor que outro, usando apenas um tipo de teste que indica se um número é igual a zero.

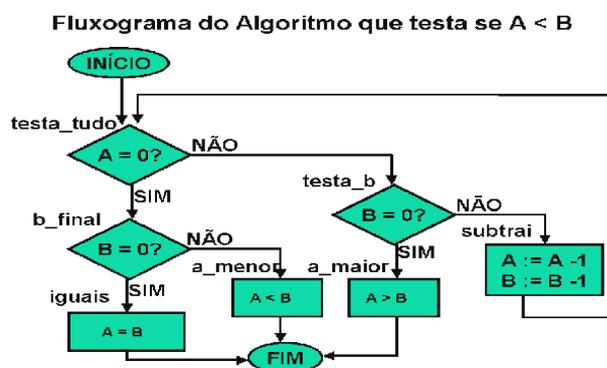


Figura 42 – Exemplo de Fluxograma.

Fonte: CORMEN, *et al.*, 2001.

### 3.17 METODOLOGIA PROCESS CLASSIFICATION FRAMEWORK

Essa classificação de estrutura dos processos foi desenvolvida no início desta década pelo APQC Internacional Clearinghouse de Benchmarking, com o auxílio de diversas das principais corporações internacionais, e com parceria com Arthur Andersen & Co. A intenção foi criar um *high-level* (alto nível), genérico, um modelo de empresa que estimulasse a interação dos negócios com as outras partes da organização e desta com outras empresas, com isso ver suas atividades por outro ângulo: de um ponto de vista de funções para um ponto de vista de processos.

Desta forma, parte do ponto de vista de que as empresas podem se comunicar através dos limites organizacionais. Muitas organizações procuram agora compreender seus funcionamentos internos de um ponto de vista de processos horizontal, do que de um ponto de vista de funcional vertical.

A classificação da estrutura dos Processos procura representar processos e sub-processos principais, não funções, com suas estruturas e vocabulários como, por exemplo, diferenciar o processo das vendas do departamento existente das vendas. A estrutura deste *framework* não lista todos os processos dentro de uma organização específica. Do mesmo modo, nem todo processo listado na estrutura é igual em outra organização. E isso independe do tamanho ou da indústria.

É importante porque permite que os gerentes aprendam sobre as melhores maneiras de

executar um processo de negócio de um jogo incerto das indústrias onde é crítico executar a finalização do processo. Estudando as melhores práticas se ganha as introspecções criativas. Uma companhia pode ver seus processos de negócio de novas maneiras. A melhoria surge não apenas em fazer melhor as tarefas, mas de distinguir as tarefas que fazem realmente diferença na qualidade e na eficácia do trabalho que a companhia faz.

A Classificação da Estrutura dos Processos (*Process Classification Framework*) contém 13 processos de negócio que se aplicam a quase todos os negócios (ver a Fig. 43). Os primeiros setes processos estão os que desenvolvem e colocam os produtos no mercado. Estes processos incluem mercados e clientes, projetando produtos e serviços, marketing e vendas. Os últimos seis processos são gerências e suportam os processos que tornam possível que a companhia opere eficazmente. Estes processos incluem a gerência de recurso humano, a gerência de sistemas de informação, as finanças e a contabilidade.

Cada um dos 13 processos é dividido em diversos sub-processos. As melhores ferramentas e a informação das práticas podem ser encontradas no nível do processo; as ferramentas mais específicas e a informação podem ser encontradas no nível do sub-processo. (Pricewaterhouse Coopers, 2006)

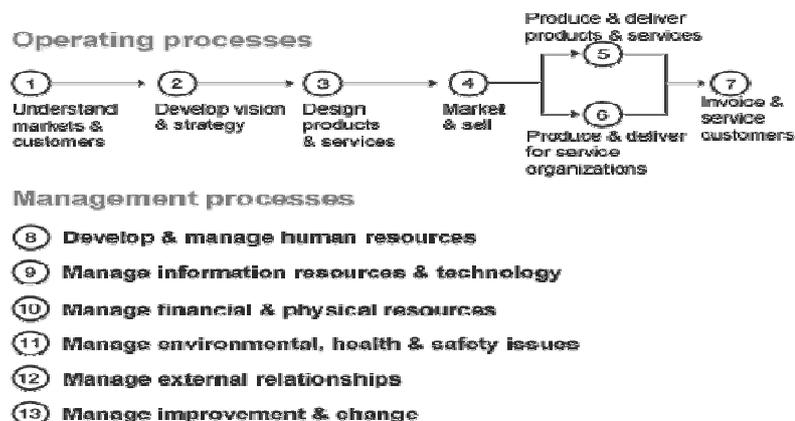


Figura 43 – Visualização da Classificação da Estrutura dos Processos.

Fonte: PricewaterhouseCoopers, 2006.

### 3.18 LINGUAGEM DE MODELAGEM UNIFICADA (UNIFIED MODELLING LANGUAGE - UML)

A esta linguagem será dada mais ênfase, já que é utilizada como comparativo com o complemento final do trabalho atual, a LUMS.

A Linguagem de Modelagem Unificada (*Unified Modelling Language* - UML) é uma

linguagem de diagramação ou notação para especificar, visualizar e documentar modelos de sistemas de software Orientados à Objeto e tem um uso limitado para outros paradigmas de programação. É um método de desenvolvimento, portanto ela não diz os passos iniciais ou como desenhar o sistema, mas ajuda a visualizar seu desenho e a comunicação entre objetos. Seu controle é feito pelo Grupo de Gerenciamento de Objeto (*Object Management Group - OMG*) e é um padrão da indústria para descrever graficamente um software.

A UML é composta por muitos elementos de modelo que representam as diferentes partes de um sistema de software. Os recursos da UML são usados para criar diagramas, que representam uma determinada parte, ou um ponto de vista do sistema. A seguir são citados os tipos de diagramas são suportados pelo *Umbrello UML Modeller* (FURLAN, 1998; RUMBAUGH, 1994):

- Diagrama de Caso de Uso;
- Diagrama de Classe;
- Diagrama de Seqüência;
- Diagrama de Colaboração;
- Diagrama de Estado;
- Diagrama de Atividade;
- Diagrama de Componente;
- Diagrama de Distribuição.

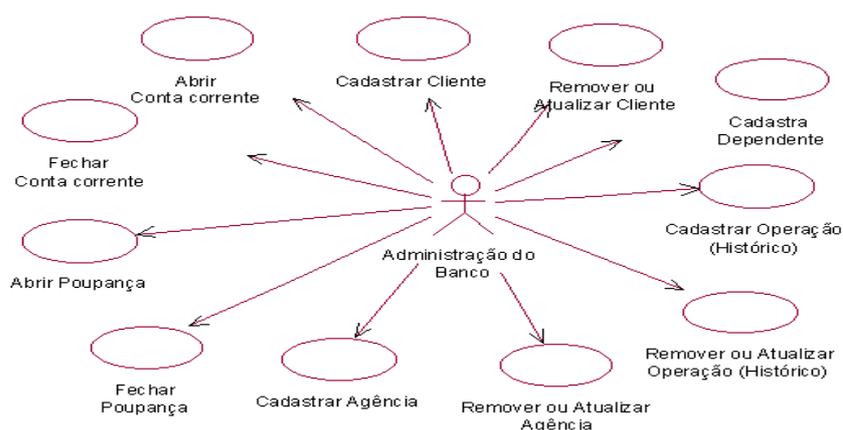


Figura 44 - Diagrama Use-Case.

Fonte: SILVA, 2001.

O diagrama de use-cases da Figura 444 demonstra as funções de um ator externo de um sistema de controle bancário. Nele estão as Funções do administrador do banco. Este diagrama se resume a determinar que funções devam ser suportadas pelo sistema modelado e não com a implementação de cada uma destas funções.

As classes se relacionam assim: associação (conectadas entre si), dependência (uma classe depende ou usa outra classe), especialização (uma classe é uma especialização de outra classe), ou em pacotes (classes agrupadas por características similares) (SILVA, 2001; FURLAN, 1998).

O diagrama de classes visto no exemplo da Fig. 45 demonstra a estrutura estática das classes de um sistema e nela está o que é gerenciado pela aplicação modelada. Ele representa que um cliente possui nenhum ou vários contratos de aluguel de veículos de uma companhia de aluguel. São vários tipos e modelos de veículos que podem ser alugados.

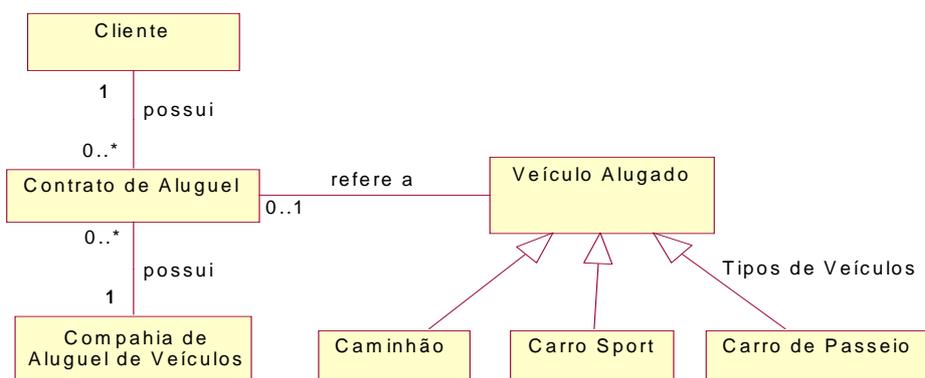


Figura 45 - Diagrama de Classes.

Fonte: SILVA, 2001.

A diferença do diagrama de classes com o diagrama de objetos (Fig. 46) é que o último mostra os objetos que foram instanciados das classes. O diagrama de objetos é como se fosse o perfil do sistema em certo momento de sua execução. Os diagramas de objetos não são tão importantes como os diagramas de classes Também são usados como parte dos diagramas de colaboração. Nele a colaboração dinâmica entre os objetos do sistema são mostrados (SILVA, 2001; FURLAN, 1998).

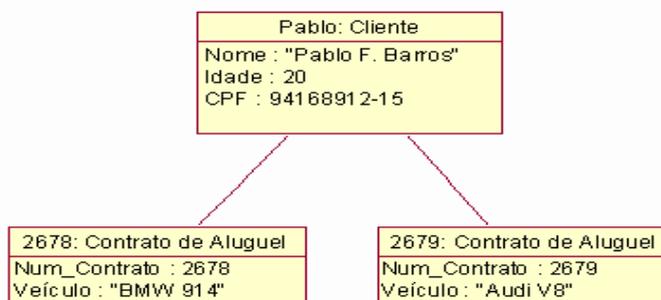


Figura 46 - Diagrama de Objetos.

Fonte: SILVA, 2001.

O diagrama de estado (Fig. 47) é onde se mostra todos os estados possíveis, que obje-

tos de certa classe podem se encontrar e mostram também quais são os eventos dos sistemas que provocam essas mudanças e capturam o ciclo de vida dos objetos, subsistemas e sistemas. Ele mostra os estados que um objeto pode possuir e como os eventos (mensagens recebidas, timer, erros, e condições sendo satisfeitas) afetam estes estados ao passar do tempo. E é um complemento para a descrição das classes (FURLAN, 1998).

Uma transição de estado (o estado é mostrado como um retângulo com cantos arredondados) possui geralmente um evento ligado a ela. Se um evento é anexado a uma transição mostrada como uma linha com uma seta no final de um dos estados, esta será executada quando o evento ocorrer. Se uma transição não possuir um evento ligado a ela, a mesma ocorrerá quando a ação interna do código do estado for executada (se existir ações internas como entrar, sair, fazer ou outras ações definidas pelo desenvolvedor). Então quando todas as ações forem executadas pelo estado, a transição será disparada e serão iniciadas as atividades do próximo estado no diagrama de estados (FURLAN, 1998).

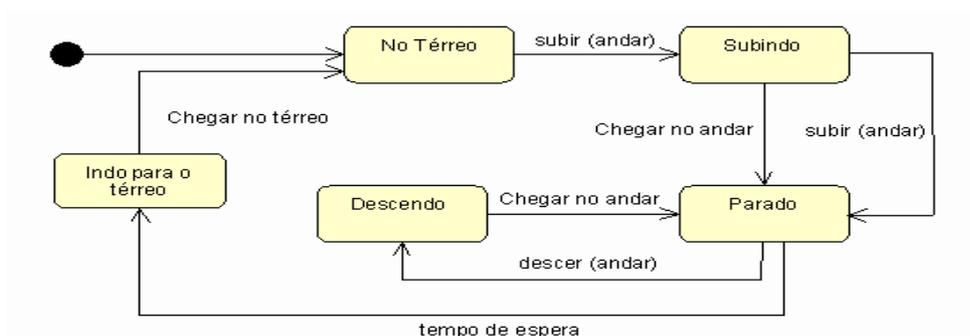


Figura 47 - Diagrama de Estado.

Fonte: SILVA, 2001.

O diagrama de seqüência consiste em um número de objetos mostrado em linhas verticais e mostra a colaboração dinâmica entre os vários objetos de um sistema juntamente com seqüência de mensagens enviadas entre os objetos. O decorrer do tempo é visualizado observando-se o diagrama no sentido vertical de cima para baixo. Possuem dois eixos: o eixo vertical, que mostra o tempo ou linha de vida, e o eixo horizontal, que mostra os objetos envolvidos na seqüência de certa atividade, com uma seta sólida que especifica se a mensagem é síncrona, assíncrona ou simples. A mensagem que cria ou destrói um objeto é geralmente síncrona. A concorrência também é observada, cada uma com sua linha de execução (*thread*). Se o sistema usa linhas concorrentes de controle, isto é mostrado como ativação, mensagens assíncronas, ou objetos assíncronos

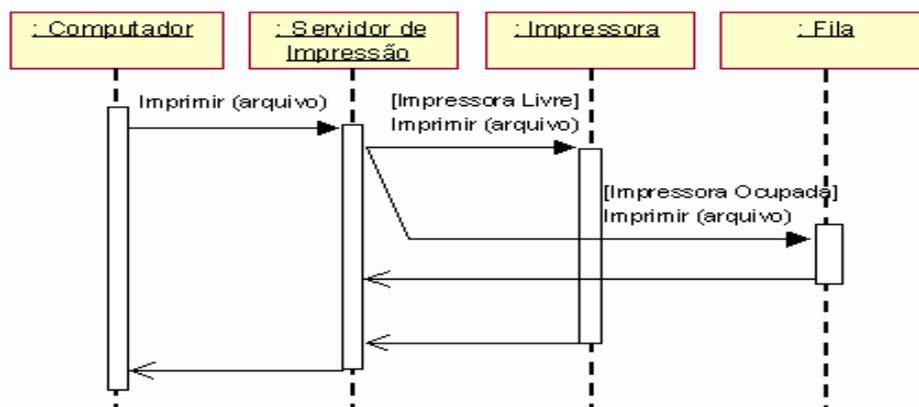


Figura 48 - Diagrama de Seqüência.

Fonte: SILVA, 2001.

No diagramas de seqüências mostradas na Fig. 48 é representada a seqüência de execução de impressão desde seu envio de um computador, passando pelo servidor de impressão, o qual envia para uma impressora livre e pronta, não estiver livre, o arquivo entra em uma fila de impressão. São as setas vazadas que indicam as mensagens enviadas de *feedback* para os diferentes objetos comunicando a fila, ou a impressão, da impressora para o servidor de impressão e este para o computador.

Pode-se escolher entre utilizar o diagrama de colaboração (ênfase for o contexto do sistema) ou o diagrama de seqüência (melhor quando o decorrer do tempo for importante). No diagrama de colaboração, além de mostrar a troca de mensagens dinâmica entre os objetos, também se mostra os objetos com os seus relacionamentos. A interação de mensagens é mostrada em ambos os diagramas (FURLAN, 1998).

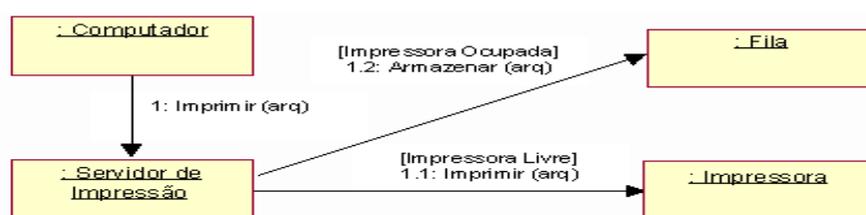


Figura 49 - Diagrama de Colaboração.

Fonte: SILVA, 2001.

Na Fig. 49 se observa a ocorrência síncrona de acontecimentos, como a colocação de arquivos na fila de impressão enquanto outro está sendo impresso, mas isto dentro do processo de impressão. Também seria importante se fosse assim visualizado outros processos poderiam estar ocorrendo enquanto acontecem as impressões. Ainda, todos estes diagramas poderiam ser integrados. O que tornaria mais fácil o entendimento e leitura dos processos por que seria mais imediata a informação.

Diagramas de atividade, comenta FURLAN (1998), capturam ações e seus resultados,

mostra o fluxo seqüencial das atividades.

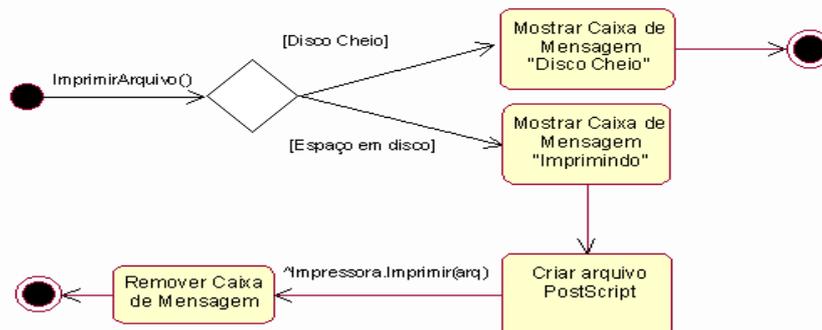


Figura 50 - Diagrama de Atividade.

Fonte: SILVA, 2001.

Na Fig. 50 como acontece a ação de um componente implementado no sistema. Assim, quando um arquivo é enviado para imprimir é verificado o espaço para impressão, se estiver livre, é acionado o componente que mostra uma caixa de mensagem que avisa que a impressão está acontecendo, e após a o término é gerado um arquivo *postscript* que retira esta mensagem da tela. Se não tiver espaço para imprimir aparece um aviso disto, em seguida este processo de impressão termina.

FURLAN (1998) coloca que componentes são tipos, mas apenas componentes executáveis podem ter instâncias. Com o diagrama de componentes é facilmente visível detectar que arquivos *.dll* são necessários para executar a aplicação.

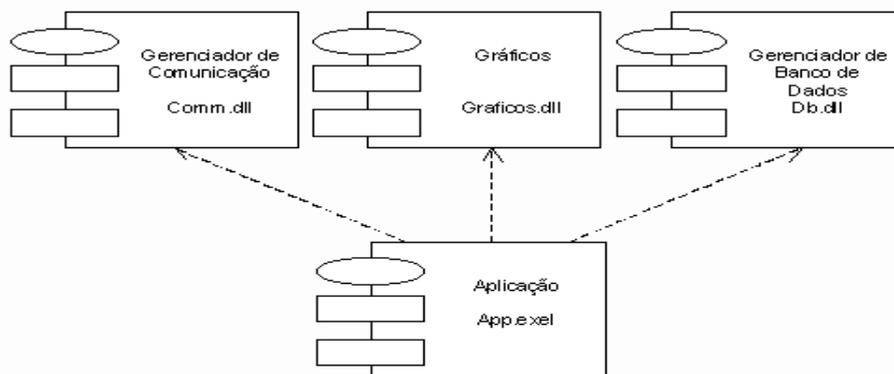


Figura 51 - Diagrama de Componente.

Fonte: SILVA, 2001.

Na Fig. 51 são visualizados componentes, onde se podem definir interfaces que são visíveis para outros componentes. A interface é mostrada como uma linha partindo do componente e com um círculo na outra extremidade. O nome é colocado junto do círculo no final da linha. Dependências entre componentes podem então apontar para a interface do componente que está sendo usada.

Na Fig 52 é representada a arquitetura física composta por componentes, que possuem a mesma simbologia dos componentes do diagrama de componentes, nodes, que significam objetos físicos que fazem parte do sistema. O diagrama de execução mostra a arquitetura física do hardware e do software no sistema (FURLAN, 1998; SILVA, 2001), que neste caso é uma máquina cliente numa LAN, uma máquina servidora, uma máquina servidora de Banco de Dados, seus protocolos de comunicação, etc., e conexões entre estes nodes e componentes que juntos compõem toda a arquitetura física do sistema.

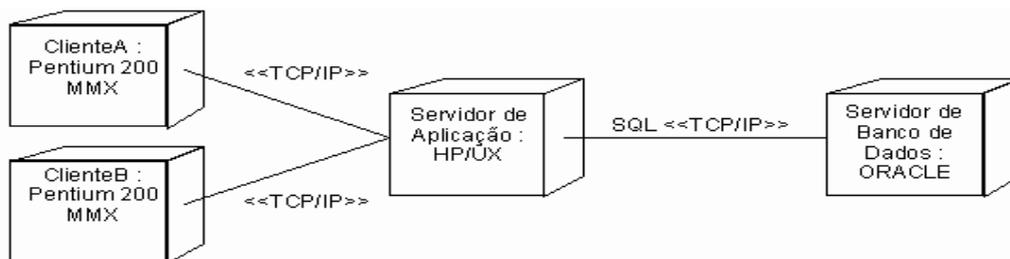


Figura 52 - Diagrama de Execução.

Fonte: SILVA, 2001.

Um fator importantíssimo é a reutilização, fator chave com o qual os modelos criados poderão facilmente ser reutilizados em outras aplicações. (FURLAN, 1998; SILVA, 2001)

### 3.19 ANÁLISE DOS MODELOS PESQUISADOS

A modelação de empresas (ME) é um roteiro para a modelagem funcional, a modelagem de informação, tal como a forma relacional e o modelo entidade-relacionamento, o diagrama de fluxo de dados (DFD) com suas emergências que surgiu nos anos 70 para a proposta de engenharia de softwares e análise de sistemas de informação. Nos anos 80 surgiram os grandes modelos de manufatura possibilitando um link para simulação (ex. métodos IDEF, métodos GRAI). A visão centralizada mais nos negócios surgiu também nesta década (ex. arquitetura CIMOSA). O uso de modelos animados e orientados a objetos surgiram nos anos 90, suportando interoperabilidade (PIF- Formato de Intercambio de Processos-, PSL – Linguagem de Especificação de Processos) (VERNADAT, 2002).

O eficiente design, a análise e otimização das operações das empresas, suas notações e formalismos, métodos e ferramentas para negócios e produção, é por certo uma forma mais segura de se alcançar sucesso nos propósitos. É também uma forma de externar os conhecimentos e necessidades, observando as funções, o comportamento, as informações, os recur-

tos, a economia e a organização.

Como se observa, há décadas se busca um método, um modelo que melhor responda as exigências cada vez mais crescentes, de empresas e ambientes em evolução.

Como é possível constatar nestes estudos realizados, mesmo que alguns dos métodos sejam claramente reducionistas, tal como RAD e CIMOSA, todos tem fatores importantes que podem ser observados, adaptados, atualizados. Assim, as metodologias que mais despertaram interesse são a eEPC, Redes Petri, CIMOSA, Pêra, IDEF0 e IDEF3, Floxogramas, RAD e o SSM. Em seguida são realizados comentários e comparação entre as metodologias de modelagem apresentadas neste capítulo.

Observando as qualificações existentes na forma de modelar das várias metodologias apresentadas, as conclusões são as seguintes:

- **eEPC** - ênfase não somente nos eventos, mas nas informações que permeiam os departamentos ou Unidades Organizacionais, nos quais estão pessoas.
- **Classificação da Estrutura dos Processos** – parte da idéia central de que as empresas podem se comunicar. Superando suas diferenças em seus vários âmbitos, através da compreensão horizontal e não vertical dos processos. Dividindo os processos em 13 e sendo eles de operação e de gerenciamento.
- **RAD** – (Diagrama das Regras de Atividades) é não hierárquico com visão nas atividades e informações, mesmo que não tenha um detalhamento mais específico nos negócios e oculta a complexidade pela sua forma de tratamento inflexível de descrição. Sua abordagem é orientada a papéis, agrupando as atividades (porque é orientada a atividades) e associa a uma pessoa, sendo sua falha a sua dificuldade em expressar uma lógica complexa e oculta esta dos trabalhos. É interessante também seu enfoque ao ator e papéis, assim como a UML.
- **Redes de Petri** - primeiramente é não hierárquica e indeterminística, múltiplas transições podem ser habilitadas ao mesmo tempo, trabalha e modela concorrência/conflitos atividades paralelas, sincronização, assincronia e distribuição, qualidades necessárias para uma visão mais complexa, já que o mundo é assim. Portanto é indicado para modelagem de sistemas complexos, o que é de grande importância para este trabalho. É importante ressaltar a necessidade de lidar com sistemas concorrentes e complexos e que as Redes de Preti e ARIS conseguem modelar.
- **Modelos CIMOSA** - o principal problema é não possuir um diagrama de ciclo de vida específico que o Pêra tem, definição da infra-estrutura de integração genérica, necessária para a implementação de Programas de Integração de Empresa e suas visões de organização, informação, recursos e função – que é reativo e não pró -

ativo, o que hoje está se tornando cada vez mais importante e valorizado, além de não apoiar as tarefas de determinação de objetivos de negócios. Tem a seu favor as visões de modelagens das informações, funções, recursos e organização, desde o genérico, passando pelo parcial até o particular e implementação. É uma modelagem apoiada por computador. Contribui muito para a integração da empresa já que observa a implementação de programas de integração da empresa. Por isso dá valor a conectividade.

- **PERA** - representa o ciclo de vida inteiro de uma empresa e seus documentos, como grande destaque neste estudo. Ele provê o método e o CIMOSA oferece as ferramentas de modelagem. Vêem a organização, as pessoas, a estrutura e os sistemas de informação com os controles. Sua falha é apresentar planificações detalhas no plano piloto e as fases seguintes são obscuras. É tido como a mias simples e completa, hoje, além de maior interdependência e interação entre seus componentes e principais fases.
- **GRAI-GIM** – fica entre PERA e CIMOSA no que se refere ao formalismo e a integralidade. Sua modelagem é orientada ao usuário. Sua falha é como o CIMOSA já que é incompleto quanto à modelagem do ciclo de vida. A ênfase é na modelagem de informação para controle da empresa e integração da empresa.
- **GERAM** – fornece uma análise dos ciclos de vida. Tem base no CIMOSA (visão das funções, organização, recursos e informação). Relaciona as tarefas humanas na modelagem.
- **ARIS** – baseia-se nos conceitos do EPC. Têm as visões das funções, dos dados da organização, do controle (que também provê o relacionamento das outras visões), mas não contempla a visão dos recursos. Utiliza o MER (Modelagem de Entidades e Relacionamentos) que também pode ser usado neste trabalho. Por utilizar o fluxo de dados, é de interesse. Mesmo que uma entidade tenha uma vida única, pode ocorrer ao mesmo tempo em vários modelos, de forma reflexiva. O que demonstra a capacidade de modelar a concorrência.
- **IDEF0** - usados para modelar as funções de uma empresa, criando um modelo gráfico que mostre: o que controla a função, que o executa, que recursos são usados em a carregar para fora, o que ele produz, e que relacionamentos tem que outras funções. Apresenta como no IDEF3, um diagrama chamado “ativigrama”, que representa as atividades, sendo este fator importante para a modelação deste trabalho. Sua falha é na modelagem das informações, porque é limitada, e excessiva necessidade de revisões para garantir consistência do modelo. Por isso seria mais in-

dicado para modelos pequenos. Os diagramas são mais simples e fáceis de compreender, mas difíceis de gerenciar, devido as expansões voltadas a lógica.

- **IDEF3** - observa os estados dos ciclos de vida e atividades ocorrentes; importantes neste estudo, dar grande importância a modelação da informação, documenta os procedimentos de decisão que afetam os ciclos de vida. A família integrada IDEF de métodos para modelagem baseada em representações de diagramas, inclui uma grande variedade de técnicas, que focam, não somente os processos, mas, também, todo o ciclo de vida de desenvolvimento de um sistema. Em um primeiro momento, esta técnica permite modelar os processos “como são” para, após uma análise, serem modelados “como deveriam ser”. Isto faz com que estes mecanismos formais sejam essenciais para melhorar o fluxo de informações dentro de uma empresa.
- **Fluxogramas** - a partir de uma visão sistêmica será possível ao analista, um conhecimento mais íntimo e profundo da situação atual. Permitindo também uma análise técnica mais acurada e confiável, possibilitando como resultado uma proposta mais racional, mais coerente e com melhor qualidade. Ainda demonstra a seqüência linear operacional do desenvolvimento de um processo, observando o trabalho, o tempo, por quem e como ele flui entre os outros processos. E é interessante se imaginar a mixagem com a modelagem de sistemas complexos (onde inclusive se usam ferramentas como Redes Neurais e Algoritmos Genéticos), as 10 dimensões de evolução sistêmica (onde se apresentam 10 níveis evolutivos sistêmicos) e o Modelo Temporal de Processos (onde se apresentam o comportamental nos estágios de desenvolvimento empresarial e seus momentos de transição).
- **SSM** – importante realçar que as abordagens sistêmicas *soft* se enquadram nesta visão construcionista das realidades sociais e sua reformulação. Em particular, permite implementar a parte correspondente à fase de distanciamento necessária para compreender os fenômenos e planejar a sua alteração. A transformação dos indivíduos e realidades sociais só ocorrerá, no entanto, se a imersão na experiência individual e de grupo for facilitada. Incorpora também *a subjetividade dos sistemas e a utilização de raciocínios não reducionistas* e baseia a sua abordagem num raciocínio holístico claramente distinto das abordagens analíticas. Além de ser indeterminístico e trabalhar com a sincronicidade. É uma maneira de tratar das situações do problema em que há um componente social, político e humano elevado da atividade e é conseqüentemente uma maneira útil de aproximar situações complexas do mundo real. Mas acima de tudo é baseada na Teoria Geral de Sistemas. E

foca os seguintes aspectos: Exame das percepções do mundo real; Definição de ações para se atuar no mundo real; e Reflexões sobre os efeitos resultantes das ações tomadas e se observar também as atividades de gestão. Outro fator importante é focar as pessoas e tê-las como indivíduos pensantes e com suas próprias idéias e visões.

A preocupação neste trabalho é chamar a atenção para duas coisas fundamentais nas abordagens sistêmicas: a **subjetividade dos sistemas** e a **utilização de raciocínios não reducionistas**. E a *Soft Systems Methodology* (SSM) é citada como um exemplo de uma metodologia que agrega estas duas coisas - por um lado assume e procura lidar com a subjetividade inerente aos sistemas e, por outro lado, baseia a sua abordagem num raciocínio holístico claramente distinto das abordagens analíticas.

- **UML** - Assentando as qualidades do SSM na modelagem a ser criada com a Linguagem UML, outro fator da escolha é porque ela observa as ações dos Recursos Humanos envolvidos, possibilitando o detalhamento dos processos pela visualização das interligações e relacionamentos (apresentados nos diagramas de classes) e ocorrências concorrentes (o que pode ser representado já que a mesma classe pode participar de vários diagramas). Sendo a UML indicada para modelar a interação e comunicação entre as empresas, inspirando-se nas Classificações da Estrutura dos Processos. É no diagrama de classes apresenta as interligações em suas várias formas, tais como associação, especialização, ou em pacotes. Possui ainda diagramas de atividades e de seqüência, onde podem ser apresentadas as atividades ou processos e suas interações.

Outro fator interessante são os diagramas de seqüência (no qual se apresentam todas as colaborações e interações ocorridas entre os objetos envolvidos, além de poder demonstrar inclusive o tempo de processamento) e de transição de estado, que representam muito bem as ações e suas seqüências necessárias (sejam assíncronas ou não, e isso é representar a realidade complexa) para que um processo seja processado, inclusive agrupando atividades com respeito aos seus responsáveis e onde elas acontecem e como se organizam no fluxo de trabalhos a serem realizados (apresentando como fazer e como afetarão outros objetos a sua volta).

Há situações em que o contexto ambiental e organizacional passa por mudanças rápidas e abruptas que, nem um processo (racional) ou outro (negociado) são capazes de oferecer condições para que sejam formadas as estratégias. O processo vai se formando, na realidade, através da aprendizagem sobre o meio-ambiente, das capacidades internas da organização e da forma que se estabelece à relação entre esses dois eixos. A estratégia tenderá a ser desenvolvida como decorrência das ações que se vão desencadeando no dia-a-dia, com base na intera-

ção dos agentes, cujas implicações para o futuro da organização são impossíveis de serem conhecidas antecipadamente. Este é também um processo de evolução da empresa que precisa ser modelado, para se ter uma compreensão mais ampla dos acontecimentos. E é o que se espera poder captar com a adaptação realizada nas modelações propostas neste trabalho.

Simon (1969) coloca o fato de muitos sistemas complexos possuírem uma estrutura hierárquica quase decomponível. E é um fator fundamental perceber, compreender e descrever esses sistemas, suas partes e sua evolução. Por isso mesmo são complexos, e ainda por que não podem ser decomponíveis, podem ser até quase decomponíveis.

A partir das exposições realizadas e dos estudos efetuados, se confirmaram lacunas. A proposta é de que para preenchê-las será necessário mudar esses paradigmas incongruentes e cartesianos pelas disposições do sistemismo.

## **4 PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL GENÉRICO DO FUNCIONAMENTO DE UMA ORGANIZAÇÃO EMPRESARIAL COM BASE NOS CONCEITOS DA TEORIA DA COMPLEXIDADE**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

Existe uma quantidade grande softwares para gestão ERP (*Enterprise Resource Planning, ou Planejamento de Recursos Empresariais*), como o SAP, BAAN, Oracle, que suprem as necessidades de uma expressiva parcela de empresas. Todavia não esgota o universo de necessidades de informação dos usuários, deixando pontos descobertos em atividades de finanças, controladoria, produção, suprimento, recursos humanos, comercial, manutenção, patrimônio, etc., o que requer customizações subseqüentes. E, diante da globalização crescente, estão ocorrendo transformações organizacionais, mesmo que lentamente, e cada vez mais novas necessidades estão surgindo. Não existem soluções mágicas que irão resolver todos os problemas e satisfazer todas as necessidades prementes. Também praticamente hoje em dia, não existem situações em que se comece um estudo do zero, há sempre modelos e enfoques e tecnologias que se poderão ter como norte. Também é certo que não existem dois modelos idênticos de organização. Por outro lado, organizações absolutamente diferentes podem ter comportamento semelhante, ou vice-versa.

Diante desse contexto ainda surge o problema de visões ainda cartesianas, onde não se observam as realidades existentes na interconexão dos vários sistemas e subsistemas internos e externos. E, por conseguinte, a conseqüência destas visões parciais é que normalmente não se tem os resultados que eram esperados. A partir disto, se chegou à conclusão de que era necessário buscar outra forma de modelar os processos organizacionais. Já que ao estudar os existentes, não foi possível utilizar um especificamente, pois não haviam respostas desejadas. A conclusão então foi buscar outra forma de modelar, uma forma que não excluísse a complexidade crescente e as várias dimensões coexistentes. De princípio se notou a necessidade de demonstrar a recursividade encadeada dos processos. Depois, de se fazer um mapeamento dos processos principais e de como aconteciam suas interligações. Em seguida, como um bônus, propor um método de modelagem capaz de responder as necessidades surgidas, tais como a intervenção da cognição humana e seu poder de decisão, de satisfação e insatisfação, que no final movem o mundo.

## 4.2 MODELAGEM DE PROCESSOS COM SUA COMPLEXIDADE

Tradicionalmente se modela observando os processos de forma linear, cartesiana. Em quais os processos funcionam como na Fig. 53 abaixo, onde se vê apenas as entradas, um processamento e as saídas. Isto se pode ver em toda a revisão bibliográfica citada. Por exemplo, as Fig. 30 e 31, onde é modelada uma seqüência linear em IDEF3.

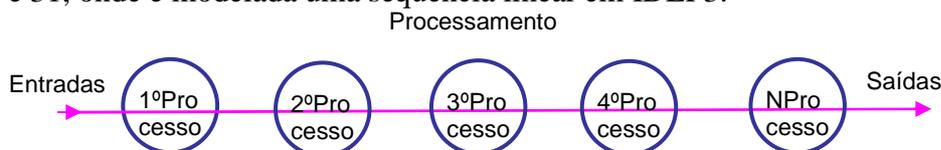


Figura 53 – Modelo linear do fluxo de processos (seqüência) com base cartesiana.

Fonte: a autora.

Na Fig. 54 está uma demonstração do fluxo de processos, onde a base sistêmica permite a visão não somente da evolução dos processos, mas as interações entre eles, as recursividades, os reprocessos e os refluxos. Enfim, o comportamento complexo emergente. Mas também emerge a organização desta estrutura.

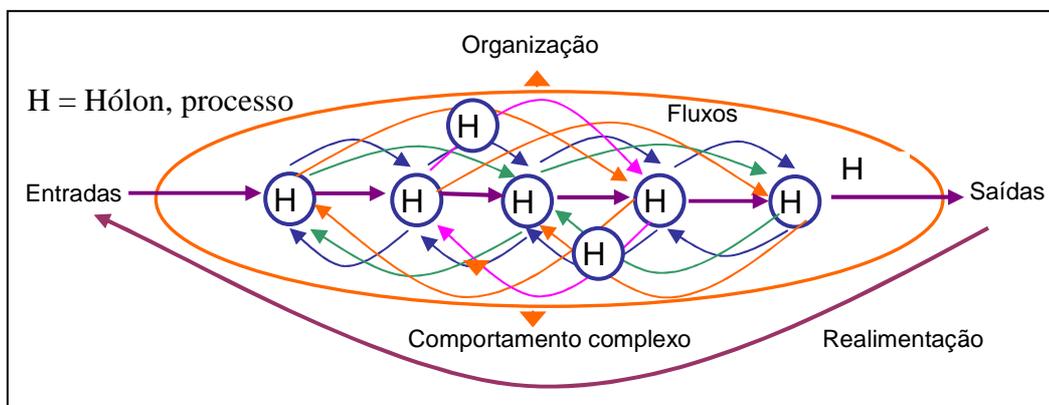


Figura 54 – Modelo do fluxo não-linear de processos com base na visão da complexidade sistêmica.

Fonte: a autora.

Os hólons que formam um sistema interagem entre si, numa estrutura, se auto-organizando, evoluindo e gerando novas necessidades. E desse comportamento complexo surgem atratores para uma nova iteração, no tempo e no espaço (ver Figs 4, 5, 6). Portanto ao longo deste ciclo há uma evolução passando por novas “bacias de atração”. Estas bacias são criadas por atratores que influenciam os padrões de comportamento para aquele estágio de desenvolvimento (Maturidade). Observar Figs 6, 7, 56 e no Apêndice a Fig. 003.

A organização com seus hólons (setores e processos) co-evolui com seu ambiente. Esta organização de hólons está interligada com outras organizações (ver Fig. 56). Ocorrem transformações conforme a capacidade de interpretar as necessidades e demandas do seu ambiente e assim escolher as melhores configurações. Instigando ocorrências de alterações na estrutura e cognição, gerando novas formas de comportamento (o comportamento é oriundo, acontece da cognição). Isto poderá originar um atrator com respostas mais eficientes ao ambiente, o que marca um novo nível de complexidade.

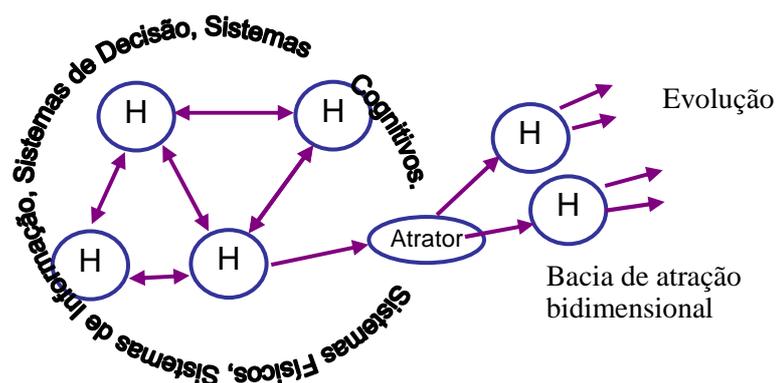


Figura 55 - Modelo dos hólons em atividade gerando novos atratores, evoluindo.

Fonte: a autora.

Na Fig. 55 as inter-relações são permeadas pelos Sistemas de Informação (SI), Sistemas de Decisão, Sistemas Físicos, Sistemas Cognitivos, que geram um atrator, co-evoluindo para um novo nível. Esses sistemas precisam ser vistos, entendidos, e, portanto modelados de forma relacionada. Tal como hólons que interdependem uns dos outros (Teoria dos Sistemas Holônicos, verem Figs. 8 e 9).

Os modelos de níveis de maturidade são importantes para a gestão dos processos de gestão. É necessário estabelecer níveis de referência de maturidade que sirva de referência no planejamento de processos evolutivos. Existem vários modelos de maturidade (por ex. SIBBET e LE SAGET, 2003 na Fig. 7; CÔRTEZ, 1998 na Fig. 63) que variam entre 4 e 7 níveis. Neste trabalho serão utilizadas a percepção de 10 estágios de evolução dos processos (hólons ou unidades de base, Fig.56) como os 10 níveis de dimensões sistêmicas evolutivos das empresas (Fig. 60).

Apesar dos estágios sofrerem mutações ao longo do tempo, podem ser considerados como fixos por causa do curto horizonte de pesquisa, de apenas dois anos. É preciso fixá-los para poder ter um referencial para estratégias de interferência nas organizações. Estará sempre em certo estágio. Cada estágio tem um nível de complexidade. Essa complexidade reflete a complexidade do meio ambiente onde a organização está inserida.

Portanto significa que os estágios atratores irão depender das condições ambientais, sujeitos aos paradigmas regentes das ações dos atores da organização e seus observadores. Mas é mais eficiente supor que na realidade há infinitos estágios de maturidade, em ciclos de iteração, conforme ao que está exposta no meio ambiente.

“Para se ter informação completa das necessidades de produção, deve-se realizar observações das características temporais com seus elementos temporizados e não temporizados, sua primitiva que é o intervalo temporal, os relacionamentos e seu tempo de validade, os eventos que existem somente em um ponto no tempo e não se aplica a noção de história, suas classes de entidades, o tempo de existência da entidade.” (VALCKENAERS, 1997).

Justamente, essa noção de relacionamento citado é que geralmente não se observa nas modelagens, de forma sistêmica, ou seja, de como interferem umas nas outras, se observa mesmo são suas ocorrências e possibilidades disto, com seus valores numéricos. A visão cartesiana de se fazer essas tarefas é que prevalece, permanecendo em teoria essa noção de “informação completa”.

São os níveis referenciais que permitem a adoção de uma estratégia. A maturidade ocorre basicamente em duas escalas: melhoria da eficiência a partir dos aperfeiçoamentos das relações entre os elementos do sistema por processos de aprendizagem e a agregação de novas funcionalidades (respostas internas e ao meio). Quanto maior a complexidade do ambiente exige maior capacidade cognitiva da empresa. Uma maior a competência cognitiva reflete a necessidade de reconfiguração estrutural organizacional. E em sempre uma maior estrutura significa maior capacidade cognitiva.

A primeira etapa da intervenção estratégica é fazer um diagnóstico de avaliação do estágio de maturidade atual ou que esteja mais próxima. Em seguida fazer isso com o meio ambiente em que a organização está inserida e os impactos nela, das exigências ambientais. Com essas informações poderá ser feita uma estratégia de ação com a participação mais ampla possível. Para que aconteça um processo de mudança é necessário atuar nos dois sistemas que a compõem: o sistema estrutural e o sistema cognitivo. No sistema estrutural estão as ações relacionadas reorganização das funções, das responsabilidades, com aquisição de recursos (equipamentos, softwares e hardwares), formalização de regras, normas de instruções, mudanças de layout (da áreas administrativa, da produção), definição e criação de novos espaços de inter-relações (sociais e de trabalho). Quanto ao sistema cognitivo estão relacionados os treinamentos e formação do pessoal, redefinição dos processos de trabalho, implantação de treinamentos do pessoal referente aos sistemas de informação (software), criação de grupos de discussões de melhorias, etc.

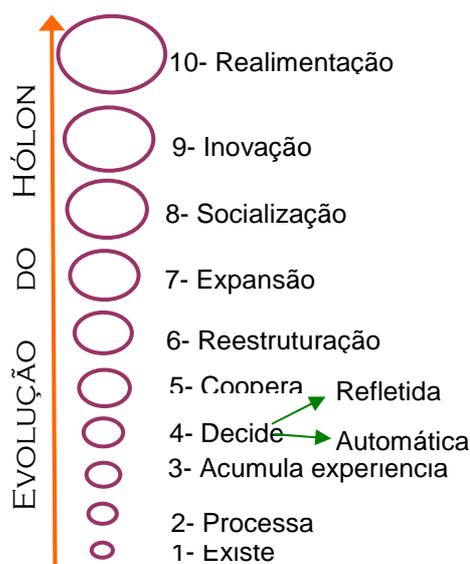


Figura 56 – Evolução da complexidade do hólón-processo.

Fonte: Adaptação do Modelo IMPLEXE.

Um hólón evoluído tem todos os 10 níveis em sua estrutura. Mas um hólón em desenvolvimento inicia apenas existindo, depois passa a processar coisas, vai acumulando experiências aprende a decidir e cooperar, percebe que é necessário mudar, cresce e se socializa. Então ocorre inovações e entre todos os níveis vão surgindo realimentações (Fig. 56).

O hólón é um modelo que representa os elementos de base necessários a existência de algo como unidade mínimadentro de unidades maiores de mesma natureza. A unidade organizacional de base é com isto uma entidade física que potencialmente realiza ações. Composta por indivíduos interconectados de diferente intensidade e forma. Com a capacidade de auto-organização gerando níveis superiores. De sua não-linearidade surge seu comportamento complexo, com estruturas capazes de realimentação de suas estruturas físicas e mentais, co-evoluindo com o ambiente onde está inserido. Conseqüentemente gera uma nova ordem depois de períodos de instabilidade.

É o hólón uma unidade organizacional com um conjunto de capacidades e atributos sendo seus principais o potencial de ação, de autonomia, controle auto-referenciado, competição e cooperação, a comunicação e a evolução. Suas capacidades seguem uma escala de complexidade crescente, pois assim como vão adquirindo conhecimentos, eles vão evoluindo para níveis superiores, os quais vão apresentando características cada vez mais complexas. Com isso respondem com mais eficiência ao meio e é por causa do meio que altera as configurações da organização (Fig. 56). A organização necessita sobreviver, então se configura para responder as necessidades do meio ambiente. Essas configurações permitem conjuntos de comportamentos, de respostas possíveis, determinados por um atrator estranho. Esse atrator represen-

ta um nível de complexidade, nele se permanece até que ocorram alterações significativas na sua estrutura ou sistema cognitivo. Com essa alteração então há um “salto” para um novo nível de complexidade representando um novo atrator. O entendimento entre os subsistemas (hólons) estrutural e cognitivo mostra como as mudanças ou alterações em um podem intervir em outro. Cada processo é um hólón, e a emergência dessas interconexões são mentais ou físicas, mas são interesses dos clientes. Sejam os clientes internos ou externos. São estes valores, interesses ou necessidades dos clientes que geram atratores para emergir uma evolução, novas configurações do sistema e ocorrer transformação. Um processo é, portanto, um conjunto de objetivos e valores, entradas e saídas dentro do tempo, espaço. Esse conjunto resulta em uma estrutura (então tem organização) para fornecer produtos e serviços aos clientes.

Ao se pensar na implantação de um sistema, seja ele de uma empresa, de uma rede, um sistema de informação ou de apoio a decisão, ou o sistema operacional, se faz o planejamento em separado, e criando adaptações. A noção que é sabida é de que são interdependentes, mas isso não é realmente levado em consideração. Daí muitos investimentos errados, desperdício de material, dinheiro, tempo, em projetos que acabarão em muitos “remendos”, ajustes, acertos, etc. A Fig. 57 é uma sustentação desta idéia. São hólons, portanto pertencem a um todo e são o todo.

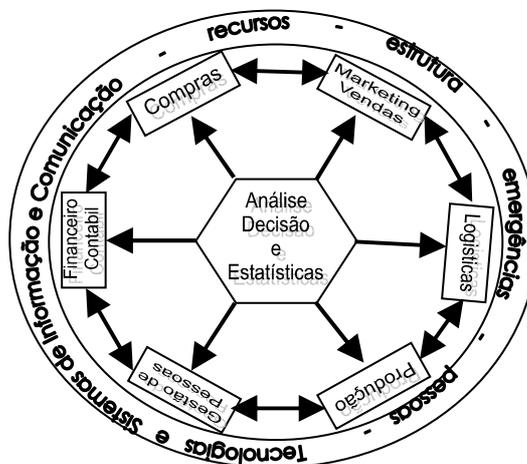


Figura 57 - Visão das interdependências que ocorrem em uma organização empresarial.

Fonte: a autora.

Em todo o fluxo da cadeia permeiam as emergências, as pessoas, os recursos, e as TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), onde se verificam, cadastram, eliminam ou se modificam informações dos processos, recursos e organização. Observando a estrutura dos sistemas, com seus subsistemas, percebe-se que o tratamento e valorização das informações, que quando bem organizadas e analisadas se tornam conhecimento, estas é que darão o poder de auto-organização, aumentando a entropia negativa ou anotropia das organizações e suas estruturas. A organização está dentro da organização, ou seja, uma

organização é formada de uma rede de unidades de base que também são organizações (uma sociedade de hólons). Cada organização é um hólón. Nos hólons o reconhecimento da autonomia não exclui o controle: ambos são necessários para o entendimento de um sistema complexo. É o que mantém o funcionamento do hólón e suas características, tais como a capacidades de evoluir no tempo e espaço (ver Fig. 56), capacidades de criar e manter relacionamentos, manter o potencial de ação/transformação e de ser um agente. Hólons são cooperativos, fazem tarefas com autonomia, com consciência e conhecimento do sistema como um todo, pensando no melhor para o todo.

Na Fig. 58 se visualiza as inetrconexões entres os vários sistemas que formam o sistema organizacional. Também as relações com clientes, fornecedores e outras organizações e de como o meio ambiente influencia os sistemas, sejam internos ou externos, se retroalimentando. Entre todos os sistemas e subsistemas, acontecem trocas de informações e recursos. Cada sistema e subsistema é um hólón, e um hólón também é um processos com seus subprocessos. A organização empresarial emerge das inter-relações dos processos ou hólons, também das suas quatro visões: **processos, pessoas, recursos e informação** (Figs 58 e 59).

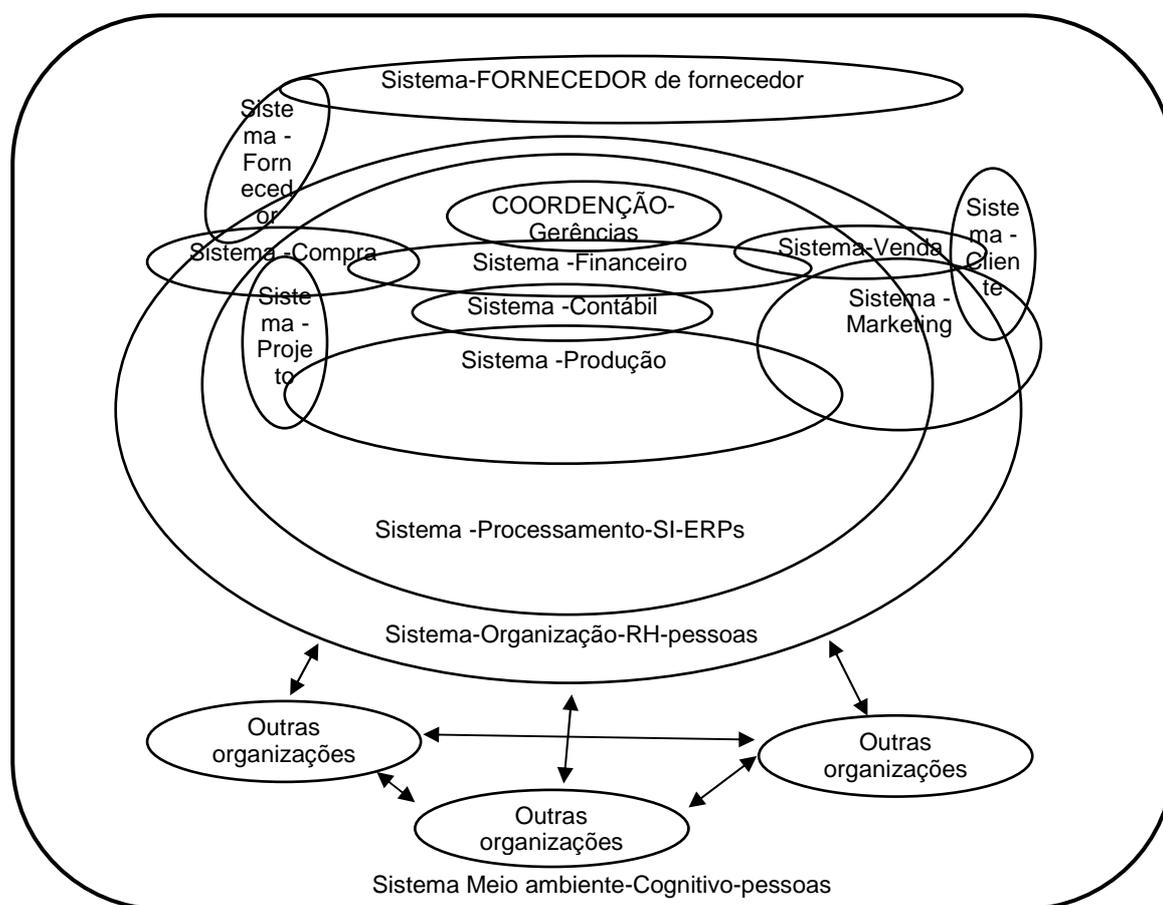


Figura 58 – Modelo do funcionamento complexo dos processos Organizacionais.

Fonte: a autora.

O que se coloca Fig. 58, alguns podem comentar que é óbvio e conhecido, mas essa consideração não é observada, estudada, examinada nos modelos de gestão de processos de produção. Como pode ser constatado no estudo bibliográficos do Capítulo 3. Cada área é colocada de forma isolada.

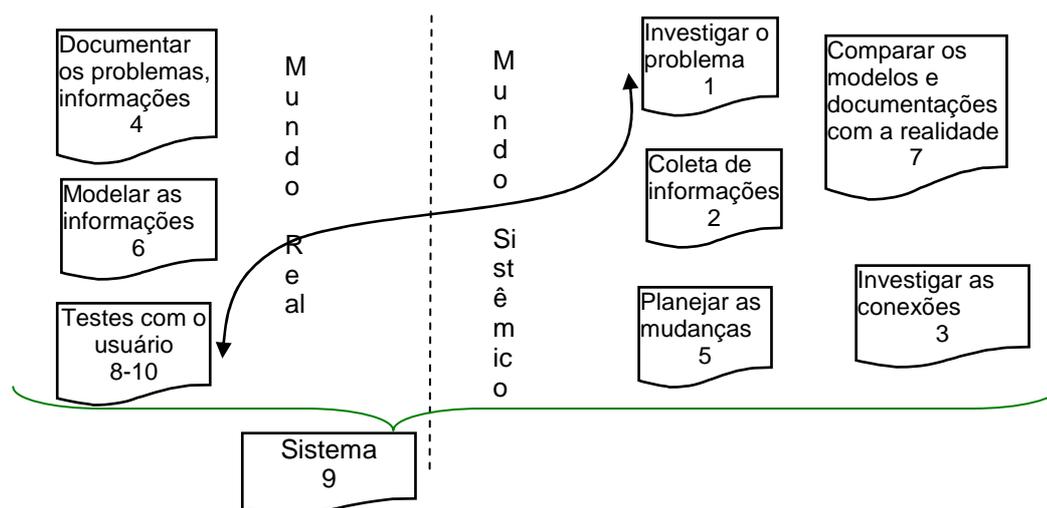


Figura 59 – Estágios de desenvolvimento do modelo sistêmico organizacional.

Fonte: a autora.

Na Fig. 59 se vê os estágios para desenvolver um modelo sistêmico. Primeiro é necessário investigar os problemas, depois se coleta as informações e se investigam as interconexões, se documentam essas informações para se planejar as alterações e se colocar no modelo em desenvolvimento. Em seguida se compara tudo com a realidade para verificar se tudo está correspondendo verdadeiramente às necessidades, por último se realizam testes com o usuário. Toda a seqüência se refaz se algo não corresponder às necessidades reais e o estado evolutivo presente.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que se busca é uma representação da realidade que contemple a complexidade dos processos organizacionais. Nesta realidade se percebe, por exemplo, que a engenharia de rede não está separada da engenharia de sistemas de informação e nem dos sistemas operacionais. Todas estão interligadas, uma precisando da outra, estando na outra. É a união das ciências de onde emerge a evolução. E é assim que precisam ser vistas e planejadas.

Dentro do contexto acima, o presente trabalho tem como objetivo uma proposta de um modelo conceitual do funcionamento dos processos de produção de uma organização industrial com base nos conceitos da Teoria da Complexidade.

A partir disso se observou que todos os métodos de modelagem estudados não respondiam as necessidades complexas dos fluxos dos processos produtivos. Assim também, no Apêndice se oferece uma proto-teoria, onde se busca uma idéia de uma linguagem de modelagem que supra a abordagem sistêmica, a LUMS (Linguagem Unificada de Modelagem Sistêmica). É um estudo para comprovar e demonstrar que os processos estão interligados, são interdependentes e recursivos, precisam ser vistos, compreendidos, em seu complexo ciclo de vida.

Não se tem a idéia de criar o derradeiro método, mas ser um caminho diferente que busca perceber e estar dentro da complexidade real das organizações, de seus processos produtivos.

As bases dos modelos/arquiteturas de referência estão hoje baseadas em quase sua totalidade, numa visão cartesiana da organização produtiva. Entretanto, a realidade é muito mais complexa. Isso faz com que surjam cada vez mais necessidades que não são supridas com a visão cartesiana. Nada é imutável, cada vez que achamos que já encontramos a derradeira saída, vem uma inovação e suplanta a antiga. Assim, a realidade mostra quão complexa e transmutável é.

A Gestão por Processos de produção é uma coleção de atividades (envolvem os recursos materiais, humanos e financeiros da empresa), que ocorrem dentro de uma empresa. Os processos estão envolvidos diretamente com os objetivos da empresa. São necessários para, por exemplo, desenvolver um novo produto, melhorar o atendimento ao cliente e aumentar a eficiência da logística, fazer um estudo, uma pesquisa do mercado, etc. Assegurar que os processos sejam executados de forma clara e consistente é muito importante para se atingir as metas e agregar valor aos clientes.

Entretanto, gerenciar estes processos é mais difícil do que parece, pois muitos deles não acontecem isoladamente, mas interagem entre si, por isso a visão da Teoria da Complexidade com a Teoria do Caos, envolvendo os atratores estranhos, os fractais, e os Sistemas Holônicos. O que permite uma visão sistêmica e complexa das interligações e emergências dos processos de estratégias, táticas, gerenciais e operacionais de um sistema de gestão, *observando suas funções com seus processos, as informações observadas pelos recursos humanos, os recursos necessários e disponíveis e a organização em si.*

O que se vê na Fig. 55 são as inter-relações permeadas pelos Sistemas de Informação (SI), Sistemas de Decisão, Sistemas Físicos, Sistemas Cognitivos. Estes que geram um atrator, co-evoluindo para um novo nível. Portanto, esses sistemas precisam ser vistos, entendidos, e, portanto modelados de forma relacionada. Daí a proposta do uso das possibilidades que a Teoria do Caos, dos Fractais na Teoria da Complexidade podem oferecer. O Caos com a sua visão da possibilidade de como ocorrem os estados evolutivos, as probabilidades antagônicas (ou “duplicação”). Não se pode criar um modelo de gestão dos processos de uma empresa sem observar como esta reage diante dos acontecimentos do meio onde está inserida, de como acontecem seus ciclos evolutivos. Sem observar qual o nível que a empresa está, de como ela está reagindo. Assim, seus setores/funções e processos, são tal como hólons que interdependem uns dos outros (Teoria dos Sistemas Holônicos, ver Fig. 8 e 9). E é esta visão que permite a compreensão da necessidade do uso da Teoria da Complexidade. Pois Bresciani (2001), também afirma que o sistema de produção é a conjunção de um sistema técnico com um sistema social, que são importantes variáveis organizacionais como cultura organizacional e o clima organizacional que são estudadas na disciplina de psicologia social das organizações, que também essas variáveis são as principais responsáveis pela criação dos campos de força de influência na organização. Portanto, é importante a valorização da cognição, no fator humano.

É com a Teoria do Caos que se pode ser fiel na observação e criação de modelos de níveis de maturidade, de evolução nas empresas. Os níveis de maturidade são importantes para a gestão dos processos de produção. Se se vai criar um modelo de procesos, é necessário observar também sua maturidade e também o nível de maturidade da empresa. É necessário estabelecer níveis de referência de maturidade que sirva de referência no planejamento de processos evolutivos. Existem vários modelos de maturidade (por ex. SIBBET e LE SAGET, 2003 na Fig. 7; CÔRTEZ, 1998 na Fig. 63) que variam entre 4 e 7 níveis. Neste trabalho utilizou-se a percepção de 10 estágios de evolução dos processos (hólons ou unidades de base, Fig.56) como os 10 níveis de dimensões sistêmicas evolutivos das empresas (Fig. 001 do Apêndice e a Fig. 56 da Evolução da complexidade do hólón-processo). Então conforme se ob-

serva a evolução da empresa, se pode realizar um estudo também da evolução dos seus hólons/processos. Losada e Heaphy (1997) oferecem um estudo bastante interessante com o uso de gráficos referentes à evolução de estados dos sistemas, de como se comporta um departamento conforme é introduzida uma inovação (ver também o título 2.6 deste trabalho).

É possível perceber uma falta de ferramentas teóricas para lidar com as mudanças no comportamento empresarial, devido a visão cartesiana de separar tudo em partes. Mudanças que são representadas, principalmente, pelo aumento das inteirações dentro e entre as empresas que se relacionam comercialmente. Para se visualizar isso, se criou o modelo da Figs. 58 e 59. Muitos podem comentar que é algo sabido, conhecido. Mas esse inter-relacionamento, essa coexistência intrínseca não é colocada nos métodos de modelagem de empresas existentes. Cada sistema e subsistema é um hólón, e um hólón também é um processos com seus subprocessos. A organização empresarial emerge das inter-relações dos processos ou hólons, também das suas quatro visões: **processos, pessoas, recursos e informação**. Esta proposta é um caminho, um rascunho na busca de encontrar uma solução que responda a complexidade crescente, principalmente com o progresso das tecnologias que aumentam ainda mais as inter-relações e a o advento da globalização.

Construir um modelo orientado a processos pode resolver muitos problemas que estão escondidos no modelo tradicional. Portanto, modelar os processos de um sistema de gestão dentro da dinâmica da recursividade da interligação dos vários processos de um sistema de gestão com visão das bases evolutivas e holônicas está se tornando importante e inovador. Um modelo de processo é desenhado para auxiliar as pessoas envolvidas, a entender o ambiente e a sua participação nela, tornando mais confiável e coerente as decisões tomadas.

Como todo produto bem planejado, um sistema de armazenamento, busca e seleção de informação (o que possibilitará maior apoio à decisão por parte dos gestores), necessita também de pesquisa e planejamento e disciplinado na coleta dos dados gerais, padronização e documentação, para que seus processos possam ser mais previsíveis em âmbito gerencial. Com isso se obtenha melhorias contínuas possibilitando maior otimização e maior flexibilidade em ocorrências de adaptação às evoluções necessárias.

Portanto, ver os processos de gestão de produção como realmente interagem e evoluem, é o objetivo deste trabalho. Quanto mais as comunicações das informações se propagam, aumentando o conhecimento e a globalização, mais as tecnologias evoluem e novas necessidades surgem, novos caminhos se abrem.

O entendimento do funcionamento das organizações tem sido tão limitado, que ainda resta muito a ser feito para aperfeiçoá-lo e assim aplicá-lo numa amplitude maior na construção de Sistemas de Informação que realmente apõem decisões de forma mais realista,

integrada e personalizada. O que permitirá maior clareza na construção de sistemas com maior flexibilidade, com possibilidade de maior segurança. Necessitando também serem mais portáteis, mais ágeis, mais informativos e portanto mais autopoéticos. Por conseguinte, será a aquiescência da complexidade e a sua presença nos modelos de sistemas, que trará os resultados citados. Já que a visão sobre o objeto de estudo muda. A visão é do todo, a visão é de que a soma das partes que compõem o objeto é menor que o objeto como um todo. E percebe que há emergências acontecendo desses relacionamentos das partes que forma esse objeto e de seu próprio interrelacionamento com o meio onde está existindo.

Hoje, a visão é de que existe um objeto, este é dividido em várias partes. Não há consequências de relacionamento, as partes são estudadas e entendidas em separado. O ser humano é apenas um objeto a mais. Que se der problema é facilmente descartado e substituído.

Há séculos o ser humano vem num processo de maquinização esquecendo de si quando vai estudar as organizações. Agora a proposta é de humanização organizacional. Einstein falou sobre o campo do “*self*”, do “pensador”, o cognitivo. Ele disse que não é um modelo atual para eventos de espaço-tempo que é chamado de “realidade material”, mas um campo de potencialidade. É um contínuo de todas as possibilidades e estados de energia de informação que subsequente se manifesta em eventos de tempo-espaço.

Uma organização empresarial primariamente é composta de organizações constituídas de corpo, mente e espírito, o ser humano. E é ele o arquiteto que faz as coisas acontecerem. É quem percebe o hólón e é o hólón, e é percebido pelo hólón. É quem está no social, e no transcendental e gera-os. É o que interfere na teologia. É quem afeta e é afetado mais diretamente. É quem recebe e quem envia os *feedbacks*. É a causa, o transmissor, o efeito. É quem luta e por quem se luta.

O ser humano está constantemente decifrando suas memórias. O que é desconcertante é que a grande maioria dos pensamentos que tivemos hoje são os mesmos que tivemos ontem. Humanos se tornaram “bandos de reflexos condicionados” constantemente reestimulados e provocados pela mídia, pessoas e circunstâncias nos mesmos eventos quânticos, químicos, resultados comportamentais e experiências de vida. O ser humano tornou-se “vítima” da mesma repetição das suas memórias obsoletas. A ironia é que o seu atormentador de hoje é ele mesmo que sobrou de ontem. E é isso que interfere e muito no sucesso ou insucesso de muitos projetos. Por isso a valorização da interferência humana nessa forma de modelar os processos organizacionais. Afinal quem realiza os processos, ou que os fazem acontecer, quem irá utilizar os sistemas de gestão serão os seres humanos.

Porque as organizações muitas vezes parecem repetir os mesmos erros, ou não percebem esses erros, entrando num ciclo vicioso que poderá até levá-las ao fim? A resposta é

o condicionamento e apego ao conhecido, como é o ser humano que engendra os mesmos eventos quânticos através da sua própria auto-interação que têm o mesmo resultado, será ele que também causará esses “problemas” dentro das empresas. Portanto, novamente se confirma a sua importância e a necessidade de ser “percebido” pelos analistas de sistemas, pelos engenheiros.

A pesquisa expôs o fato de que quando uma empresa evolue, seu Sistema de Informação necessita acompanhar este crescimento, sem que sejam comprometidos seus rendimentos, qualidade, confiabilidade, eficácia e agilidade (tanto do sistema quanto da empresa). Uma empresa é um sistema aberto, interagindo com o meio onde está inserido, e portanto sendo afetado e afetando, dentro de um tempo-espço, haverá um ponto de mutação. E, a partir deste ponto de mutação, terá novas realidades. Se torna assim, imprecindível que seus processos, sistemas, políticas, entre outros, se adaptem a novas realidades, evoluindo.

É oportuna e necessária a criação de bibliotecas abertas de processos, dados e estruturas que permitam o desenvolvimento integrado dos sistemas de informação e decisão das organizações. Os processos não ocorrem de forma linear, mas sim de forma não-linear, se interligam irregularmente, se realimentam em ciclos complexos intermitentes. Por exemplo, numa linha de produção, muitas vezes se torna necessário refazer processos, ou buscar informação em outro processo para poder continuar, ver se há capital para investir em material, ver se tem pessoas para produzir, usar, comprar, etc. Para tal há um entrelaçamento de setores, de processos. Com essas percepções seria facilitada a adaptação a diversos casos de necessidade de implantação de tecnologia de sistemas de informação ou de gestão por uma visão estratégica de gestão da empresa, como um sistema inserido em um meio no qual age e reagem, com seus *feedbacks*, tropismos, estados de entropia e caos, auto-organização complexa, observando também as interações psicossociais.

Há muitas ferramentas para se modelar separadamente a Arquitetura de Produção, a Arquitetura Organizacional e Humana e a Arquitetura de Sistemas de Informação e de Controle. Entretanto, não há nenhuma que modele eficientemente todos os três componentes, o que faz é permitir apenas uma interface entre eles. E isto, a modelagem desses vários componentes de forma co-existente é realmente um desafio a ser alcançado.

E, nesta modelagem de processos se observa a interdependência destes, suas retroalimentações e interligações. Buscou-se mostrar a complexidade atuante nos ambientes organizacionais. Pois não se tem uma realidade verdadeira se só se olha um lado. Um modelo de dados que não observe a estrutura da empresa e seus recursos, será falho, um modelo de negócios que não observe seus recursos, seus processos, suas políticas, serão falhas. Um modelo de processos que não observe quem os realiza ou onde ele se realiza, ou como são dependen-

tes e recursivos, será falho. Portanto é um conjunto interligado e interdependente.

Após realizar os estudos bibliográficos, foi que se notou que as modelagens sempre apresentavam problemas de compatibilidade com as noções sistêmicas, complexas. Mesmo a SSM, tem o problema de somente conseguir lidar com sistemas pequenos. O RAD mesmo tendo as vantagens de trabalhar com papéis e valorizar o reuso, tem sérios problemas por não trabalhar com detalhamentos mais específicos nos negócios e oculta a complexidade pela sua forma de tratamento inflexível de descrição. O CIM-OSA não observa os ciclos de vida.

Também surgiu a idéia de traçar um esboço de uma linguagem que conseguisse responder as necessidades sistêmicas, e que certamente necessitará de um longo período de estudos para que saia dos esboços traçados neste trabalho.

Um estudo como a modelagem proposta no Apêndice, pela LUMS, pode em estudos futuros, responder a produção de artefatos que possibilitem um desenvolvimento mais rápido e uma manutenção mais simples das aplicações da organização. Uma das formas de se conseguir desenvolvimento mais rápido é a geração automática de uma parte do código, que é denominada no ramo da informática de Genérica. A linguagem que se poderia utilizar no desenvolvimento certamente necessitará ser leve, versátil, moderna e O.O. Tal como a JAVA, C++, entre outras poucas, como o Delphi. A máquina de inferência podem ser o Fuzzy, Algoritmos Genéticos, Sistemas Multi-Agentes, por exemplo.

## REFERÊNCIAS

ABRAHAM, H. Ralph. *The Genesis of Complexity*. In: Series: Advances in Systems Theory, complexity, and the human Sciences. Edited by Alfonso Montuori, 2002.

ALEKSANDROWICZ, Ana Maria C. *Complexidade e Metodologia: um refinado retorno às fronteiras do conhecimento*. In: MINAYO, M.C. de Souza, DESLANDES, S.F.(Org.) *Caminhos do pensamento: epistemologia e método*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002. p. 49-79.

ALENCAR, F. M. R. *Mapeando a Modelagem Organizacional em especificações precisas*. 1999. p. 304 Tese (Doutorado) - Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1999.

AMARAL, Daniel; ROZENFELD, Henrique. *Metodologias (Frameworks) de Modelagem de Empresa*. Disponível em: <[http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos\\_port/pag\\_conhec/Ferramentas\\_Modelagemv1.html](http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/Ferramentas_Modelagemv1.html)>. Acessado em: - Out. 2005.

ANDERSON, P. *Complexity theory and organization science*. *Organization Science*, v. 10, n. 3, p. 216-232, 1999.

AXELROD, R.; COHEN, M. D. *Harnessing complexity: organizational implications of a scientific frontier*. New York: The Free Press, 2000.

BARANGER, Michel. *Chaos, complexity and entropy: a physics talk for non-physicists*. Massachusetts Institute of technology and New England complex systems institute, Cambridge, London, (1996).

BELLINI, Carlo Gabriel Porto; RECH, Ionara; BORENSTEIN, Denis. *Soft Systems Methodology: Uma Aplicação No "Pão Dos Pobres" De Porto Alegre*. *RAE-eletrônica*, v. 3, n. 1, Art. 3, Editora: Fundação Getulio Vargas, jan./jun. 2004.

BERTALANFFY, L. Von, *Perspectives on General Systems Theory: Scientific-Philosophical Studies*, George Braziller, New York, 1975.

BONGAERTS, L. “*Integration of Scheduling and Control in Holonic Manufacturing Systems*”. PhD Thesis, Production and Automation Division, Katholieke Universiteit Leuven. Leuven, Belgium, December 1998.

BOULDING, K.E. *General Systems theory, the skeleton of science*. [S.I.: s.n.] In: **Management science**, 1956.

BOULDING, K.E. *Science: Our common heritage*. Science. [S.I.: s.n.] In: Management science, n°. 207, p.831-836., 1980. BRESCIANI F., E.. MÉTODO DE ESTUDO DE SISTEMA - SISTEMOGRAFIA. Revista Eletrônica do Instituto de Informática PUC Campinas, PUC-Campinas, Campinas,SP, v. 1, n. 1, 2001.

BUBENKO JR., J.A.; WANGLER, B. *Objectives driven capture of business rules and information systems requirements*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, Le Touquet. Proceedings... (S.l.:s.n.), 1993. p. 670-677.

BUBENKO JR.; J.A.; STIRNA, J.; BRASH, D. *EKD user guide, Dpt of computer and systems sciences*. Stockholm: Royal Institute of Technology, 1999.

CAPRA, Fritjof - (1996) *A teia da vida*. São Paulo: Cultrix, 1997.

CAPRA, Fritjof. *Ponto de Mutação*. Ed. 31. São Paulo: Cultrix, 1982.

CARDOSO, Janette et al. *Redes de Petri*. Editora da UFSC, 1997.

CARNOY, M. *Escola e Trabalho no Estado Capitalista*. 2ª ed., São Paulo: Cortez, 1993.

CARVALHO, João Álvaro; RAMOS, Isabel; GONÇALVES, Ramiro. *Sistema: modelo conceptual de um objecto*. 2002

CAVALCANTE, Ricardo Caribé. *A comunicação organizacional e a legitimação social de organizações*. Grupo de Estudos Avançados em Comunicação Organizacional. FAMECOS-PPGCOM Publicado em 2002. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/famecos/geacor/texto9.html>>. Acessado em 07 Ago. 2005.

CHECKLAND, P. *Achieving 'desirable and feasible' change: an application of soft systems*

*methodology. Journal of the Operational Research Society*, v. 36, n. 9. 1985, pp. 821-831.

CHECKLAND, P. and SCHOLLES, J. *Soft Systems Methodology in Action*. Lancaster Univ., UK : John Wiley & Sons, 1999.

CHECKLAND, P.B., *Systems Thinking, Systems Practice*, John Willey & Sons, 1981.

CHEN, D., VALLESPER, B. and DOUMEINGTS, G. “GRAI integrated methodology and its mapping onto generic enterprise reference architecture and methodology” *Computers in Industry*, 1997. V33 p387-394.

COLELLA, V.S. E. Klopfer and M. Resnick, *Adventures in Modeling: Exploring Complex, Dynamic Systems with Starlogo*, Teachers College Press, Teachers College, Columbia University, 2001.

CORMEN, Thomas H.; LEISERSON, Charles E.; RIVEST, Ronald L.; STEIN, Clifford. *Introduction to Algorithms. second edition*. New York: MIT Press and McGraw-Hill, 2001

CÔRTEZ, Mario L.. *INF310 - Modelos de Qualidade de SW* – IC-UNICAMP, 1998.

COSTA, Heitor Augustus Xavier - *How to Compose an Object-Oriented Business Process Model? Disponível em: <[http://www.dcc.ufla.br/~heitor/Artigos/Artigo\\_002.html](http://www.dcc.ufla.br/~heitor/Artigos/Artigo_002.html)>. Acesso em: 20 de Dez. de 2006*

BUBENKO JR., J.A. *Extending the scope of information modelling*. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE DEDUCTIVE APPROACH TO INFORMATION SYSTEMS AND DATABASE, 4., Lloret-Costa Brava. Proceedings... Barcelona: Departament de Llenguatges i Sistemes Informatics of the Universitat Politecnica de Catalunya, 1993. p. 73-98

BUBENKO JR.; J.A.; STIRNA, J.; BRASH, D. *EKD user guide, Dpt of computer and systems sciences*. Stockholm: Royal Institute of Technology, 1999.

DAVENPORT, Thomas H.. *Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DE SOUZA, Kevin C. *Barriers to Effective Use of Knowledge Management Systems in*

*Software Engineering*. Communications of the ACM, vol. 46, n. 1, p. 99-101, jan. 2003.

FORRESTER, Jay Wright. *Urban dynamics*. Cambridge, Mass., M.I.T. Press, 1969.

FOSTER, Jason, KAY, James, Roe, Peter. *Teaching complexity and systems thinking to engineers*. 4th UICEE Annual Conference on Engineering education. Bangkok, Thailand, February, 2001. p.1 -10.

FURLAN, José David. *Modelagem de objetos através da UML – the unified modeling language*. São Paulo: Makron Books, 1998.

GARVIN, David. *The processes of organization and management*. Sloan Management Review, v. 39, n. 4, Summer 1998. GIGCH, J.P. Von, *System Design Modeling and Metamodeling*, Plenum Press, 1991.

GIRAULT, Claude e VALK, Rüdiger. *Petri Nets for Systems Engineering: A Guide to Modeling, Verification, and Applications*. Springer-Verlag, 2002,

GLEICK, James. *CAOS – A Criação de Uma Nova Ciência*. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

GONÇALVES, José E. L. *As Empresas são Grandes Coleções de Processos*. RAE-Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 40, N. 1, p. 6-16, Jan/Mar 2000.

HAMMER, Michael, CHAMPY, James. *Reengineering the corporation*. New York: HarperBusiness, 1994.

HARRINGTON, H. James. *Business process improvement*. New York: McGraw Hill, 1991.

HAY *et al.* *GUIDE Business Rule Project: Final Report*. 97. GUIDE International.

HEYLIGHEN, Francis. *The growth of structural and functional complexity during evolution*, in: F. Heylighen, J. Bollen & A. Riegler (eds). *The Evolution of Complexity* (Kluwer Academic, Dordrecht), p. 17-44. 1996. Disponível em: <<http://pespmc1.vub.ac.be/POSBOOK.html>. Acesso em: 15 de maio 2004. HEYLIGHEN, Francis. *Evolutionary Transitions: how do levels of complexity emerge?*, in: *Complexity*, vol. 1, n° 6, issue 1, 2001. Disponível em: <http://pespmc1.vub.ac.be/POSBOOK.html>>. A-

cesso em: 03 de Mar. 2004.

IAROSINSKI NETO, A. . *O controle e a autonomia na gestão dos sistemas complexos*. In: I Encontro Brasileiro de Estudos da Complexidade - I EBEC, 2005, Curitiba. Anais do I Encontro Brasileiro de Estudos da Complexidade. Rio de Janeiro : IEC, 2005. v. 1. p. 1-10.

HAMMER, Michael, CHAMPY, James. *Reengineering the corporation*. New York: HarperBusiness, 1994.

HOLLAND, J. *Sistemas complexos adaptativos*. In: NUSSENZVEIG, M. Complexidade e caos. 2ª Ed. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2003.

HÖPF, M. (1994) “*Holonic Manufacturing Systems – The Basic Concept and a Report of IMS Test Case 5*”. In: J. Knudesen *et al.* (Eds.), *Sharing CIM Solutions*. IOS Press. Disponível online em: <<http://hms.ifw.uni-hannover.de/public/Feasibil/holo2.htm>>. Acessado em 20 de Ago. 2006.

HUNT, V. (1989) *Computer-Integrated Manufacturing Handbook*. Chapman & Hall. March, 1989. (ISBN 0412016516)IDS, ARIS-Toolset-Business Reengineering mit dem ARIS-Toolset, Saarbrücken, 1994.

KERR, James e HUNTER, Richard. *Inside RAD*. 2ª ed. New YorkMc: Graw-Hill, 1994.

KETTINGER, W.; TENG, J.; GUSHA, S. .*Business process change: a study of methodologies, techniques, and tools*. MIS Quarterly, Minneapolis, v.21, n.1, p.55-80, 1997.

KOESTLER, A. *The GHOST in the MACHINE*. Arkana Books, 1989.

KIMBERLY, J. R., MILES, R. H. e ASSOCIATES. *The Organizational Life Cycle*. San Francisco: Jossey-Bass. 1980.

JACOB, F. *La logique du vivant*. Paris, Gallimard, 1970.

JOHNSON, S., *Emergence: The Connected Lives of Ants, Brains, Cities, and Software*, Simon & Schuster Trade, 2001.

LABES, Emerson M. *Estratégias e Organizações de Negócios*. Chapecó: Fies, 2002.

LE MOIGNE, J.-L. *A Teoria do Sistema Geral: Teoria da Modelização*, Instituto Piaget, Lisboa, Portugal, 1990.

LEITE, Maria S. A. *Proposta de Uma Modelagem de Referência Para Representar Sistemas Complexos*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2004.

LI, Hong; WILLIAMS, Theodore J. *A formalization and extension of the Purdue Enterprise Reference Architecture and the Purdue Methodology*. Purdue University: Purdue Laboratory for Applied Industrial Control School of Engineering, 1994.

LINDEMANN, Christoph. *Performance Modelling with Deterministic and Stochastic Petri Nets*. John Wiley and Sons, 1998,

LOSADA, M.; HEAPHY, E. *The role of positivity and connectivity in the performance of business teams*. **American Behavioral Scientist**, v.47, n.6, fev. 2004. Disponível em: <<http://losada.socialpsychology.org>>. Acesso em 10 nov. 2006.

LOVELOCK, James E. *Gaia A Terra Viva*. Disponível em: <[http://hps.infolink.com.br/peco/nage\\_03.htm](http://hps.infolink.com.br/peco/nage_03.htm)>. Acessado em 26 de Fev. de 2007.

LUYBEN, W.L. *Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers*. 2nd ed 1990

MACIEL, Paulo R. et al. *Introdução às Redes de Petri e Aplicações*. 10a Escola de Computação, 1996.

MALONE, T. W., CROWSTON, K., Lee, J., PENTLAND, B., DELLAROCAS, C., WYNER, G., QUIMBY, J., OSBORN, C., BERNSTEIN, A., HERMAN, G., KLEIN, M., and O'DONNELL, E. "Tools for Inventing Organizations: Toward a handbook of Organizational Processes." *Management Science*, 45, 3, (1999),

*Design*). Englewood, Cliffs NJ: Prentice-Hall, 1985.

MARTIN, James. *Information Engineering Design & Construction, Book III*. Englewood, Clifc NJ: Prentice-Hall, 1990.

MAYER, R. J., Menzel, C. P., e DeWITTE, P. S D. *IDEF3 technical report*. WPAFB,OH: AL/HRGA.,1991.

MAYER, R.J. *Approaches to design object management, Society ofManufacturing Engineers*. AutoFact '91, Chicago, IL, November 10 - 14, 1991

MAYER, Richard J., et al..*Família de IDEF dos métodos para Simultâneo Engenharia e Negócio Re-engineering Aplicações, Knowledge-Based Sistemas, Inc., 1992.*

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. *A árvore do conhecimento As Bases Biológicas do Conhecimento Humano*. Trad. Humberto Maroti e Lia Diskin. 4ª ed, 2004. São Paulo:Palas Athena, 2001.

MATURANA, Humberto e VARELA, Francisco. *De máquinas e seres vivos. Autopoiese, a Organização do Vivo*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

MORIN, Edgar. *O método 1: da natureza da natureza*; Tradução: Ilana Heineberg. 2ª edição. Porto Alegre: v. 1, sulina, 1977.

MORIN, Edgar. LE MOIGNE, Jean-Louis. *A inteligência da complexidade*. Tradução: Nurrimar Maria Falci. São Paulo: Peirópolis,2000.

MORIN, Edgar. 1973. *O paradigma perdido: a natureza humana*. 4. ed. Portugal, Publicações Europa-América.

\_\_\_\_\_. *Introdução ao Pensamento Complexo*. 3ª ed. Porto Alegre: Editor Sulina, 2007.

\_\_\_\_\_. *Ciência com consciência*. Portugal, Publicações Europa-América, 1982.

\_\_\_\_\_. *Amor, poesia, sabedoria*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1998.

MURATA, Tadao. *Petri Nets: Properties, Analysis and Applications*. *Proceedings of the IEEE, Vol. 77, No 4, April, 1989.*

NICOLIS, Gregoire, PRIGOGINE, Ilya. *Exploring Complexity: an introduction*. New York: W.H. Freeman, 1989.

NURCAN, S. *Analysis and design of co-operative work process a framework*. *Information and Software Technology*, v. 40, n. 3, p. 143-156, Jun. 1998.

PADUA, Sílvia Inês Dallavalle de; CAZARINI, Edson Walmir; INAMASU, Ricardo Yasushi. *Organizational Modeling: identifying organizational requirements for the development of information systems*. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 11, n. 2, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2004000200006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2004000200006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 07 Feb 2007.

PATCHING, D. *Seeking out the issues: how soft systems methodology was employed to advise a social services department on the use of information technology*. *OR Insight*, v. 5, n. 1. 1992, pp. 9-14.

PRIGOGINE, Ilya, STENGERS, Isabelle. *A nova aliança: metamorfose da ciência*, Tradução: Miguel Faria e Maria Joaquina M. Trincheira. Brasília: UnB, 3ª edição, 1997.

PRICEWATERHOUSECOOPERS, 2006. *Process Classification Framework – with short definitions*. Disponível em: <[http://64.233.179.104/translate\\_c?hl=pt-BR&u=http://www.globalbestpractices.com/Home/Document.aspx%3FFW%3DProcess%2Bclassificati-on%2Bframework%26Link%3DProcess%2Bframeworks/FAQs&prev=/search%3Fq%3DPROCESS%2BCLASSIFICATION%2BFRAMEWORK%26hl%3Dpt-BR%26lr%3D%26sa%3DG#Process%20classification%20framework%20classification%20framework](http://64.233.179.104/translate_c?hl=pt-BR&u=http://www.globalbestpractices.com/Home/Document.aspx%3FFW%3DProcess%2Bclassificati-on%2Bframework%26Link%3DProcess%2Bframeworks/FAQs&prev=/search%3Fq%3DPROCESS%2BCLASSIFICATION%2BFRAMEWORK%26hl%3Dpt-BR%26lr%3D%26sa%3DG#Process%20classification%20framework%20classification%20framework)>. Acessado em 15 de Dez. 2006.

RAPOSO, M. E FERREIRA, J. “*Estudo e Desenvolvimento de uma Taxonomia de Estágios de Ciclo de Vida das Pequenas e Médias Empresas*”, desenvolvido em co-autoria com o Mestre João José de Matos Ferreira, publicado na *REVISTA PORTUGUESA DE GESTÃO*, Nº 1/97, pág. (77-94)

ROLLAND, C.; NURCAN, S.; GROSZ, G. A. *Decision making pattern for guiding the enterprise knowledge development process*. *Journal of Information and Software Technology*, v. 42, p. 313-331, 2000.

ROSS, R. G., *The Business Rule Book: Classifying, Defining and Modeling Rules*, Second ed. Boston, Massachusetts: Database Research Group, 1999.

ROSE, J. *Soft systems methodology as a social science research tool. Systems Research and Behavioral Science*, v. 14, n. 4. 1997, pp. 249-258.

RUMBAUGH, James *et al. Modelagem e projetos baseados em objetos*. Rio de Janeiro : Campus, 1994

RUSHTON, Paul. *A Review of Process Mapping Techiques*. Cambridge University Engineering Department. Working Papers in Manufacturing. Cambridge, 1996.

SALDANHA, M. K.; IAROSZINSKI NETO. *Estudo de modelagem de referência de processos orientados a concepção de sistemas de gestão sob uma abordagem sistêmica*. In: SLADE 2006 & Encontro Luso-brasileiro de Estratégia, 2006, Balneário Camburiú. Anais do SLADE 2006 & Encontro Luso-brasileiro de Estratégia. Itajaí : Universidade do Vale do Itajaí UNIVALI, 2006. p. 1-10.

SALDANHA, M. K.; IAROSZINSKI NETO. *Cibernética - O mecanismo autômato e automático autogovernável indeterminístico*. In: II Seminário de Gestão de Negócios, 2005, Curitiba. Anais do II - Seminário de Gestão de Negócios. Curitiba : FAE, 2005. v. 1. p. 1-20.

SANTOS, A. R.; PACHECO, F. F.; PEREIRA, H. J.; BASTOS JR., P. A. *Gestão do conhecimento como modelo empresarial*. In: \_\_\_\_\_. *Gestão do conhecimento: uma experiência para o sucesso empresarial*. Curitiba: Champagnat, 2001. SHEN, W. e NORRIE, D. (1999) "Agent-Based Systems for Intelligent Manufacturing: A state-of-the-Art Survey". *Knowledge and Information Systems*, 1(2):129-156. Disponível online em <<http://www.acs.ucalgary.ca/~wshaen/papers/survey-abm.htm>>. Acessado em 20 de Ago. De 2006.

SILVA, L.S. ; SARAIVA, A. M. ; RODRIGUES, D. M. . *Information Systems Traceability Based On Ontology For Fish Farming Productive Chain (to apper)*. In: World Congress on Computer in Agriculture, 2006, Orlando. World Congress on Computer in Agriculture, 2006.

SILVA, Douglas M. da. *UML - Guia de Consulta Rápida*. Rio de Janeiro: Novatec, 2001.

SIMON, Herbert. *As ciências do artificial*. Tradução: Luís Moniz Pereira. Coimbra-Lisboa. Sucessor, 1969.

SOUSA, P.; RAMOS, C. e NEVES, J. “*Contracting Tasks Between Autonomous Resources – An application to dynamic scheduling of manufacturing orders*”. In Proceedings of The Fourth International Conference on The Practical Application of Agents and Multi-Agent Technologies (PAAM’99), pp.345-362. Londres, Reino Unido, 19 a 21 de Abril de 1999. (ISBN 1-902426-05-3)

SOUSA, P.; RAMOS, C. e NEVES, J. “*Manufacturing Entities with Incomplete Information*”. Studies in Informatics and Control Journal, vol. 9 (2), pp.79-88, June 2000. National Institute for R&D in Informatics. Roménia.

SOUSA, P.; SILVA, N.; HEIKKILA, T.; KALLINGBAUM, M. e VALCKNEARS, P. “*Aspects of Co-operation in Distributed Manufacturing Systems*”. Studies in Informatics and Control Journal, vol. 9(2), pp.89-110, June 2000. National Institute for R&D in Informatics. Roménia.

STACEY, R. *Complex responsive process in organizations – learning and knowledge creation*. London: Routledge, 2001.

STERGIOU, M.; JOHNSON, L. *The Importance of business rules in the organizational transformation process*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, ANALYSIS AND SYNTHESIS, 4., 1998, Orlando. Proceedings... Orlando: International Institute of Informatics and Systemics, 1998.

SUH, P. Nam. *The Theory of Complexity, Periodicity and the Desing Axioms*. In: **Research in Engineering Desing**. Verlag London limited.p.116-131, 1999.

SIMON, Herbert. *As ciências do artificial*. Tradução: Luís Moniz Pereira. Coimbra-Lisboa. Sucessor, 1969.

SIMON, Herbert. *The organization of complex systems*. In: HH Pattee, editor. Hierarchy Theory: the challenge of complex systems. New York: Harper & Row, 1974.

SNOWDEN, Dave. A nova forma de ser simples. HSMmanagement, nº 39, ano 7, volume 4,

p.98-106, jul-ago 2003. Traduzido de: Knowledge Management.

SVEIBY, K.E. *A nova riqueza Organizacional: gerenciando e avaliando patrimônios de conhecimento*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, Inc., 1997.

Tanenbaum, A. S. (2003a), “Redes de Computadores”, Campus, Tradução da 4ª edição.

TERRA, José Cláudio C. *Rflexões sobre a evolução da Gestão do Conhecimento no Brasil*. Produto & produção, v. 8, n. 2, p. 05-08, 2005.

UHLMANN, Günter Wilhelm. *Teoria Geral dos Sistemas - Do Atomismo ao Sistemismo*. em versão Pré Print: 2002. v. 1.

UHLMANN, Günter Wilhelm. *Análise de Uma Imagem Urbana - o Sistema Prisional*. COS / PUCSP : São Paulo, p. 07, 2001. Disponível em: <<http://www.cisc.org.br/portal/biblioteca/prisional.pdf>>. Acessado em: Jul de 2008.

VALCKENAERS, P.; VAN BRUSSEL, H.; BONGAERTS, L. e WYNS, J. (1997) “*Holonic Manufacturing Systems*”. Journal of Integrated Computer Aided Engineer, vol. 4(3), pp.191-201. John Willey & Sons, Inc.

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

VERNADAT, F.B. *UEML - towards a Unified Enterprise Modelling Language*. International Journal of Production Research, Volume 40, Issue 17. November 2002 , pag. 4309 – 4321. Disponível em: <<http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713696255~db=all~tab=issueslist~branches=40 - v40>>. Acessado em: Set de 2007.

WADDINGTON, C. H. *Tools for Thought: how to understand and apply the latest scientific techniques of problem solving*. New York: Basic Books, 1997.

WILLIAMS, T. J. “*PERA and GERAM – Enterprise Reference Architecture for Enterprise Integration*”. 1998. Disponível em: <[iies.www.ecn.purdue.edu/IIES/PLAIC/PERA-GERAM\\_10-98.pdf](http://iies.www.ecn.purdue.edu/IIES/PLAIC/PERA-GERAM_10-98.pdf)>. Acessado em: 12 de Jan de 2007.

WILLIAMS, Theodore J. *The Purdue Enterprise Reference Architecture and Methodology (PERA)*. Purdue University: Institute for Interdisciplinary Engineering Studies.

XEXÉO, Geraldo. *Modelagem de Sistemas de Informação- Uma Abordagem Prática*. Ed. 2003.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE - 1.0 PERCEPÇÕES PARA UM MODELO DAS DIMENSÕES DOS PROCESSOS

Este é somente um complemento do trabalho. É uma proposta de uma linguagem que se poderia aperfeiçoar para modelagem de sistemas complexos.

Para modelar um fenômeno de forma que represente a realidade, é preciso considerar as várias dimensões que o compõem e geralmente é muito difícil representar todas as dimensões que constituem um fenômeno num único modelo. Tendo-se consciência de que o fenômeno possui outras dimensões que não são contempladas no modelo, podem-se considerar, apenas, algumas de suas dimensões precisando-se administrar a racionalidade limitada do ser humano, que não consegue lidar com muitas dimensões de um fenômeno ao mesmo tempo.

A autonomia nos sistemas complexos de gestão por muito tempo foi descartada ou associada com a organização informal ou paralela, um fenômeno a ser tolerado ou ignorado. Mas freqüentemente é encarado como um fenômeno perturbador para a ordem estabelecida. Varela (1989) ainda afirma que a autonomia é a afirmação de própria identidade, resultado da sua regulação interna, a definição interna de ações para empreender e não comandadas do exterior. A autonomia atualmente é um elemento indispensável para a compreensão do funcionamento dos sistemas complexos e se distingue por seus comportamentos. Pode-se atribuir uma finalidade a um sistema se baseado na observação daquilo que ele faz.

*Para entender o comportamento do sistema, é necessário perceber que a maior parte do tempo ele recebe informações do ambiente, não como ordens, mas como perturbações (variações) que ele interpreta e submete aos seus mecanismos de equilíbrio internos. Portanto, os comportamentos do sistema são o resultado de uma consistência interna e não função de um controle externo. Num sistema complexo a autonomia se desenvolve nos limites do próprio controle e preenche os vazios do controle (e dos modelos) tornando possível o funcionamento do sistema. Para haver “controle” do sistema todos os estados devem ser conhecidos, toda a informação deve estar disponível e a evolução do sistema deve ser previsível. Em um sistema complexo estas condições jamais poderão ser preenchidas. Assim, nos sistemas complexos a autonomia será preciso para inteirar os espaços da ação não preenchidos pelo controle (IAROSZINSKI NETO, 2005). Quanto maior o conhecimento retirado das informações armazenadas, maior será a autonomia de um sistema e consciência de seus processos e suas conexões (conclusão e grifo próprios).*

## 1.1 PROPOSTA DA ARQUITETURA INICIAL

A seguir é apresentada a modelagem proposta. Foi direcionada para a representação dos sistemas complexos organizacionais e sociais. Ela foi elaborada para a formação e gestão de cadeias holônicas de produção, adaptativas, evolutivas, sociais e sustentáveis. Essa pesquisa mostra a validação desta modelagem de referência e contribui para que os sistemas sejam identificados como complexos e tratados por modelagens que possam captar a sua complexidade, fechando-se, assim, a lacuna, o “vazio” citado por Stergiou e Johnson (1998). Vazio este que se referencia distância, a separação entre as áreas dentro de uma empresa.

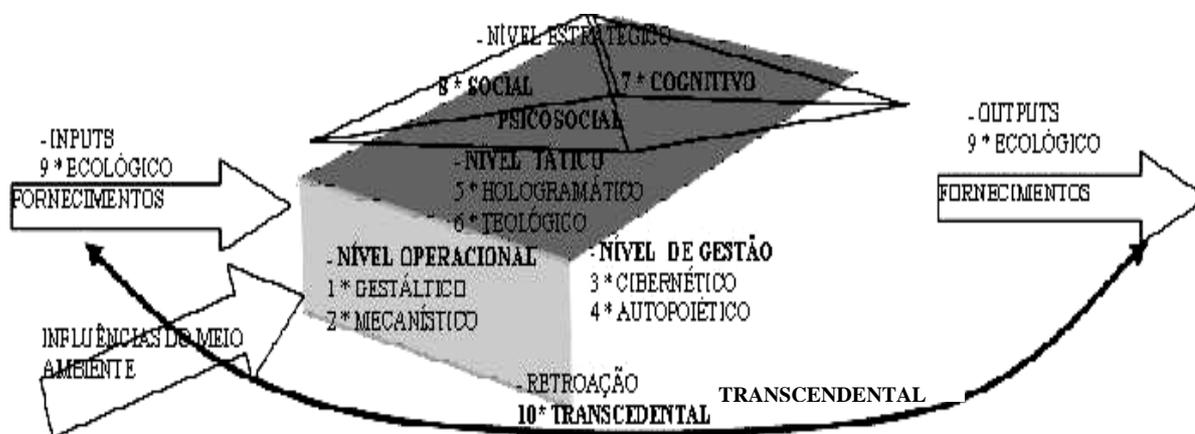


Figura 001 - Esquema geral de processos sob a visão das 10 dimensões da abordagem sistêmica e interação com o meio.

Fonte: a autora.

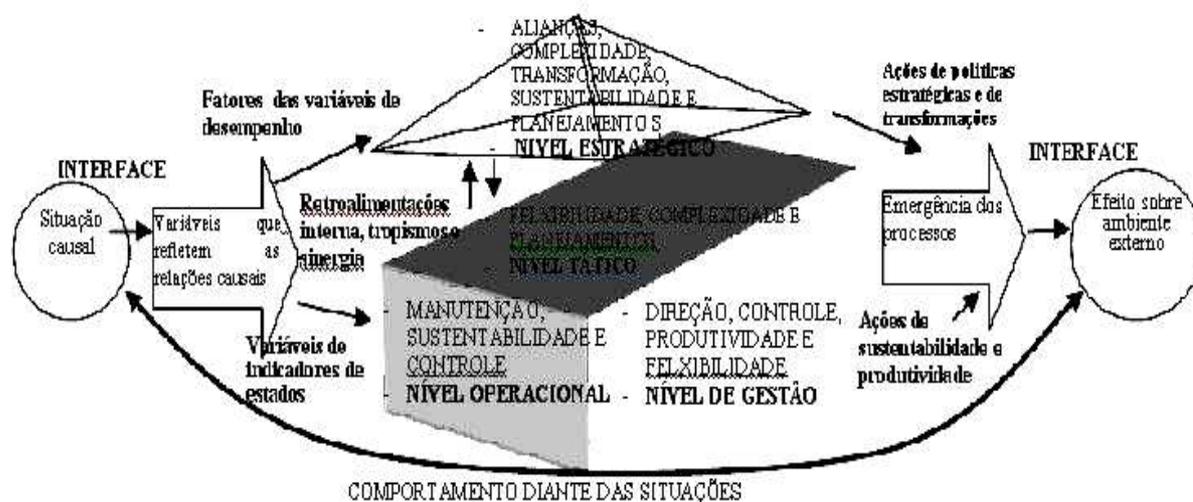


Figura 002 - A dinâmica da recursividade da interligação dos vários processos de um sistema de gestão com a visão das bases evolutivas de um sistema complexo.

Fonte: a autora.

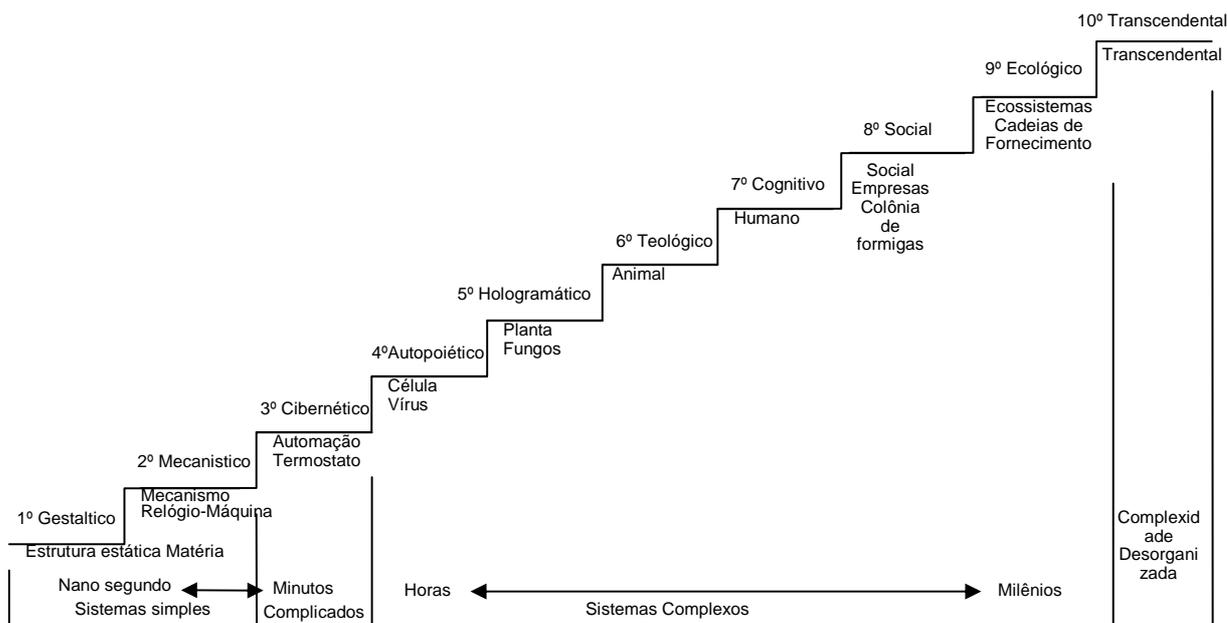


Figura 003 – As 10 dimensões (níveis) da abordagem sistêmica.

Fonte: Iarozinski Neto (2006).

As Figs. 4, 5, 6, 7, 8, 9 e a 003 foram utilizadas como base de estudo para as Figs. 001, 002 e 004 desta proposta de modelação. Com fundamento nas visões dos ciclos de vida e tempo e espaço das Figs. 4, 5 e 6.

Ao se realizar um planejamento se está preparando um futuro desejado, no qual é necessária uma visão sistêmica das dimensões existentes, se terá as necessidades de desenvolvimento e implementação para se atingir os objetivos. O que irá envolver os tipos de planejamento: estratégico, tático, de gestão e operacional. Foram usadas também como base deste estudo as quatro visões importantes do conceito de Arquitetura Aberta de Sistemas para Produção Integrada por Computador (CIM-OSA) em sua estrutura de modelagem conhecida como “CUBO CIM-OSA”: função (observando a necessidade de migrar para processos), informação, recurso e organização (SALDANHA, M. K.; IAROZINSKI NETO, 2006). O processo de construção de modelos – nos moldes sistêmicos - é formado de uma rede logicamente coerente de conceitos para integrar os dados observados, sem suprimir a participação do observador, como acontece na ciência clássica.

Tem-se então, o nível estratégico (ênfase na organização, nas pessoas) que envolve uma visão social (relações internas e externas do meio ambiente, com ocorrências de alianças, aumento de complexidade e planejamento), psicossocial (as relações e políticas das pessoas envolvidas em todos os níveis, o que ocasionará um maior entrosamento juntamente com flexibilidade, tal como os Parâmetros Sistêmicos Evolutivos e da Integralidade e suas ilhas de funcionalidade). Por fim, o nível cognitivo (emergente da relação social e psicossocial, o que

acarretará em maior sustentabilidade se bem direcionado e controlado para uma superior produtividade, permitindo uma maior compreensão das necessidades micro e macro-administrativos, econômicos e de materiais. Inclusive materiais advindos da natureza, a curto, médio e longo prazo – ver Fig. 009, onde se simula o papel humano na representação do que vê). É também onde se utilizam SI (Sistemas de Informação) e de SAD (Sistemas de Apoio a Decisão) com informações advindas dos outros níveis do sistema empresarial, utilizados pelos CIOs/Executivos.

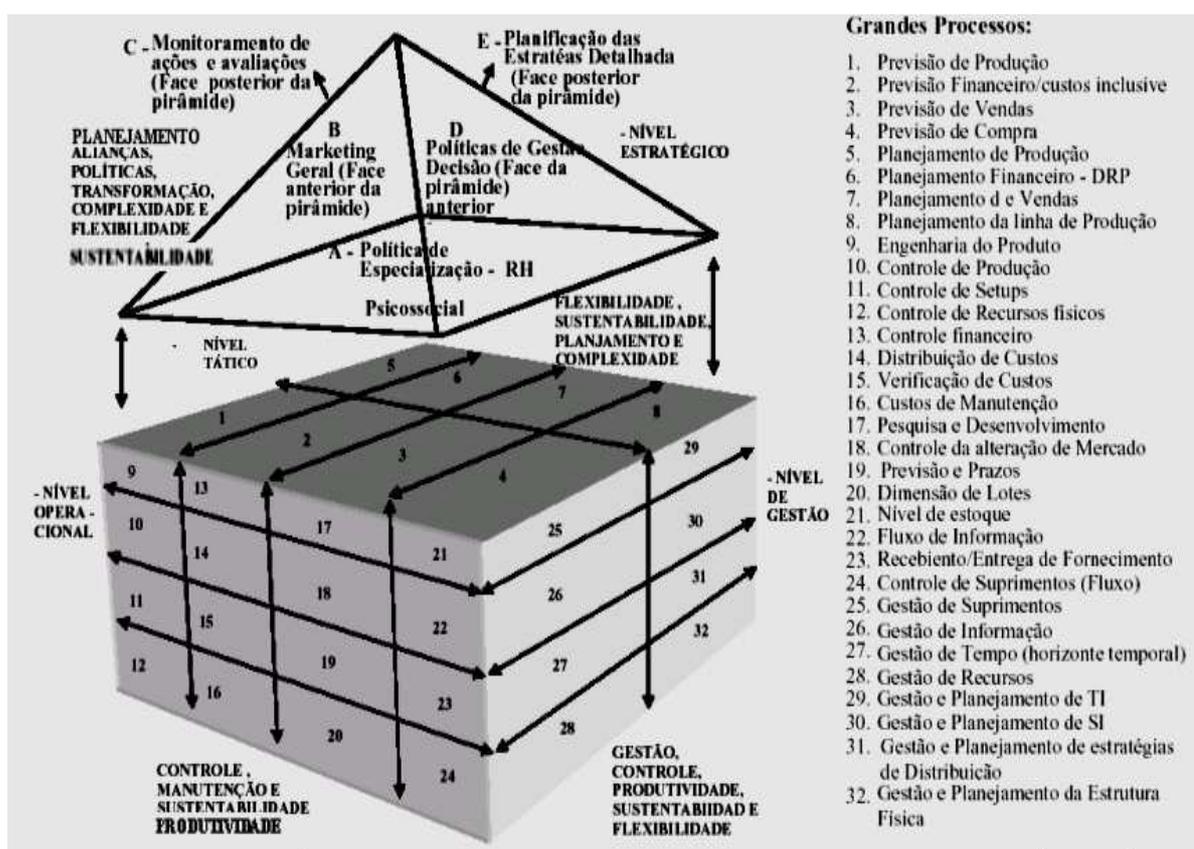


Figura 004 - Visão sistêmica e tridimensional da interligação dos processos de estratégias, táticas, gestacionais e operacionais de um sistema de gestão.

Fonte: a autora.

Enquanto na modelagem do CIM-OSA as visões dos recursos, da informação, da função e da organização são estudadas e apresentadas em separado, por influência cartesiana, neste modelo todas as visões necessitam estarem interligadas e interdependentes, ou seja, uma influência a outra. No caso da visão das funções (reatividade), é importante migrar para os processos (pro-atividade), em seguida têm-se as pessoas, os recursos e as informações (ver Fig. 57).

A Classificação da Estrutura dos Processos (*Process Classification Framework- PCF*)

contém 13 processos de negócio que se aplicam a quase todos os negócios. Cada um dos 13 processos é dividido em diversos sub-processos, segundo *PricewaterhouseCoopers* (2006). Mas como é um modelo direcionado para a realidade de países como os Estados Unidos, na modelagem de processos que se desenvolveu, se buscou observar a realidade empresarial brasileira. E a partir de estudos empíricos se desenvolveu esse modelo onde estão 32 grandes processos que são expostos na Fig. 004. É como se cada visão tivesse oito grandes processos. Mesmo assim, os subprocessos podem também usar o modelo de CEP ou PCF, apresentado no estudo de Vernadat (1996).

O nível Tático (ênfase nos recursos) envolve uma visão hologramática (visão das partes que formam o todo - o todo-em-cada-parte e cada-parte-no-todo -, mas de forma interconectada, o que permite um planejamento mais realístico, já que envolve as dependências e emergências) e teológica (onde se percebe as crenças, políticas e competências morais o que leva a responsabilidade cooperativa evitando o exagero competitivo e se busca maior cooperatividade, criando um maior equilíbrio).

O nível de Gestão (ênfase na informação) envolve uma visão cibernética (onde é possível gerir e decidir as necessidades tecnológicas gerais e necessárias, não só de informação, mas também de produção) e autopoietico (que permite ao sistema a capacidade de autogerenciamento, ou seja, auto-organização através de delegação e capacitação para tal e sustentabilidade ambiental interna e externa e frente a dependência da natureza).

O nível Operacional (ênfase na função, migrando para os processos) envolve uma visão gestáltica (percepção básica das formas a serem manufaturadas em sua engenharia além da própria estrutura de produção) e mecânica (se percebe as necessidades dos mecanismos envolvidos para produção e para ser produzido). Nas entradas e saídas há um envolvimento com o eco-sistema (que envolve a empresa afetando-a e sendo afetado, ocasionando tropismos em ciclos reversos). Dentro da retro alimentação, há um comportamento transcendental, já que é difícil a certeza da causa e efeito, infundindo uma conduta extremamente complexa. Há apenas possibilidade de visões de probabilidades diante do comportamento das situações (SALDANHA, M. K.; IAROZINSKI NETO, 2006). É neste contexto que também se pode verificar que as palavras de Marx ganham um maior significado:

“(...) O modo social de produção da vida material condiciona o processo de vida social, política e intelectual. Não é a consciência dos homens que determina a realidade; ao contrário, é a realidade social que determina sua consciência”. (*apud* CARNOY, M, 1993, p 54)

A partir da ênfase nos recursos que se é possível conectar todos. Pois os recursos vão deste a necessidade de pessoas, informações, a estrutura interna e externa, materiais em geral, máquinas, fornecedores, financeiros, até os clientes. Assim como as visões do CIMOSA. E,

assim como o CIMOSA as visões também são utilizadas neste modelo. Certamente também as visões de processos, recursos, informação e pessoas serão modeladas em todos os níveis sistêmicos e níveis empresariais.

Complementando, a seguir se faz uma explanação mais detalhada dos níveis evolutivos e organizacionais da Fig. 004 observando as Fig. 002, 003 e 005:

1. **O nível Gestáltico:** onde estão as estruturas físicas e a percepção destas, de suas formas e de como se co-relacionam dentro da organização e como são distribuídas, onde se realizam controles operacionais, onde se percebe o todo para se entender as partes, a percepção dos elementos físicos, das máquinas e suas formas, suas configurações. São os processos de percepção das formas, dos acontecimentos, das sensações, das necessidades, do que forma a organização, portanto interliga os outros níveis.

2. **O nível Mecanístico:** onde está o relacionamento direto do homem e da máquina, é necessário a intervenção humana para o funcionamento da máquina passiva, ainda em nível operacional (SALDANHA, M. K.; IAROSZINSKI, 2006; SALDANHA, M. K.; IAROSZINSKI NETO, 2005. p. 3).

3. **O nível Cibernético:** Nesse nível estão as máquinas ativas e não necessitam da ação direta do homem, o relacionamento entre a máquina e o homem, máquinas autômatas, automáticas (SALDANHA, M. K.; IAROSZINSKI, 2006; SALDANHA, M. K.; IAROSZINSKI NETO, 2005. p. 3). Também estão as capacidades de gestões, de autonomia. Produção em processamento contínuo em que um ou poucos operários monitorizam um processo total ou parcialmente automático de produção. A participação humana é mínima, mas é o homem quem define a inteligência. É necessária a gestão e criação da informação para se poder gerir.

4. **O nível autopoietico:** capacidade de auto-recuperação, da entropia negativa (ou anatrofia), onde se gerencia as necessidades, as capacidades criando competência, aptidão de auto-organização dentro dos setores. Como exemplo, seriam máquinas ou programas com capacidade de detectar seu problema e restaurar-se, ou detectar problemas na linha de produção e indicar o melhor caminho de resolver o problema. Esta atividade tem, ainda, a capacidade de definir diagnóstico e manutenção. Capacidade de gerar os seus próprios objetivos e de ter consciência da sua existência e identidade, quando orgânico, vivo.

5. **O nível Hologramático:** nível dos planejamentos táticos diretos dos setores, de suas necessidades físicas e de seus recursos tanto físicos quanto humanos, onde acontecem os estudos táticos de sustentabilidade, exige grande flexibilidade. Onde se tem a visão do inter-relacionamentos das partes, não apenas dentro dos setores, mas entre os setores e de sua interdependência, da consciência da grande complexidade. Visão de que a parte está no todo assim como o todo está na parte. O todo é efetivamente uma macro unidade, mas as partes

não estão fundidas ou confundidas nele: têm uma dupla identidade própria que permanece (portanto, não redutível ao todo) e uma identidade comum, a da sua cidadania sistêmica. Morin (1982, p. 141) cria o termo *unitas multiplex*, em que integra termos antagonistas para elucidar a noção de complexidade:

“Ao mesmo tempo, devemos considerar o sistema não só como uma unidade global (o que equivale pura e simplesmente a substituir a unidade elementar simples do reducionismo por uma macrounidade simples) mas como *unitas multiplex*: também aqui estão necessariamente associados termos antagonistas. O todo é efetivamente uma macrounidade, mas as partes não estão fundidas ou confundidas nele: têm uma dupla identidade própria que permanece (portanto, não redutível ao todo) e uma identidade comum, a da sua cidadania sistêmica.”

6. **O nível Teológico:** onde estão os planejamentos táticos dentro do entendimento da natureza humana em suas varias capacidades e faces. Onde estão as crenças, as políticas da organização e do quanto tudo isso interdepende do meio onde está inserido, dos seres humanos envolvidos, a ética no comportamento, nas ações. Afirma Morin (1973, p. 145):

“ (...) para compreendermos o homem, devemos unir as noções contraditórias do nosso entendimento. Assim, ordem e desordem são antagonistas e complementares, na auto-organização e no devir antropológicos. Verdade e erro são antagonistas e complementares na errância humana.”

E ainda mais uma vez recorre-se a Morin, que ressalta a importância do amor para a vida (1998, p.67) (e numa empresa, no trabalho, são parte da vida):

“Mas isso não é o suficiente. Se o mal que sofremos e fazemos sofrer reside na incompreensão do outro, na auto-justificação, na mentira a si próprio (*self deception*), então o caminho da ética — e é aí que introduzirei a sabedoria — reside no esforço da compreensão e não da condenação, no auto-exame que comporta a autocrítica e que se esforça em reconhecer a mentira para si próprio.”

7. **O nível Cognitivo:** onde se visualizam as estratégias organizacionais corporativas, os planejamentos estratégicos detalhados. A base é o psicossocial já que é a inteligência humana que irá “digerir” as necessidades, as compreensões das interligações, as análises das informações dos níveis táticos, de gestão e operacional, além dos inputs e *outputs* dos níveis transcendental e social. O uso de Sistemas de Apoio a Decisão (SAD) são muito importantes e com o auxilio deles serão criados planejamentos estratégicos e políticos de transformações.

8. **O nível Social:** ainda em nível estratégico. Visão da Organização. Monitoramento de ações e avaliações. Administração do conhecimento. A base é o psicossocial. Valorização e análise das ações e relações internas e externas. É onde se observa o ser humano em relação a organização, a sociedade, e com ele mesmo. Suas necessidades, direitos e deveres. A organização e o ser humano como “Sólon” reativo, criativo e pró-ativo.

9. **O nível Ecológico:** fornecimentos (*inputs e outputs*) internos e externos. Neste nível ocorrem as emergências das ações políticas estratégicas de transformações. Acontecem as ações de produtividade e sustentabilidade que fazem acontecer e se perceber as emergências

dos processos também em forma de variáveis dos indicadores de estados e dos fatores de variáveis de desempenho.

10. **O nível Transcendental:** efeitos sobre o ambiente externo e deste sobre o interno (fatores causais). Ocorrem as retroalimentações indeterminísticas e dentro desta retroalimentação, nas entradas e saídas há um envolvimento com o eco-sistema (que envolve a empresa afetando-a e sendo afetado, ocasionando tropismos em ciclos reversos, ou seja, o Ecológico). E diante do comportamento da natureza se pode ver que as empresas e o meio ambiente onde estão inseridas sofrem alterações em diferentes direções e as tendências podem desaparecer tão rapidamente quanto apareceram. Há ainda uma sinergia que envolve e interliga todos os hólons. O transcendental é as emergências.

O conhecimento é emergência sistêmica e quanto mais crescer, maior será a capacidade do sistema se auto-organizar, tal como afirma Bertalanffy (1975), Capra (1996), Le Moigne (1990), Saldanha, M. K.; Iarozinski (2006), entre vários outros.

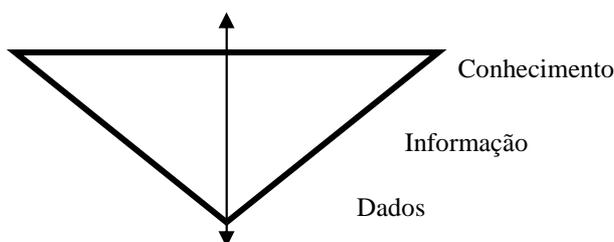


Figura 005 - O duplo sentido da construção triangular do conhecimento.

Fonte: Sveiby (1997).

A construção triangular do conhecimento segundo Sveiby (1997), a que aqui é aludido de forma breve, pressupõe, por um lado, a interdependência entre o conhecimento, a informação e os dados, e por outro, a necessidade de alternância entre eles (Fig. 005). Dito de outra forma, o conhecimento, a informação e os dados não são, em nossa opinião, entidades independentes, nem é meramente simbólica a relação que entre eles estabelecemos. Torna-se importante dissertar sobre a construção do conhecimento porque ele é um fator emergente do nível cognitivo, influenciado pelo nível Teológico, das interações sociais, das visões hologramáticas e responsável pela capacidade de autopoiese.

No que concerne ao primeiro – dados – e tendo presentes as categorias emergentes na análise de conteúdo, pode-se, sinteticamente, dizer que “os dados são elementos objetivos, descontínuos e quantificáveis, desprovidos de significado, de fácil gênese e transporte, essenciais ao funcionamento organizacional, porquanto incorporam todo um potencial para a criação de informação”.

Relativo à informação, esta se traduz num “conjunto tangível de dados organizados de

forma lógica e intencional, com caráter inacabado, podendo consubstanciar-se num ato comunicativo, interpessoal, multiforme e polissêmico, indispensável ao regular funcionamento organizacional, porquanto incorpora todo um potencial para a criação de conhecimento”.

Quanto ao conhecimento, este será entendido como “uma combinação complexa, dinâmica e multidimensional de elementos de ordem cognitiva, emocional e comportamental, “um ativo” que é pessoal e socialmente construído, cuja orientação para a ação o torna determinante para o funcionamento das organizações. Na sua forma explícita é de mais fácil acessibilidade, partilha e reprodução, sendo a sua forma tácita bem mais discriminativa, embora a sua operacionalização e gestão exijam processos meta cognitivos complexos. Remete para o papel ativo e criativo dos atores organizacionais, apóia-se na ação individual e tem nos grupos e nos contextos de partilha vetores essenciais para a sua projeção a nível organizacional. Enquanto recurso inesgotável que, contrariamente aos demais, aumenta à medida que se utiliza, constitui uma das mais importantes fontes de vantagem competitiva sustentável”. Portanto se torna necessário a modelação dessa presença humana cognitiva também nas modelagens de dados (SVEIBY, 1997). O conhecimento é complexo e auto-organizável. Representa um poderoso recurso estratégico e contribui como uma ferramenta de diagnóstico para as empresas. E dentro deste contexto o modelo do funcionamento organizacional proposto valoriza o fator humano. Na proposta complementar de uma linguagem de modelagem, a LUMS, se valoriza sempre o poder de decisão e satisfação das pessoas envolvidas nos processos.

## 1.2 A QUALIDADE DOS MODELOS

Dos conceitos do balanço dos pêndulos, com seu comportamento irregular e dependente do meio, é possível se chegar a conclusão de que uma empresa cujo ambiente onde está inserida, que também apresenta comportamento instável e inconstante, que não é aconselhável usar como modelo uma solução anterior ou de outra empresa, pois ela pode não gerar os mesmos resultados satisfatórios senão houverem estudos de adaptação. Há ocorrências que, mesmo se sabendo como os eventos acontecem (política, economia, etc.) não é possível resultados constantes, pelo fato de que existem combinações por vezes não percebidas que emergem, demonstrando a não linearidade que poderá trazer outros resultados. Sendo que, a observação e estudo destas inconstâncias se tornam importante, pois elas podem mostrar algo ainda não apreendido e acarretar até uma inovação.

É importante também, quando se pensa em modelo geral de Sistemas de Informação, é observar a qualidade, que assim como a empresa evolui, seus processos também e de forma dinâmica. Utilizando a visão CMM (Capability Maturity Model), no primeiro nível, os processos são *ad-hoc* (não planejados, informais, improvisados), em seguida é necessário a gestão de requisitos, planejamento acompanhamento de projeto, gestão de subcontratação, garantia da qualidade, gestão de configuração. Depois é importante gerir a integração do software e a coordenação intergrupos além da revisão de todos os pontos (*peer reviews*), depois a quantidade de processos, a mudança de processos e de tecnologias.



Figura 006 – Os cinco níveis do CMM (Capability Maturity Model).

Fonte: CÔRTEZ, Mario L. (1998).

É conveniente a visibilidade apropriada dos processos de desenvolvimento do software e dos processos os quais ele irá controlar, observando a evolução no nível de maturidade: medidas, pessoas e tecnologias. A seguir a descrição dos cinco níveis do CMM:

Nível 1: Coleta de dados é feita de maneira *ad hoc*, Sucesso depende de indivíduos e heróis. Regime constante de emergência (apagar incêndio). Relacionamento entre grupos é descoordenado e muitas vezes conflitante, A introdução de novas tecnologias é arriscada.

Empresas que se mantêm neste nível quando começam a crescer, tendem a sofrer prejuízos constantes, o que acarretará sua queda em tempo restrito, se não partir para o segundo nível.

Nível 2: Coleta de dados de atividades de planejamento e acompanhamento é feita de maneira sistemática, o sucesso ainda depende de indivíduos, mas passam a contar com apoio gerencial. Os compromissos são compreendidos e gerenciados. Existe treinamento para algumas funções e as atividades bem definidas facilitam a introdução de novas tecnologias. Evoluindo para este estágio, o risco de entrar em entropia rapidamente decresce.

Nível 3: Todos os processos definidos têm coleta sistemática de dados, os quais são compartilhados por todos os projetos da organização, os grupos de projeto trabalham de maneira coordenada. O treinamento é planejado de acordo com as necessidades de cada papel e aplicado convenientemente. As novas tecnologias são avaliadas qualitativamente.

Este nível de evolução de organização já permite a visão da necessidade de atualizações constantes nos vários níveis organizacionais.

Nível 4: A definição e coleta de dados são padronizadas na organização e os dados são usados para entender os processos de maneira quantitativa e estabilizá-los. Existe um forte sentido de trabalho em equipe. Novas tecnologias são avaliadas quantitativamente.

É neste nível que se cativam os conhecimentos e valorizam-se os recursos humanos, aplicando-se nesta riqueza intangível, mas decisiva.

Nível 5: Os dados coletados são usados para avaliar e selecionar possibilidades de melhoria de processos. Todos estão engajados em atividades de melhoria contínua. Novas tecnologias são planejadas e introduzidas com total controle (CÔRTEZ, Mario L.,1998).

Já é um nível onde a evolução alcançou um estágio em que os concorrentes são enfrentados de igual para igual. Diante de estudos e pesquisas que facilitarão as estratégias de combate mais eficazes.

Analisando a Fig. 006 e a descrição do Nível 1, comparado aos outros, do CMM, a visão da realidade é de que os processos são dinâmicos e estão em constante evolução, os processos evoluem na medida em que o nível de maturidade cresce: – classes de processos: gerenciais, organizacionais e de engenharia de software. Na Fig. 004 estão as interligações dos grandes processos, facilitando a visualizações da interconexão destes e da conseqüente sinergia que emerge. Diante dela é possível perceber o enfoque num ambiente de processos dinâmicos, evolutivos e com capacidade de adaptação de forma flexível e da necessidade de robustez, descentralização, autonomia, reatividade, necessidade de agilidade crescente, tal como um sistema holônico que é, com uma premente imposição de lidar com informações incompletas, em face da realidade de hoje e de amanhã que se delineia, diante de uma globalização (interconexão) mundial crescente.

### 1.3 MODELAGEM USANDO UML

A UML é usada no desenvolvimento dos mais diversos tipos de sistemas. Ela abrange sempre qualquer característica de um sistema em um de seus diagramas e é também aplicada em diferentes fases do desenvolvimento de um sistema, desde a especificação da análise de requisitos até a finalização com a fase de testes. O objetivo da UML é descrever qualquer tipo de sistema, em termos de diagramas orientados a objetos. Naturalmente, o uso mais comum é para criar modelos de sistemas de software, mas a UML também é usada para representar sis-

temas mecânicos sem nenhum software. O que fez foi unificar as metodologias de Booch<sup>12</sup>, Rumbaugh<sup>13</sup> e Jacobson<sup>14</sup>, entre outras, padronizando modelos e observando o melhor de cada proposta. Porque há um grande problema que é o de grande variação de símbolos, gráficos e terminologias para cada metodologia. O objetivo da UML é descrever qualquer tipo de sistema, em termos de diagramas orientados a objetos.

Aqui estão alguns tipos diferentes de sistemas com suas características mais comuns:

- Sistemas de Informação;
- Sistemas Técnicos;
- Sistemas *Real-time* Integrados;
- Sistemas Distribuídos (como CORBA, COM/DCOM ou Java Beans/RMI);
- Sistemas de Software;
- Sistemas de Negócios;

A maioria dos sistemas não possui apenas uma destas características acima relacionadas, mas várias delas ao mesmo tempo. Sistemas de informações de hoje, por exemplo, podem ter tanto características distribuídas como *real-time*. E a UML suporta modelagens de todos estes tipos de sistemas.

É importante observar que atores representam, na verdade, papéis desempenhados por pessoas, dispositivos ou outros softwares quando estiverem interagindo com o sistema. Por exemplo, um ator cujo identificador seja Aluno não representa um aluno específico, mas sim um aluno qualquer, ou seja, uma pessoa qualquer que esteja interagindo com o sistema na qualidade de aluno. Desta forma, um ator pode representar um entre vários indivíduos, equipamentos ou softwares. De forma análoga, uma entidade externa pode ser representada na forma de vários atores. Isto ocorre quando a entidade tem mais de um papel (tipo de participação ou interação) no sistema. Por exemplo, o indivíduo João da Silva poderia ser representado em um sistema na forma do ator Usuário, pois ele interage com o sistema nesta qualidade, e também na forma do ator Administrador, pois ele também interage com o sistema para este outro fim que é a administração do software.

Atores são representações de entidades externas, mas que interagem com o sistema

---

<sup>12</sup> Booch - Um sistema é analisado a partir de um número de visões. Seu enfoque maior de análise é estruturado, com adaptação para O.O. Seu problema é a geração de análise de processos com deficiência de interação com dados.

<sup>13</sup> Rumbaugh - OMT (Técnica de Modelagem de Objetos) - É composto dos modelos de objetos, funcional e use-cases. Conservador e enforque na O.O.. Mas o ponto fraco é a falta de notação específica para representar a passagem de mensagem entre os objetos. Não representa a realimentação.

<sup>14</sup> Jacobson - OOSE/Objectory - Baseados na utilização de use-cases, é proposto para os mais diferentes problemas. E o que mais interessa é o fato de seu foco ser a categorização de pessoas e equipamentos dependendo do seu papel no sistema global. Seu ponto fraco é o enfoque simplista usada, pois os objetos são representados apenas como círculos. Mas são muito utilizados também para modelar processos.

durante sua execução. Basicamente, a interação de atores com o sistema se da através de comunicações (troca de mensagens). As entidades externas representadas pelos atores podem ser: pessoas, dispositivos, hardwares, softwares (FURLAN, 1998; SILVA, 2001).

#### 1.4 A MUDANÇA DE ENFOQUE

Tradicionalmente se modelava pensando no sistema como um conjunto de programas que executavam processos sobre os dados, depois veio a Orientação a Objetos que vê o mundo como uma coletânea de objetos que interagem entre si, apresentando características próprias apresentadas por seus atributos e operações, ou seja, seus dados e processos sucessivamente. Agora é necessário também observar a complexidade e o comportamento humano, que na verdade são realmente quem fazem as coisas acontecerem.

É na Orientação a Objetos (O.O.) que há também interações entre os objetos, realimentações, tal como os *feedbacks*. É apropriado ver as partes e suas interações e emergências próprias, formando um conjunto, sob uma visão sistêmica e holística. Permite a generalização, mas a visão holônica é que permite a real integração, assim unir as duas visões é interessante. Nada é imutável, cada vez que achamos que já encontramos a derradeira saída, vem uma inovação e suplanta a antiga.

A modelagem por O.O. (Orientado a Objeto) possibilita ainda incrementações graduais de componentes aos já instalados ou modelados, ampliando a abrangência do sistema. Isso se aplica a este trabalho, já que o propósito é de que seja um modelo geral e visa facilitar os processos de evolução. O fator “herança” é importante quando se pensa em evolução e especialização. Para Malone, *et al.* (1999), o processo de herança permite utilizar exemplos de um processo específico que herda características do processo de seu pai (mais genérico) e também mantém características ou componentes específicos. Em processo de modelagem genérico, este é um conceito útil e particular que ajuda a construção do início de um protótipo, definido por um modelo de processo genérico. Há também a noção de decomposição que é usada por todas as técnicas de representação de processos e baseia-se na suposição de que todos os processos podem ser fragmentados para baixo ou decompostos em partes secundárias ou em atividades secundárias. Essa noção precisa ser aperfeiçoada. A fragmentação não pode tender a visão cartesiana de partes separadas, mas sim de partes que estão interconectadas e participam de um todo, de forma interconectada. E isso precisa estar presente nos modelos. Esse é seu maior problema.

Então como se ofereceu um modelo de processos que observa a complexidade, também se percebeu que as linguagens atuais de modelagem não conseguem responder a essa complexidade. Assim, a seguir, como um bônus, está um estudo inicial de uma linguagem que cubra as necessidades da modelagem com base sistêmica.

#### **1.4.1 Modelagem inicial de uma proposta de linguagem para sistemas complexos**

A seguir se apresenta o modelo esquemático, que representa graficamente os elementos, eventos, processos e estados dos sistemas organizacionais industriais, em forma de diagramas, fluxogramas, etc.

##### 1.4.1.1 Descrição Textual

O sistema inicial será do setor de compra e venda da empresa, onde serão observadas as ações do comprador frente os fornecedores, as ações dos vendedores frente suas vendas.

O que se considera inicialmente, é que se deve tratar com igual valor a compra e a venda. Tudo tem seu início a partir das necessidades das organizações. Quando se quer vender, se observa o mercado e o meio onde se está inserido, suas necessidades e características. O que leva a necessidade de se produzir, é preciso então comprar, e dessa compra se terá a maior parte do lucro. È nesse estágio que se analisa e considera desde a matéria prima, passando pelas máquinas, pelo financeiro, até as especializações ambientais, organizacionais e humanas. Para tudo é necessário pensar bem nas estratégias de forma hologramática e social, o que implica em fatores teológicos (as crenças e políticas internas da organização).

Como todos os estágios estão interligados e interdependentes, conseqüentemente se chega a um qualificado pós-venda, que é a maior estratégia de fidelização de cliente, o que já atinge uma visão ecológica (envolve o ambiente interno e externo) e transcendental (onde acontece as retro alimentações, as quais são fruto de interações, fornecimentos que acarretarão conseqüências que são até inesperadas).

Serão necessários cadastros de compra e venda, de pessoal interno e externo, de produtos e suas classificações, de clientes, de transportes, de formas de financiamento do

pagamento, o que é mais gestáltico (visão da matéria, da estrutura física) e mecanístico (visão das manipulações de equipamentos e operações que necessitam de intervenção humana), em um nível operacional. Contendo também consultas e relatórios de todas as transações em um nível gerencial e tático, para análises, que gerarão capacidade de autopoiese ou auto-organização, dentro das aptidões cibernéticas. Trata da informação que tramita entre as máquinas, os seres vivos e os grupos sociais, das retroações, da aprendizagem, da não linearidade das situações causais, ou regulação que permite a autonomia de um sistema - seja um organismo, uma máquina, um grupo social. De onde veio também as seguintes questões para a gestão e controle: Quem produz? Quanto produz? Para quem produz?

Entremeando todos os níveis, está a dimensão do cognitivo (execução em conjunto das unidades do saber e da consciência, que foram baseados nos reflexos sensoriais, representações, pensamentos e lembranças, com o processo mental que consiste em escolher ou isolar um aspecto determinado de um estado de coisas relativamente complexo, a fim de simplificar a sua avaliação, classificação ou para permitir a comunicação do mesmo através da abstração – capacidade de imaginar as resultantes de determinada decisão ou ação, sem recorrer a mecanismos físicos ou mecânicos de resolução).

O fator decisional envolve todas as ações e, portanto o ser humano é peça fundamental em todos os processos, o que traz a necessidade de buscar a pró-atividade e não apenas a reatividade. Desta forma, a descrição e uso de processos e não apenas das funções destes processos é utilizado. É de vital importância também a valorização do psicossocial, social e cognitivo em um nível estratégico (observar Figs. 001, 002 e 004).

#### 1.4.2 Comparação de modelagem

A seguir se podem ver as tabelas de listas de transações, tanto em UML como em LUMS.

Nº do caso	Quem inicia	Processo - nome do caso de uso	Descrição do método
1.	Contado	Início do sistema	Quando se verifica a necessidade de compra ou venda.
2.	Gerente de produção	Elaboração de consultas	Quando da necessidade de tomar decisões.
3.	Gerente de produção	Análise dos relatórios de produção	Fazer consulta dos materiais estocados, produzidos, dos pedidos de venda, do recurso humano.
4.	Gerente de Produção	Cadastro da produção	Quando da verificação da necessidade dos pedidos, faz o calculo de produção.

5.	Gerente de Produção	Emissão de relatórios	Ao pretender planejar e responder a questionamentos da diretoria.
6.	Vendedor	Cadastro dos pedidos	Quando há contato de clientes, faz o devido cadastro.
7.	Vendedor	Elaboração de consultas	Ao necessitar decidir sobre as vendas (ex. datas de entrega, forma de transporte, etc.).
8.	Vendedor	Emissão de relatórios	Ao responder as necessidades da gerencia e diretoria.
9.	Comprador	Cadastro dos pedidos	Quando da verificação das necessidades de produção conforme os cadastro de pedidos de venda, realiza a compra.
10.	Comprador	Elaboração de consultas	Ao necessitar decidir sobre as vendas (ex. datas de entrega, forma de transporte, necessidades mais urgentes, etc.).
11.	Comprador	Emissão de relatórios	Ao responder as necessidades da gerência e diretoria.
12.	Diretoria	Elaboração de consultas	Quando da necessidade de análise contábil e financeira.
13.	Diretoria	Emissão de relatórios	Quando da realização de venda e compras, requisitam os relatórios de custos e do financeiro, das compras e das vendas.
14.	Diretoria	Análise de relatórios	Quando da realização de venda e compras, requisitam os relatórios de custos e do financeiro, das compras e das vendas.
15.	Diretoria	Requer ação de Marketing	Ao verificar necessidade de estratégias, produtos novos, etc.
16.	Marketing	Elaboração de consultas	Quando necessita de informações de como está a situação atual ou prováveis mudanças situacionais.
17.	Marketing	Emissão de relatórios	Quando necessita realizar análises ou informar a diretoria.
18.	Marketing	Análise de relatórios	Realiza as análises para tomar decisões.
19.	Marketing	Cadastro dos estudos	Quando têm os resultados dos trabalhos de pesquisa os armazena.
20.	Marketing	Emissão de relatório	Quando necessita realizar análises ou informar a diretoria.
21.	Financeiro	Elaboração de Consultas	Quando necessita de informações de como está a situação atual ou prováveis mudanças situacionais.
22.	Financeiro	Emissão relatórios	Quando necessita realizar análises ou informar a diretoria.
23.	Financeiro	Análise de relatórios	Realiza as análises para tomar decisões.
24.	Financeiro	Faz cadastros deste setor	Quando têm os resultados dos estudos do mercado os armazena.
25.	Financeiro	Emissão relatórios	Quando necessita realizar análises ou informar a diretoria.
26.	Contábil	Elaboração de consultas	Quando necessita de informações de como está a situação atual ou prováveis mudanças situacionais.
27.	Contábil	Emissão de relatórios	Quando necessita realizar análises ou informar a diretoria.
28.	Contábil	Análise de relatórios	Realiza as análises para tomar decisões.
29.	Contábil	Elaboração de cadastros deste setor	Quando têm os resultados dos números, entradas e saídas os armazena.
30.	Contábil	Emissão relatórios	Quando necessita realizar análises ou informar a diretoria.
31.	Recursos Humanos	Elaboração de Consultas	Quando da necessidade de desenvolvimento humano, cargos e salários e outros.
32.	Recursos Humanos	Atualização Cadastros	Conforme as decisões tomadas.
33.	Recursos Humanos	Emissão relatórios	Quando necessita realizar análises ou informar a diretoria.
34.	Departamento De Pessoal	Elaboração Consultas	Quando da necessidade de buscar informações sobre as pessoas, pessoais ou trabalhistas.

35.	Departamento De Pessoal	Atualização de Cadastros	Sempre que acontecerem mudanças referente as pessoas, sejam empregados, fornecedores ou clientes.
36.	Departamento De Pessoal	Emissão de relatórios	Quando necessita realizar análises ou informar a diretoria.

Quadro 001 - LISTA DE TRANSAÇÕES – UML

No Quadro 001 acima é apresentada uma forma usual de listar processos pelo método UML.

Nº do caso	Quem inicia	Processo - Procedimento	Quem recebe	Descrição do método-Conhecimento
1.	Situações causais	Início da cadeia de processos, onde surge uma necessidade, seja de compra, venda, mudança, outros.	Ambiente interno ou externo da organização.	Quando há a retroalimentação interna ou externa, com suas variáveis que refletem essas relações que emergem dos processos, cria ou atua sobre o sistema causando tropismos.
2.	Ambiente interno ou externo	Influencia as necessidades de	Contato (pessoa)	Conforme o ambiente reage e age diante das situações causais surgem necessidades de planejamentos, de contatos, de análises, de mudanças.
3.	Contato (pessoa)	Influenciado pelas necessidades, influencia	Controles operacionais dos setores da organização	Através das influências realizam-se os fornecimentos ( <i>input/output</i> ) a um nível macro e micro ambiental.
4.	Controles operacionais	Alterações de cadastros e controles conforme as situações causais.	Responsável (pessoa)	Quando necessário as informações são lançadas ou alteradas para serem utilizadas em retroalimentação, como fator de sustentabilidade e produtividade.
5.	Verificação de custos e distribuições	Influenciados pelas emergências se planeja.	Produção - ambiente interno	Conforme os resultados das análises os gestores criam estratégias e decidem.
6.	Gestores (pessoas)	Influenciados pelas emergências definem as ações através de planos.	Ambiente interno ou externo da organização	Usando os controles administrativos operacionais definem as necessidades de produção, compra e venda e engenharia de produtos e do desenvolvimento de produtos (P&D).
7.	Decisões/Critérios do Setor Estratégico	Definições de objetivos e políticas estratégicas.	Ambiente interno ou externo da organização	Através das informações emergentes definem as ações de negócios.
8.	Ações de sustentabilidade dos recursos	Verificações das situações dos recursos.	Produção - ambiente interno	Sejam de pessoas ou materiais, eles também definem o lucro, a produção, a compra e a venda.
9.	Visão da organização.	A um nível cognitivo se percebe a interligação das partes com suas emergências e administra.	Gestores - outros (pessoas)	Seja ambiente interno ou externo ou ambos, se observa a holografia existente e as emergências tais como as variáveis de desempenho e indicadores de estados
10.	Visão das ações de políticas estratégicas.	A diretoria (pessoas) decide as ações de alto nível.	Ambiente interno ou externo da organização	Utilizando as informações colhidas são definidas as estratégias, ações a nível tático, e de gestão.

Quadro 002 - LISTA DE PROCEDIMENTOS DE TRANSAÇÕES – LUMS.

No Quadro 002, uma forma sistêmica de ver a lista de transações em uma empresa (ex. de uso da LUMS). A seguir se realizará uma análise sistêmica de um setor de vendas de uma organização, observando o setor de compras.

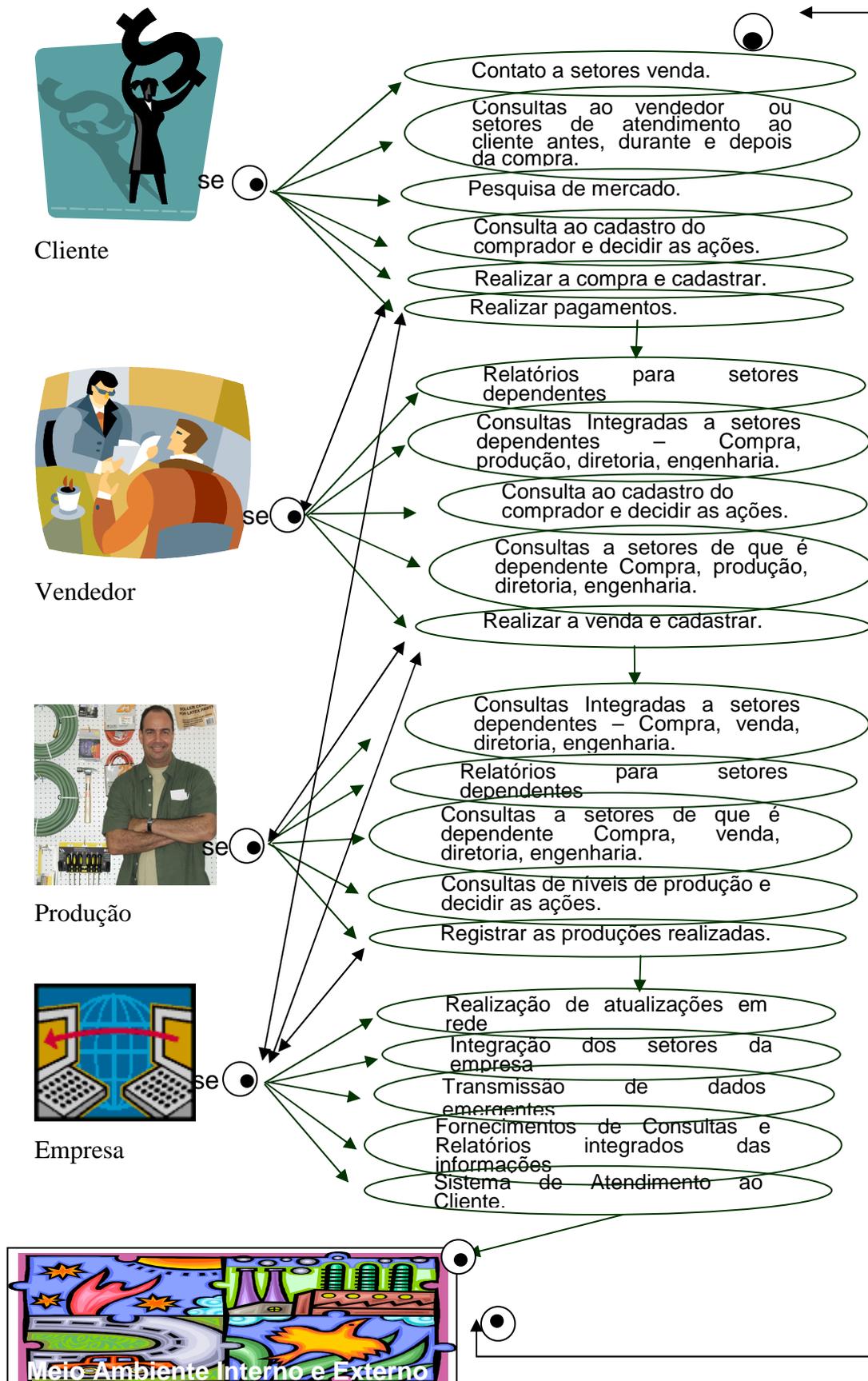
Nº do caso	Quem inicia	Processo - nome do caso de uso	Quem recebe	Descrição do método
1.	A rede de computadores	Situações causais de atualizações emergentes	O vendedor/comprador e a organização	Sempre que for o programado ou necessário, ocorrem as atualizações do sistema integrado por rede.
2.	O vendedor/comprador para outros setores	Emissão de relatório de vendas para o setor de compras e de produção.	O sistema do Banco de Dados na rede da organização. A rede.	Observando as necessidades dos outros setores que dele dependem, gerar as informações necessárias, tais como o setor de produção e de compras.
3.	Outros setores para o vendedor	Requisição de relatório de produção	O setor de vendas (o vendedor)	Necessita destas informações para poder fixar os prazos e garantir entregas, já que depende do setor de produção para isso.
4.	O vendedor e o cliente	Elaboração de roteiros das vendas	O setor de compras e a produção, pelo Banco de dados	Observando os relatórios das vendas já realizadas, do que está sendo produzido e comprado, planejar as principais alternativas.
5.	O vendedor e o cliente	Elaboração de consultas sobre a situação do cliente	O vendedor no setor de vendas e gestores	Análise da situação cadastral para junto com o cliente decidir as ações, sugerir compra, sugerir a forma de pagamento.
6.	O vendedor/comprador, o cliente e a produção	Realização do pedido	Pessoal do setor de compras e de produção pelo Banco de dados	Após observações gerais necessárias, cadastrar as informações da venda/compra feita, para que os setores que dependam destas informações as estudem o mais rápido possível.

Quadro 003 – LISTA DO CASO DE USO.

O caso de uso pela LUMS é apresentado a seguir, onde se observam como o sistema de suporte a vendas oferece de funcionalidade de seus processos. Onde seus atores principais são o vendedor, o setor de produção, a empresa e o cliente. Se percebe uma interligação entre todos os processos.

No Quadro 003 se observa que não haverá modelação que separe a compra da venda, como partes distintas, o que se faz é modelar o processo como se complementassem, já que são interdependentes. Não há compra se não se vende, e não há venda se não acontecem compras. Delas serão apenas observadas as diferenças. Mas são nestes setores que acontecem as negociações das entradas e saídas da organização

Figura 007 - CASO DE USO – LUMS.



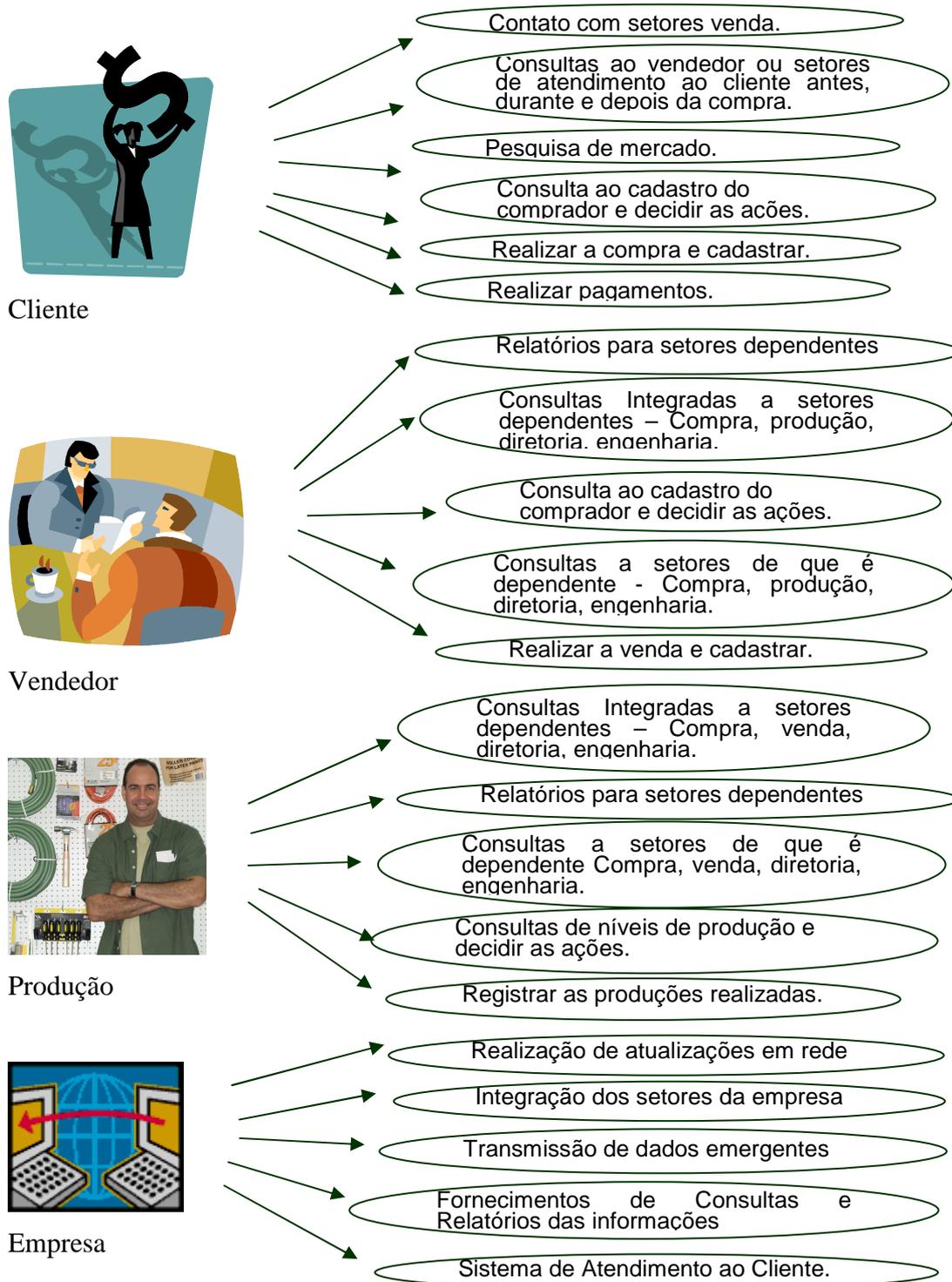


Figura 008 – Caso de Uso usando UML.

Observando o Caso de Uso em LUMS, é possível ver um exemplo de processo não determinístico acontecendo (Fig. 007). O Cliente Interage diretamente com o Vendedor e com a Empresa, mas indiretamente com o setor de Produção. Todos esses setores interagem de forma interconectada e acontecem interseções em seus eventos. E acima de tudo, é o meio ambiente que interfere em todos e faz o feedback interno e externo. É a retroalimentação com

seus fatores causais que alimenta a cadeia, de onde surgem N possibilidades de combinações de forma não hierarquica. As transições ocorrem entre as posições dos eventos necessários a serem realizados, mas uma ordem rígida, de forma holoquica e holônica.

É demonstrado a diferença de enfoque e de detalhamento entre as duas formas apresentadas (Figs. 007 e 008). Na primeira se observa uma visão ampla das várias implicações e interações entre os vários setores envolvidos e funções. No segundo se vê apenas a ação direta do ator e suas funções sem a devida inteiração, direta e visual entre os envolvidos.

### 1.4.3 Desenvolvimento do Modelo Genérico LUMS

Abaixo é apresentado um processo referente ao exemplo utilizado na Fig. 66 e adaptado para uma representação de um ciclo de vida deste onde ocorre um *feedback* que o torna sem um fim definido. São apresentadas também as concorrências (pontos em movimento e os arcos) juntamente com a asincronicidade. Ao se fazer a comparação da Fig. 009 com as da página 98 a 100 (Redes de Petri) e da 86 a 88 (Fluxogramas do IDEF3) é possível ter a comprovação da funcionalidade e alterações.

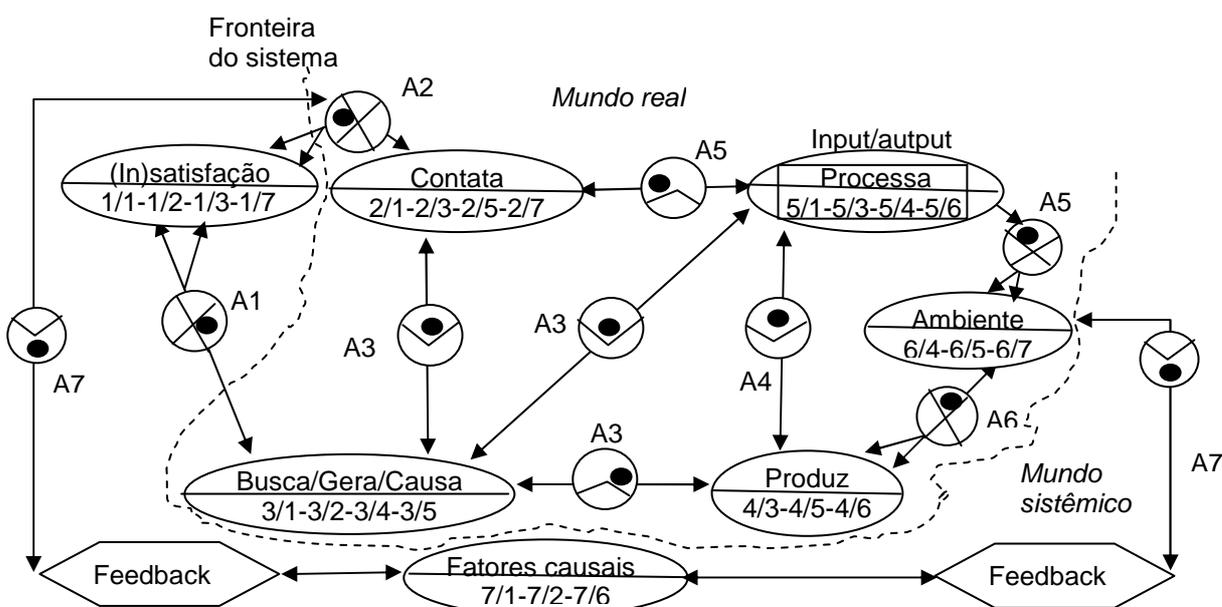


Figura 009 – Exemplo do Modelo Conceitual da LUMS.

Fonte: a autora.

Cada processo disparado está contido em fluxos sistêmicos organizacionais que podem ser observados na Fig. 010. Onde se pode notar a ocorrência da cognição acontecendo, que afeta o nível social, o teológico, a visão hologramática, as condições de autopoiese e as percepções do gestáltico. É o mundo sistêmico afetando o mundo real. A Cognição está presente em cada instante de decisão, em cada percepção de necessidade, de satisfação ou insatisfação. É a própria base do ciclo de vida de um organismo ou organização.

Neste modelo conceitual da Fig. 009, está o ciclo de vida de um processo de compra/venda (são processos ligados diretamente com os *inputs/outputs*) de forma indeterminística com a concorrência e sincronicidade, adaptado da rede de Petri, utilizando a rede de transição do IDEF3 (por quê em Redes de Petri não se modelam as transições entre os processos), Fluxogramas e a visão dos estágios do SSM (o CATVPA). Esses estágios foram adaptados para a LUMS (Fig. 59).

Se observa na Fig. 009, que o setor de compra ou venda tem o mesmo mecanismo, portanto podem usar no sistema, o mesmo formulário de cadastro, com um indicador apenas, que mostre de qual modalidade se trata. Procurou-se identificar a informação-integração neste *design*, observando um desenvolvimento baseado em cliente/servidor. Os *inputs-outputs* acontecem através dos eventos de processamentos que ocorrem na rede da organização por servidores, interconectado em servidores.

Entre a linha pontilhada se considera dois mundos diferentes mas dependentes (o que não se observa nas redes de Petri). E é esta ambiguidade que confirma a complexidade. Na área do mundo sistêmico, onde se realizam as análises lógicas, mentais, cognitivas. Já no mundo real se realizam os estudos culturais, as ações efetivas, os processos são concretos.

É possível ver como os processos se interligam, como ocorrem as transições e se provoca uma rede de interações. Possui arcos de ligação e junção, que é quando um processo causal provoca mais um processo e diferentes. É uma junção de métodos, entre SSM, Petri, IDEF3. Usa de forma visível as notações lógicas de OU, XOE e E. Mas acima de tudo modela as ações não previsíveis mas plausíveis.

O tipo de rede escolhida é inspirada em redes Petri, é a Escolha assimétrica - concorrência e conflito. Matematicamente:

$$\forall p_1, p_2 \in P : (p_1 \bullet \cap p_2 \bullet \neq \emptyset) \rightarrow [(p_1 \bullet \subseteq p_2 \bullet) \vee (p_2 \bullet \subseteq p_1 \bullet)]$$

**Notação:**

A1= Insatisfação ou Satisfação.

A2 = Cliente.

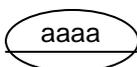
A3 = Vendedor.

A4 = Produção.

A5 = Empresa-Rede (TI - Tecnologia de Informação).

A6 = Meio Ambiente Interno e Externo.

A7= Fatores Causais.



Evento do Processo– ação – transição ou ocorrência.



Rede de transição entre os eventos dos processos (ex. 2/1: processo 1 provoca o processo 2)



Mudança de estado (ponto).



Junção (As junções podem ser de dois tipos: junções divergentes (*Fan-Out*) e convergentes (*Fan-in*)<sup>15</sup>).



Arco de ligação de inter-relacionamento, retro-alimentações.



Arco de ligação de relacionamento de alimentação.



Preparação - refere-se a um determinado grupo de operações não incluídas.



Processamento.



XOR



OU



E

- Para a representação de divergências no processo de fluxo paralelamente ou de fluxo alternativo, que as Junções divergentes ou *Fan-out*, se pode utilizar os Símbolos Esquemáticos de Processos do IDEF3: Assíncrona “E”; Síncrona “E”; Assíncrona “OU”; Síncrona “OU”; “XOR” .

São usados também conectores Lógicos (vistos acima nas Notações), que permitem a união e separação de fluxos segundo as considerações de E, OU ou OU - exclusivo, usados na Metodologia eEPC, mas também se usa em outras metodologias de análise de sistemas e de algoritmos.

Para a representação de uma convergência paralela ou de fluxo alternativo dentro de simples fluxo Junções convergentes ou *Fan-in*<sup>16</sup>: Assíncrona “E”; Síncrona “E”; Assíncrona “OU”; Síncrona “OU” ; “XOR” .

As referências podem ser um processo, um cenário ou pela Rede de Transições. Um Cenário representa o que está ocorrendo. É uma descrição das diferentes perspectivas. Poderão ocorrer situações onde o processo de transição pode ser afetado por mais de uma Referência. Neste caso podem ser identificados dois tipos básicos de situação, Referências Ordenadas

<sup>15</sup> Adaptado de Mayer, R. J., Menzel, C. P., e deWitte, P. S D. (1991).

<sup>16</sup> Adaptado de Mayer, R. J., Menzel, C. P., e deWitte, P. S D. (1991).

Temporalmente, e Referências Simultâneas Temporalmente. As referências são utilizadas para indicar que um processo de instrução ocorre em dois estágios. As referências não impõem uma restrição do tempo no processo principal, isto é, embora devam começar, não têm que terminar antes que o processo seguinte comece.

A Rede de Petri está sendo usada também porque usa redes de evento/condição e ainda facilitam a descrição precisa e compacta dos aspectos dinâmicos do processo, suportam especialização e suportam simulação do processo. Também está se modelando as atividades através das entradas e saídas.

Na metodologia SSM considera-se que há a crença de que pessoas diferentes podem ter diferentes interpretações da mesma experiência, ainda, de que acima do nível operacional, que “o que fazer” é mais importante do que “como fazer”, que é muito comum as pessoas discutirem a partir de diferentes hipóteses, que explorar as conseqüências das percepções das pessoas é decisivo, sobretudo quando há desacordo a respeito de objetivos. Desta forma, é possível ver na revisão bibliográfica a interferência da satisfação ou não das pessoas, pois são elas que gerarão os fatores causais que afetarão a empresa e o meio ambiente e este afetará a empresa e sua produção.

São projetados por seres humanos os Sistemas de Atividades Humanas, com intenção em mente. São sistemas abertos com relações internas e externas, incluem seres humanos, possuem um espaço de tempo finito e, para poder continuar a existir, empregam regulação interna que permite equilíbrio dinâmico. Isto é, precisam se atualizar, se modificar se preciso, para com o ambiente externo.

A proposta da LUMS é que a execução, assim como uma rede de Petri é não-determinística. Isso significa que múltiplas transições podem ser habilitadas ao mesmo tempo (cada uma pode ser disparada) e que nenhuma transição deve ser obrigatoriamente executada em determinado momento. Mesmo que não estejam definidas as dependências lógicas entre as atividades, a dependência pode ser estabelecida usando redes de processo/condição que facilitam a descrição precisa e sintetizada dos aspectos dinâmicos do processo, suportam especialização e suportam simulação do processo. Portanto respondem as necessidades de representação de interdependência.

As mudança de estado é evidenciada pelos movimento de pontos negros, de lugares para lugares; Iso acontece quando ocorrem disparos de transições mas só quando há pontos negros suficientes nos lugares de entrada. O disparo de uma transição representa a ocorrência de um evento ou de uma ação tomada. Após o disparo os pontos negros são transferidos dos lugares de entrada para os lugares de saída.

*A diferença desta modelação é que em redes de Petri se modela a concorrência, a sincronicidade, mas não a recursividade. Também não mostra a seqüência desta recursividade, nem como os processos são interdependentes. Por isso o uso da IDEF3 e da SSM. A SSM lida com a ambiguidade sistêmica, a começar pela visão do mundo real e do sistêmico se interligando. E ainda dá estrutura às situações organizacionais e políticas complexas do problema, forçando também ao usuário a procurar uma solução.*

*A forma como modelam as funções e processos despertou atenção no IDEF3, por diagramar a transição de estados do objeto com a descrição do processo. Além disso, o “ativograma” do IDEF3 é complementar do Diagrama de Atividade do UML. Isso devido ao fato de capturar as entradas e saídas, as regras de negócio e condições de qualidade, que são elementos integradores. No UML as atividades são demonstradas apenas na sua seqüência linear. Para se observar essa rede de transição ver a Fig. 32 que é um diagrama da rede da transição do estado do objeto (OSTM) do IDEF3. Pode-se ver o uso dessa rede de transições também em uso na LUMS, na Fig. 009.*

Uma descrição do fluxo do processo IDEF3 captura uma definição de um processo e a rede das relações que existe entre processos dentro do contexto do cenário total em que ocorrem. E no exemplo da Fig. 009, ainda tem influência de um fluxograma porque pode-se gerar um algoritmo e ainda tem o uso de símbolos e raciocínio.

É conveniente destacar que neste ciclo de vida (Fig.009) não se percebe um fim definitivo. O que se vê é um ciclo de retroalimentação. No mundo real, como já se citou anteriormente, para CARDOSO, Janette (1997), os eventos acontecem simultaneamente. Um sistema pode ter diversos estados locais para formar um estado global. Existe a necessidade de modelar concorrência e sincronização. Que é o que se está buscando fazer.

É importante a gravação dos dados que cruzam resultando das entrevistas *fact-finding* (fato-encontrado) em atividades da análise dos sistemas, da determinação do impacto do recurso da informação de uma organização nos cenários principais da operação de uma empresa, da documentação dos procedimentos da decisão que afetam os estados e o ciclo de vida de dados compartilhados críticos, particularmente manufaturar, projetar, e dados da definição de produto da manutenção, do controle da configuração dos dados e mudar a definição da política do controle, de fazer o sistema projetar a análise do *trade-off* (fim de negócio) e de fornecer a geração do modelo da simulação.

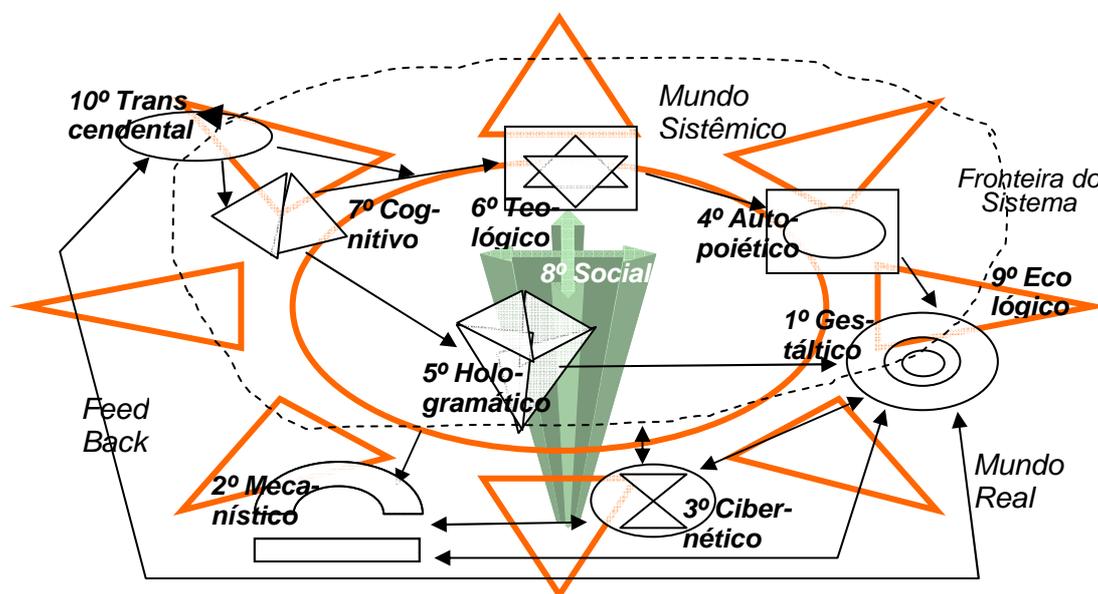


Figura 010- Fluxo dos Níveis Sistêmicos nas Organizações.

Fonte: a autora.

O conhecimento é diferente da informação. É construído socialmente, depende de múltiplas experiências capitadas pelos sentidos e se revela principalmente na ação e na decisão. Evoluindo da competição, emerge a espiral de geração do conhecimento onde estão a socialização (compartilhamento de experiências), a externalização (conversão do conhecimento tácito em explícito), internalização (incorporação do conhecimento explícito no conhecimento tácito) e combinação (sistematização de conceitos) o que gerará a capacidade de cooperação (SANTOS, *et al.*, 2001), importante base dos sistemas holônicos. Confirmando a tendência, necessidades e comportamento dos sistemas holônicos de produção.

Dentro de uma organização (portanto possui uma estrutura, percebida e que o é, o gestáltico), existem fluxos contínuos ocorrendo de modo assíncrono e indeterminístico, mas também ocorrem de forma síncrona, o que revela a complexidade. São interligados pelas necessidades, pela estrutura existente, pelos *feedbacks* (que ocorrem de forma transcendental) e finalmente pelas emergências das interconexões hologramáticas (  ), percebidas pelo cognitivo (  ), “enquadradas” pelo teológico (  ) e “aproveitadas” (pelo aumento de conhecimento) pelo autopoietico (  ) (quanto mais conhecimento maior o poder de auto-organização). E isso afeta o social (  ) e a forma como percebe o gestáltico, e depois o hologramático e o cognitivo absorvem essa percepção. Como se pode observar na Fig. 010.

O nível Ecológico (  ) está entre todos os níveis, porque os envolve com suas emergências. O nível Social afeta e é afetado pelos níveis 4, 5, 6 e 7 diretamente, o 1 afetado pelo modo como é observado pelo social, e o que é percebido dele afeta o social, que emerge também destas influências (ver Fig. 010).

O nível Gestáltico (  ) fica na fronteira de sistemas, porque se trata da percepção do físico, das partes e do todo. Como a percepção é do mundo sistêmico e o físico é do mundo real, como há uma “intersecção”, esse nível fica na fronteira. Assim como o transcendental (  ), já que representa a retro alimentação existente entre os sistemas e subsistemas, o meio-ambiente (interno e externo). As retro alimentações são impressões percebidas pelo cognitivo e teológico, efeitos dos fatores causais, por si só são percepções, mas também podem ser fatos, acontecimentos, assim, estão entre dois mundos. O mecânico (  ) e o cibernético são (  ) do mundo real, um influenciando o outro, pela simples dependência, principalmente pelo mecânico, mas ambos são afetados e afetam o mundo sistêmico, mas o mecânico não afeta diretamente o mundo sistêmico, mas através do cibernético. A percepção da estrutura física é realizada pelo gestáltico (ver Fig. 010).

Esta proposta de modelagem é apenas uma sugestão inicial. Necessitando certamente de maior desenvolvimento, detalhamento, estudos mais profundos. O que requer um tempo de mais anos de pesquisa e comprovação.

Antes de um desenvolvimento de um protótipo, futuramente pode se aprimorar o modelo de forma mais amplo. Após, desenvolver um modelo parcial seguida de uma modelagem customizada. Realizar testes. Somente então, como próximo passo das análises do desenvolvimento deste proto-modelo, construir um protótipo inicial, onde serão observados os níveis de maturidade de desenvolvimento de software, modelando adequadamente e de forma o mais abrangente e consciente possível os processos envolvidos, em LUMS (Linguagem Unificada de Modelagem Sistêmica). O que permitirá refletir o melhor do estado da prática e atender as necessidades daqueles que desejam uma compreensão mais completa dos sistemas de informação de uma organização. Não esquecendo de utilizar as melhorias de processos de software e avaliação do processo de software (ex.: CMM - *Capability Maturity Model*). Hoje a LUMS é somente uma proposta de uma proto-linguagem, apenas motivada. Sendo o modelo de processos com uma percepção dos seus fluxos não lineares que inspirou este trabalho.