

**2º CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS
RIBEIRÃO PRETO – SP**

ÁREA TEMÁTICA: ABORDAGEM SISTÊMICA NAS ORGANIZAÇÕES

**NECESSIDADE DE ADAPTAÇÃO DE METODOLOGIAS E LINGUAGENS DE
MODELAGEM DE EMPRESAS PARA A GESTÃO AMBIENTAL**

Autores

Camila do Nascimento Cultri (Mestranda) milacultri@hotmail.com

Jair Wagner de Souza Manfrinato (Dr.) jwsouza@feb.unesp.br

Renato de Campos (Dr.) rcampos@feb.unesp.br

Departamento de Engenharia de Produção – FEB/UNESP
Av. Eng. Luiz Edmundo C. Coube n° 14-01, Vargem Limpa
Bauru – SP, CEP 17033-360

RESUMO

Metodologias e linguagens de modelagem de empresas, tais como CIMOSA, PERA, GIM e GERAM, vêm sendo propostas para a integração e gestão de empresas, entre outros objetivos. Elas buscam integrar todos os aspectos típicos de uma empresa, tais como as suas funções, informações, recursos e organização. Elas são empregadas, por exemplo, para o desenvolvimento de sistemas de informações, projetos de sistemas automatizados e simulações, assim como para a melhoria de processos da empresa. Cada vez mais a gestão ambiental tem sido considerada como uma importante questão no projeto e gerência da empresa (ou cadeia de empresa), a qual deve ser tratada dentro de uma abordagem sistêmica. Apesar das principais metodologias e linguagens de empresas contemplarem uma visão sistêmica, elas não possuem definidas claramente atividades e construtores de modelagem que facilitem a identificação e tratamento de questões relacionadas à gestão ambiental. Este artigo tem como objetivo mostrar a necessidade de se abordar de forma sistêmica a gestão ambiental nas empresas, apresentar algumas das principais metodologias e linguagens de modelagem de empresas, e propor alguns direcionamentos para contemplar aspectos de gestão ambiental nessas ferramentas de engenharia de empresas.

Palavras-chave: visão sistêmica; gestão ambiental; modelagem de empresas.

ABSTRACT

Enterprise modeling methodologies and languages, such as CIMOSA, PERA, GIM e GERAM, has been proposed to the enterprises integration and management. They intent integrate all typical aspects of an enterprise, as functions, information, resources, and organizations. They are employed, for example, to the information systems development, design of automated productions systems, and simulations, to enterprise processes changing. Nowadays, the environment management is considered an important point in the enterprises design and management, which should be developed with a systemic approach. Although the mains enterprise methodologies and languages contemplate a systemic vision, they haven't clearly defined enterprise modeling activities and constructs that facilitates the identification and treatment of management environment aspects. This article shows up the importance of the systemic approach to the environment management in the enterprises, presents some of the mains enterprise modeling languages and methodologies, and proposes some guidelines to contemplate environment management aspects in these enterprise engineering tools.

KEY WORDS: systemic approach; environment management; enterprise modeling.

INTRODUÇÃO

Redução do tempo de inserção de produtos e serviços no mercado, baixo custo e alta qualidade para atendimento aos requisitos dos clientes, são desafios para a competitividade das empresas. Em consequência, essas organizações investem no sentido de aumentar a sua flexibilidade, assim como aplicar a reengenharia de processos de negócios visando melhor gerenciar, integrar e coordenar os seus processos, usando a tecnologia de informação como um dos principais fatores para atingir esses objetivos (DAVENPORT, 1994; HAMMER; CHAMPY, 1992).

Metodologias e linguagens de modelagem são ferramentas de suporte que permitem abordar a empresa de forma sistêmica visando ações tais como (KALPIC; BERNUS, 2002; MERTINS; JOCHEM, 2005):

- Planejamento Estratégico (da Cadeia) de Empresas;
- Reengenharia de Processos de Negócios;
- Gerenciamento de Mudanças;
- Capitalização de Conhecimento;
- Análise, Projeto e Simulação de Sistemas.

Em específico, o planejamento estratégico empresarial baseado na visão sistêmica torna-se relevante em mercados de negócios globalizados. Esta atividade permite visualizar a organização interagindo com outros elementos formando um todo complexo, avaliando as iniciativas de negociação, compreendendo as metas e o desempenho corporativo, bem como estabelecendo um novo enfoque que “[...] permite estudar este processo como um todo” (MARTINELLI, 2002, p.195) obtendo máxima eficiência e redução de custos.

A essas atividades visando a competitividade das empresas, outras atividades como a produção limpa e a reciclagem de resíduos tornam-se importantes no contexto do projeto e gerenciamento de empresas.

Nos sistemas de valores das organizações, a Gestão de Responsabilidade Ambiental apresenta inúmeros benefícios para toda a sociedade, uma vez que racionaliza a utilização de recursos naturais e promove o bem-estar da comunidade na qual está inserida.

Uma dessas vantagens da nova cultura empresarial consiste na realização de parcerias entre os agentes da cadeia produtiva tornando essencial a visão sistêmica, incluindo o planejamento da gestão ambiental para atender às exigências dos compradores, que ganha maior intensidade nas negociações.

Porém, através de uma revisão da literatura relativa às principais metodologias de modelagem de empresas, tais como CIMOSA, PERA, GIM e GERAM, pôde-se verificar que elas não contemplam, de forma explícita, aspectos relacionados à gestão ambiental.

Este artigo tem como objetivo mostrar que, apesar do grande potencial das metodologias de modelagem de empresas, torna-se necessária a inclusão de aspectos metodológicos que aborde de forma mais adequada a gestão ambiental. Assim, na seção seguinte destaca-se a necessidade de se abordar as empresas de forma sistêmica incluindo a gestão ambiental. Em seguida apresentam-se algumas das principais metodologias e linguagens de modelagem de empresas. Finalizando, são tecidas algumas considerações, visando propor alguns temas de estudos para se contemplar aspectos de gestão ambiental dentro das metodologias de modelagem de empresas.

2 VISÃO SISTÊMICA E A GESTÃO AMBIENTAL NAS EMPRESAS

Ações integradas das organizações públicas, privadas e do terceiro setor consolidam os fundamentos do desenvolvimento sustentável. Por servirem-se de informações e tecnologias, estas parcerias mantêm relações de interdependência fazendo parte de um todo (estrutura) mais complexo que requer a inclusão “[...] dos grupos humanos, sociedades e à humanidade em totalidade que compõem o ecossistema” (BERTALANFFY, 1975, p.258).

Um novo modelo de administração conhecido como administração sistêmica emerge em razão do gerenciamento de racionalização de recursos, da gestão de melhorias na qualidade de vida e do meio ambiente. Isto nos permite observar que, de maneira gradual, as empresas estão sendo influenciadas por uma nova gestão com posicionamento estratégico, servindo-se da visão sistêmica para implementação de ações com responsabilidade ambiental.

No contexto empresarial tornou-se evidente a influência da visão sistêmica, que analisa o complexo organizacional a partir do ambiente, ou seja, do conjunto de forças que possam ter alguma influência sobre o funcionamento dessa estrutura. De acordo com Checkland (apud Maximiano, 2000, p.367), sistema pode ser entendido como sendo “[...] um conjunto de partes ou elementos que formam um todo unitário ou complexo”. Como a organização é uma parte do sistema que interage com outras, ela recebe tanto influências negativas quanto positivas que atuam sobre sua atividade, exigindo dos administradores constante análise dos fatores internos e externos, para acompanhamento das tendências e aprimoramento de todas as fases do processo produtivo.

Martinelli & Cotrin (2003, p.14), apontam que “a introdução de práticas gerenciais ambientais requisitam mudanças significativas tanto na estrutura interna da empresa e seus fatores econômicos, quanto na organização da cadeia de fornecedores e na estrutura de parcerias, implicando em uma importância maior de se conhecer e se relacionar bem com todos os agentes presentes no micro e no macroambiente”. Isto decorre do fato de que nas empresas, as práticas administrativas buscam despertar as necessidades dos consumidores, agindo em todos os aspectos, cuja antecipação das tendências mercadológicas torna-se o diferencial estratégico.

Na esfera privada a atenção está sendo cada vez mais dirigida ao atendimento das exigências ambientais, das certificações (ISO 14000) e da padronização dos processos produtivos. Com isso as empresas estão buscando ferramentas para solução de problemas organizacionais e sistemas de gestão integrada (qualidade, meio ambiente, segurança e saúde no trabalho) denotando grande importância das funções administrativas de planejamento, controle, direção e execução que são incisivas para o desempenho corporativo.

Para atender às necessidades materiais de todos os seres humanos e restaurar um equilíbrio sustentável entre a humanidade e os sistemas ecológicos do planeta, a abordagem de gestão ambiental agregada à perspectiva sistêmica inclui três relevantes critérios: “[...] eficiência econômica, equidade social e respeito ao meio ambiente” (BARBIERI, 2004, p.24). Neste sentido, o autor salienta que Gestão Ambiental diz respeito “[...] às diretrizes e às atividades administrativas e operacionais, tais como planejamento, direção, controle, a locação de recursos e outras realizadas com o objetivo de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, quer reduzindo ou eliminando os danos ou problemas causados pelas ações humanas, quer evitando que eles surjam”.

Mudanças no comportamento do consumidor em relação às questões ambientais mostram-se em fase de ascensão, devido à divulgação dos meios de comunicação e da difusão de informações, se percebe reflexos na conscientização de grupos ambientalistas e sociais no relacionamento com as empresas do mundo inteiro. Conforme aponta Tachizawa (2002), o perfil do consumidor inclusive do brasileiro, influenciado por hábitos globais passarão a privilegiar não apenas o preço e a qualidade dos produtos, mas, principalmente o comportamento social e ambiental das empresas fabricantes de produtos corretos.

Isso faz com que as organizações busquem novas estratégias em torno de características que indiquem o bom atributo corporativo, tal como a gestão ecoeficiente consolidada nos princípios da produção mais limpa (P+L). Uma vez que o planejamento sistêmico focado na gestão de responsabilidade ambiental nas empresas constitui-se elemento estratégico para o fortalecimento das cadeias produtivas em cenário nacional e internacional, capaz de envolver todos os agentes (empresas) num complexo integrado, produtor de qualidade e com responsabilidade ambiental duradoura.

Martinelli & Joyal (2004, p.14) atribuem importância ao desenvolvimento local sob o enfoque da metodologia holística, sistêmica e evolutiva, ressaltam que “o foco tem que ser de desenvolvimento, porém com crescimento sustentável, ou seja, buscando produzir mais e melhor, sem inviabilizar a vida e o bem-estar das gerações futuras”. Neste sentido, se verifica a grande necessidade de estudos detalhados acerca das empresas formadoras de clusters, pois configuram elementos primordiais na revelação dos problemas ambientais que carecem do tratamento sistêmico para serem resolvidos.

A investigação mais profunda da dinâmica dos sistemas e da interação entre as diversas forças atuantes permite às organizações proporem ações ambientais mais efetivas. Em razão da gestão de responsabilidade corporativa, o uso de metodologias e linguagens de modelagem de empresas oferece suporte gerencial, que sob a abordagem sistêmica permite valorizar o planejamento estratégico, a reengenharia de processos de negócios, o gerenciamento de mudanças e a capitalização de conhecimento.

A análise, projeto e gestão de forma integrada de aspectos dos (sub)sistemas envolvidos em uma (cadeia de) empresa, desde aqueles de caráter estratégicos até aqueles de caráter operacional, podem ser suportados por metodologias de modelagem de empresas, como as descritas a seguir.

3 METODOLOGIAS DE MODELAGEM DE EMPRESAS

Um processo de modelagem de empresas é um conjunto de atividades a ser seguidas para criar um ou mais modelos de alguma coisa (definida por seu universo de discurso) para um dado propósito (representação, comunicação análise, projeto, tomada de decisões, ou controle). O processo é governado pelo uso de uma metodologia, é realizado por engenheiros da empresas (ou modeladores), e usam um formalismo de representação da empresa (ou seja, uma linguagem de modelagem). Do ponto de vista de integração, vários aspectos essenciais da empresa necessitam ser modelados em uma empresa (ou cadeia de empresas), tanto para a sua análise ou com para o seu projeto e gerenciamento (GOULART, 2000; KIRIKOVA, 2000). Estes aspectos incluem (VERNADAT, 1996):

- funções e comportamento da empresa em termos de processos, atividades, operações funcionais básicas e eventos de disparo de funções;
- processos de tomada de decisão, fluxos de decisões e centro de decisões;
- produtos, sua logística, e seu ciclo de vida;

- recursos e componentes físicos (máquinas, ferramentas, equipamentos de estocagem, meios de transporte, sua logística, capacidades/habilidades, capacidades e layout);
- aplicativos (pacotes de softwares) em termos de suas capacidades funcionais básicas;
- dados e informações de negócios e seu fluxo na forma de ordens, documentos, itens de dados, arquivos de dados ou banco de dados complexos;
- conhecimento e know-how da empresa (conhecimento específico do domínio, regras de procedimentos manuais, regras de tomadas de decisões específicas, políticas de gerenciamento internas, regulamentações internacionais, etc.);
- indivíduos humanos, sua qualificação, habilidades, seu papel e disponibilidade;
- estrutura organizacional, isto é, unidades de organização, níveis de decisões, centro de decisões, e suas relações;
- distribuição de autoridades e responsabilidades sobre cada um dos elementos mencionados anteriormente;
- eventos excepcionais e políticas de reação a eles; e
- tempo, pois a empresa é um sistema dinâmico.

A seguir são descritas sucintamente algumas das principais metodologias de modelagem de empresas a nível internacional.

3.1 GIM

GIM é uma metodologia para análise e projeto de sistemas de manufatura e originalmente significava GRAI-IDEF0-MERISE. Atualmente o significado mudou para GRAI Integrated Methodology. GIM tem sua origem no GRAI (Graphes à Resultats et Activités Interreliés) o qual é um método para modelar e analisar sistemas de manufatura automáticos, e em Merise, uma metodologia para análise e projeto de sistemas de informação (POLER et. al., 2002; DOUMEINGTS et. al., 2000).

Ele tem como base um modelo conceitual chamado modelo conceitual GRAI (Figura 1). O modelo advoga que toda empresa é constituída de três sub-sistemas fundamentais: um Sistema Físico, um Sistema de Informação e um Sistema de Decisão, e ainda adiciona um Sistema de Operação (POLER et. al., 2002):

- o sistema físico transforma o fluxo de material. Ele é composto por estações de trabalho ou células envolvendo máquinas, trabalhadores, peças, componentes, etc.;
- o sistema operacional é dedicado ao controle em tempo real do sistema físico;
- o sistema de decisão é o lugar de decisões de toda a empresa via uma estrutura hierárquica organizada em níveis de decisão, constituídos de centros de decisão;
- o sistema de informação realiza a união entre o sistema de decisão, o sistema físico, e o ambiente externo da empresa. Ele transforma e memoriza as informações.

O paradigma é recursivo sendo que cada subsistema pode ser decomposto em um mais detalhado sistema físico, de decisão e informação.

O método faz uso de dois formalismos básicos de modelagem: a grade GRAI e a rede GRAI. A grade GRAI é usada para realizar uma análise top-down da área da empresa a ser analisada. Ela é constituída de uma matriz bi-dimensional onde nas colunas representam-se funções e nas linhas representam-se níveis de decisão definidos por um horizonte 'H' e um período 'P'. Os horizontes de planejamento a longo prazo estão na

parte superior e de curto prazo na parte inferior da grade. Funções são as funções usuais de uma empresa como projetar, planejar, produzir ou vender. Uma ou mais colunas são reservadas para informações. Cada célula na matriz define um centro de decisão (Figura 2). A grade é utilizada para analisar as relações entre centros de decisão em termos de fluxo de informações e fluxo de decisões. As redes GRAI são usadas para análise de centros de decisão em termos de suas atividades, recursos (informações ou mecanismos) e objetos de entrada e saída. Deste modo, uma análise bottom-up do sistema de manufatura estudado pode ser realizada para validar a análise top-down (DOUMEINGTS et. al., 2000; VERNADAT, 1996).

O desenvolvimento da metodologia GIM foi influenciado por trabalhos anteriores especialmente Merise, IDEF, CIMOSA, e também ENV 40 003 dos quais ela utilizou o conceito de vistas e níveis de abstração. A estrutura de modelagem GIM quatro vistas (relativas aos aspectos de informação, de decisão, físicos e funcionais). Ela é baseada nos três níveis de abstração (DOUMEINGTS et. al., 2000; VERNADAT, 1996):

- Nível Conceitual: este nível modela a empresa sem considerar os aspectos técnicos ou organizacionais. Ele tenta definir “O que” da empresa e corresponde ao nível de definição de requisitos de outras estruturas de modelagem;
- Nível Organizacional: este nível leva em consideração os aspectos organizacionais e endereça questões como “Quem”, “Quando”, ou “Onde”. Este nível foi renomeado como Nível Estrutural em uma recente versão de GIM. Ele corresponde à especificação de projetos ou o nível conceitual de outras estruturas como ENV 40 003 ou CIMOSA;
- Nível Físico: este é o nível mais específico porque ele leva em consideração as restrições técnicas do sistema analisado e possibilita a escolha de componentes reais. Ele foi renomeado Nível de Realização em uma versão recente de GIM, mas ainda não está definido. Ele corresponde ao nível de implementação de CIMOSA.

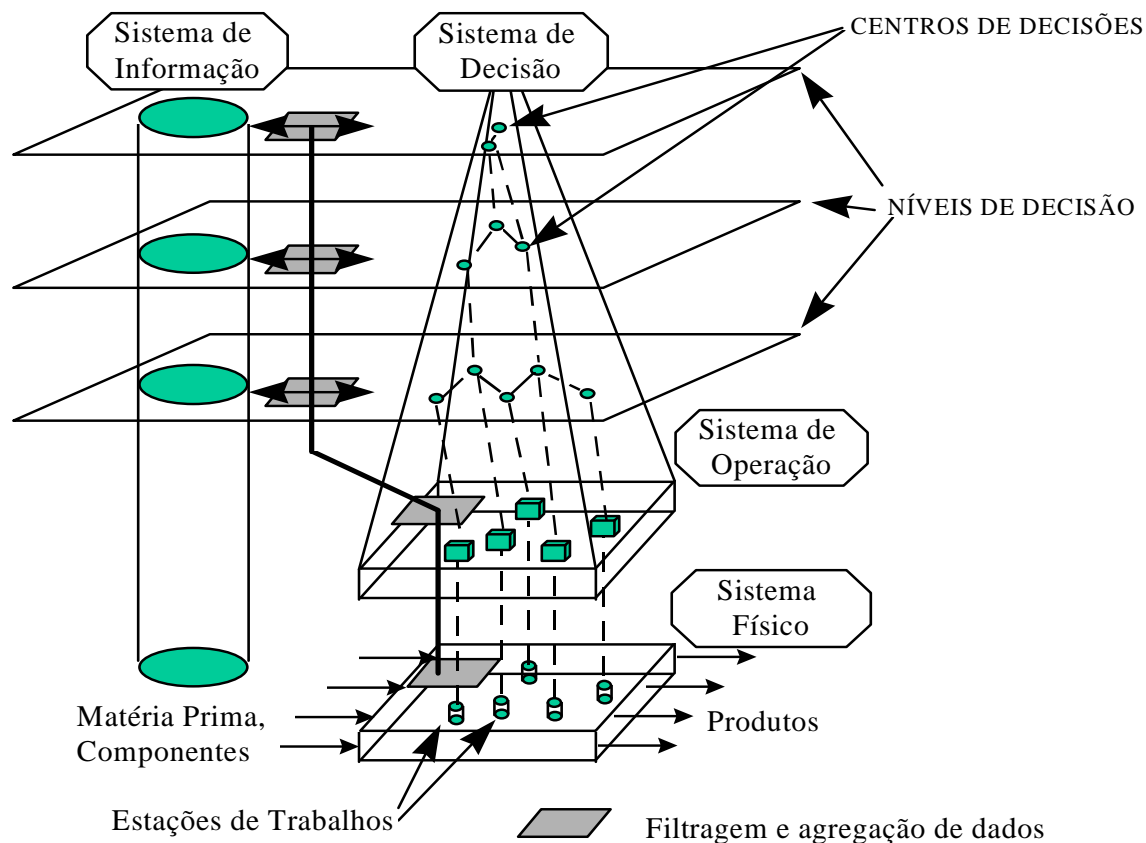


Figura 1 - Modelo Conceitual GRAI (adaptado de POLER et al., 2002).

Funções	Informação Interna e Externa	Projetar	Planejar	Produzir	Vender
H/P					
H1= P1=					
H2= P2=			Centro de Decisão		
H3= P3=					

Figura 2 - A grade GRAI (adaptado de DOUMEINGTS et al., 2000).

3.2 PERA (Purdue Enterprise Reference Architecture)

A arquitetura de referência Purdue e sua metodologia estão sendo desenvolvidas na Universidade de Purdue desde 1989 no Laboratório para Controle Industrial Aplicado (Purdue Laboratory for Applied Industrial Control), baseando-se em trabalhos anteriores na área de Manufatura Integrada por Computador (LI; WILLIAMS, 2000). PERA é considerada uma das metodologias completas. Ela é suportada por formalismos gráficos simples e textos manuais fáceis de entender porque ela é projetada para usuários não educados em ciência de computação. Assim, tais usuários podem ser capazes de aplicar a metodologia por si mesmos para sua empresa.

PERA é desenvolvida para cobrir todo o ciclo de vida da empresa, da definição da missão até o nível operacional e obsolescência da empresa. Cada camada define uma fase de projeto. Cada fase é informalmente descrita por um documento técnico como um conjunto de procedimentos para orientar um grupo de projeto através de todas as fases de um programa de integração de empresas (VERNADAT, 1996). A metodologia inicia-se com a identificação da entidade da empresa, isto é, a parte da empresa a ser considerada. Isto é realizado pela gerência da corporação. Então, a missão da empresa é definida em termos de produtos ou serviços a serem oferecidos.

A terceira fase, ou fase de definição, define os requisitos básicos para a política de informação e pessoal de manufatura de um lado, e produto e unidade de manufatura de outro lado. A camada de especificação define os requisitos funcionais, isto é, instrumentação e diagramas de controle, requisitos de gerenciamento e layout de planta. A camada de projeto detalhado compreende a seleção de equipamentos, definição de habilidades profissionais, planejamento organizacional, programas de treinamento, layout de equipamentos da planta. A camada de manifestação corresponde à instalação da planta que inclui a instalação de equipamentos, recursos humanos, treinamento, construção da planta, teste, e operação. Neste momento a planta está pronta para operação. A camada de operação corresponde à exploração dia-a-dia da planta e contínuo desenvolvimento e manutenção dos processos. Ela termina com a obsolescência da empresa.

As últimas camadas da metodologia são divididas em três partes correspondentes a distinção na PERA entre o sistema de informação, aspectos humano e organizacional, e equipamentos de manufatura (ou serviços ao consumidor) (Figura 3). Então, aspectos humanos são amplamente cobertos pela metodologia, podendo ser profundamente analisados, diferente de outras metodologias. É nos níveis de manifestação e de operação que se decide se uma operação pode ser melhor implementada como uma atividade de tecnologia de informação, atividade humana, ou uma atividade de manufatura.

Sendo que PERA não fornece suas próprias ferramentas de modelagem, ela pode ser aplicada em conexão com qualquer outra técnica existente para a modelagem de aspectos da empresa. Mesmo sendo originalmente desenvolvida visando sistemas de manufatura, ela pode ser utilizada por todos os tipos de indústrias (VERNADAT, 1996).

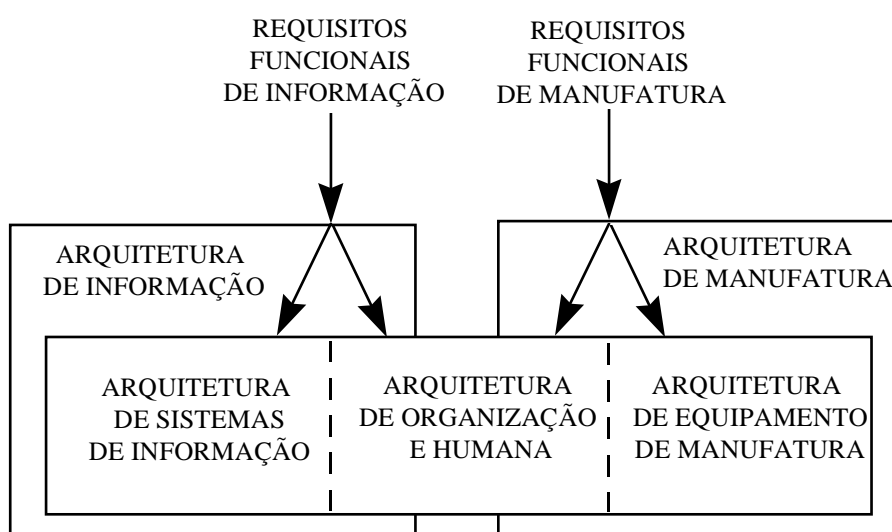


Figura 3 - Derivação dos requisitos de informação e manufatura em PERA (adaptado de (LI; WILLIAMS, 2000).

3.3 CIMOSA

CIMOSA (Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture) utiliza o termo “processos de negócios” (business process) e a análise baseada em processos para a modelagem de empresa. Também introduz a idéia de arquitetura de sistemas abertos para empresas CIM, constituída de módulos de sistemas CIM baseados em padrões, descritos em termos de seus aspectos funcionais, de informação, de recursos e aspectos organizacionais. A estrutura arquitetural de CIMOSA compreende três maiores componentes: uma Estrutura de Modelagem de Empresa, uma Infraestrutura de Integração e um Ciclo de Vida de Sistema CIM. A Infra-estrutura de Integração CIMOSA proporciona a tecnologia capaz de viabilizar a integração física e de aplicativos de sistemas da empresa, consistindo de um conjunto de serviços básicos de Tecnologia de Informação usado para possibilitar a integração, comunicação e interoperabilidade de sistemas multi-fornecedor. O Ciclo de Vida CIMOSA define uma seqüência de fases a serem usadas durante o processo de construção da arquitetura particular de uma empresa. As maiores fases compreendem: a definição de um plano diretor, a definição de requisitos, o projeto, a implementação e a operação do sistema. As fases relacionadas com as atividades de modelagem da definição de requisitos, da especificação de projeto e da descrição da implementação são suportadas pela Estrutura de Modelagem CIMOSA (KOSANKE; ZELM, 1999; CIMOSA, 1996; KOSANKE et. al., 1999; ABDMOULEH et. al., 2004).

3.3.1 Estrutura de modelagem cimosa

A linguagem proporcionada pela Estrutura de Modelagem CIMOSA promove a modelagem descritiva das operações da empresa. Através de sua linguagem, a empresa é modelada por meio de um conjunto de blocos de construções consistentes e não redundantes para cobrir os vários aspectos relativos. A estrutura de modelagem contempla três princípios (CIMOSA, 1996; ABDMOULEH et. al., 2004): particularização de modelos, derivação de modelos e geração de vistas.

Com relação a particularização do modelo ela consiste de duas partes: uma arquitetura de referência e uma arquitetura particular. A arquitetura particular é um conjunto de modelos documentando o ambiente CIM do usuário, da análise de requisitos à sua implementação. A arquitetura de referência é usada para auxiliar os usuários de negócios no processo de construção de sua própria arquitetura particular.

A arquitetura de referência é separada em duas camadas: uma camada genérica proporcionando blocos de construção genéricos de modelagem (construtores da linguagem de modelagem) e uma camada de modelos parciais consistindo de uma biblioteca de modelos parciais reutilizáveis (expressos através dos construtores da linguagem CIMOSA) para setores da indústria (isto é, modelos parcialmente particularizados que podem ser adaptados às necessidades específicas da empresa).

O princípio de derivação dos modelos sugere que a modelagem de uma empresa seja realizada de acordo com três sucessivos níveis ou fases:

- (a) definição de requisitos, para expressar as necessidades dos negócios dos usuários;
- (b) especificação de projeto, para construir um modelo formal e executável da empresa;
- (c) descrição da implementação, para documentar detalhes e mudanças na implementação.

Finalmente, o princípio de geração de vistas contempla os aspectos básicos considerados na análise de uma empresa:

- (a) a vista de função, representando a funcionalidade e comportamento da empresa (isto é, eventos, atividades e processos) incluindo aspectos temporais e de gerência de exceções;
- (b) a vista de informação, representando os objetos da empresa e seus elementos;
- (c) a vista de recursos, isto é, os meios da empresa, suas capacidades e seu gerenciamento;
- (d) a vista de organização, ou seja, níveis organizacionais, autoridades e responsabilidades.

3.3.2 Visão de modelagem

Junto a sua estrutura, CIMOSA propõe a seguinte visão de modelagem (CIMOSA, 1996):

- a empresa é uma federação de agentes chamados entidades funcionais, isto é, recursos ativos com capacidade de comunicação, cooperação e processamento de objetos da empresa; e
- a empresa é uma grande coleção de processos de negócios comunicantes, processando vistas de objetos da empresa, sincronizados por eventos e mensagens e executados por entidades funcionais.

Em um nível macro, CIMOSA vê toda a empresa como uma coleção de domínios (vide DM1, DM2 e DM3 na Figura 4), definindo áreas funcionais responsáveis por alguns dos objetivos da empresa. Um domínio é constituído de uma coleção de processos centrais chamados processos de domínios (PD1.1, PD1.2, PD2.1, ...) e interage com outros domínios (RD12, RD13 e RD14) pela troca de requisições (eventos) e objetos. Cada processo de domínio é uma cadeia completa de atividades de empresa (AE1, AE2, AE3, ...), disparado por eventos, e produzindo um resultado final claramente definido.

Em um próximo nível de análise, cada processo de domínio é definido em termos de suas atividades de empresa. Atividades de empresas são passos de processamento dentro de um processo transformando objetos e requerendo recursos para sua execução.

Atividades podem ser agrupadas dentro de um processo de domínio em subprocessos, chamados processos de negócios (PN2.3.1,PN2.3.2). Atividades de empresa possuem entradas e saídas que descrevem os objetos de empresa transformados pela atividade, os objetos de controle das atividades e os recursos necessários para a atividade na forma de vistas de objetos. Também, cada atividade de empresa pode ser decomposta em passos de processamento elementares chamados operações funcionais.

Após especificação detalhada das atividades, são determinados os recursos (entidades funcionais) necessários para sua execução, associando as funcionalidades requeridas para realizar as atividades com as funcionalidades oferecidas pelos recursos. Além da especificação das estruturas funcional, de informação, e de recursos, também é definida a estrutura de organização da empresa, necessária para garantir coordenação própria e distribuição de responsabilidades, em termos de unidades de organização, células de organização, níveis de decisão, autoridades e responsabilidades.

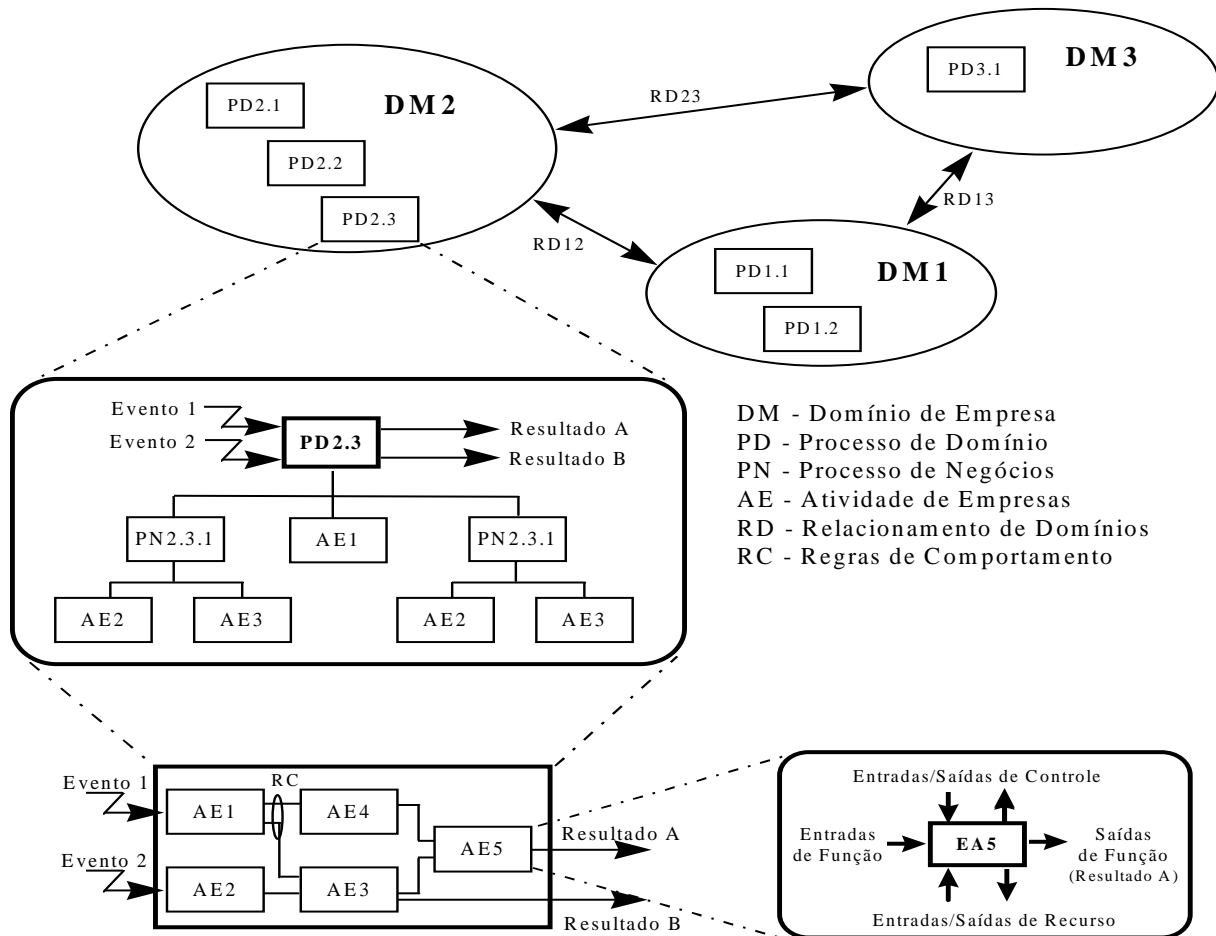


Figura 4 - Visão de Modelagem CIMOSA (adaptado de VERNADAT, 1996).

3.4 GERAM

A arquitetura GERAM – Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology (IFIP-IFAC, 1999; NORAN, 2003) é uma generalização da GIM, da PERA e da CIMOSA, que se utiliza das melhores partes dessas arquiteturas, com o intuito de servir como referência para todos os envolvidos na área de engenharia e integração de empresa. GERAM fornece uma descrição de todos os elementos recomendados na engenharia e integração de empresas e assim prepara o padrão para a coleção de ferramentas e métodos da qual qualquer empresa se beneficiaria com mais sucesso ao cuidar do projeto de integração, ou um processo de mudança que pode acontecer durante o tempo de vida operacional da empresa. Ela não impõe uma coleção de ferramentas ou métodos em particular, mas define critérios a serem satisfeitos por qualquer coleção de ferramentas e métodos selecionados.

GERAM considera modelos de empresas como um componente essencial para a integração e engenharia de empresas; isto inclui várias técnicas formais de descrição de projetos – como modelos computacionais, textuais e gráficos para representações do projeto. Ela é constituída por componentes considerados como essenciais para a integração de empresas, que são apresentadas a seguir (Figura 5) (IFIP-IFAC, 1999).

A estrutura GERAM identifica em seu componente mais importante GERA os conceitos básicos a serem usados na integração e engenharia de empresas (por exemplo, entidades de empresa, ciclos-de-vida e histórias de vida de entidades de empresa).

GERAM faz distinção entre as metodologias para engenharia de empresas (EEMs) e as linguagens de modelagem (EMLs) que são usadas pelas metodologias para descrever e modelar, a estrutura, conteúdo e comportamento das entidades de empresas em questão. Estas linguagens permitirão a modelagem da parte humana na operação da empresa assim como partes dos processos da empresa e suas tecnologias de suporte. O processo de modelagem produz modelos de empresas (EMs) que representam todas ou parte das operações da empresa, incluindo suas tarefas de produção ou de serviço, sua organização e seu gerenciamento, e seu controle e sistemas de informação. Estes modelos podem ser usados para guiar a implementação de sistemas operacionais da empresa (EOSs) assim como melhorar a habilidade da empresa para avaliar alternativas operacionais ou organizacionais (por exemplo, por simulação), e assim aumentar seu desempenho atual e futuro.

A metodologia e as linguagens usadas para a modelagem de empresas são apoiadas por ferramentas de engenharia de empresas (EETs). A semântica das linguagens de modelagem pode ser definida através de ontologias, meta modelos e vocabulários que são coletivamente chamados conceitos de modelagem de empresas genéricos (GEMCs). O processo de modelagem é aprimorado pela utilização de modelos parciais (PEMs) que são modelos reutilizáveis de funções humanas, processos e tecnologias. O uso operacional de modelos de empresa é apoiado através de módulos específicos (EMOS) que fornecem produtos pré-fabricados como perfis de habilidades humanas para profissões específicas, procedimentos empresariais comuns (por exemplo, regras de imposto ou de contabilidade) ou seus serviços de infra-estrutura, ou qualquer outro produto que pode ser usado como um componente na implementação do sistema operacional (EOSs).

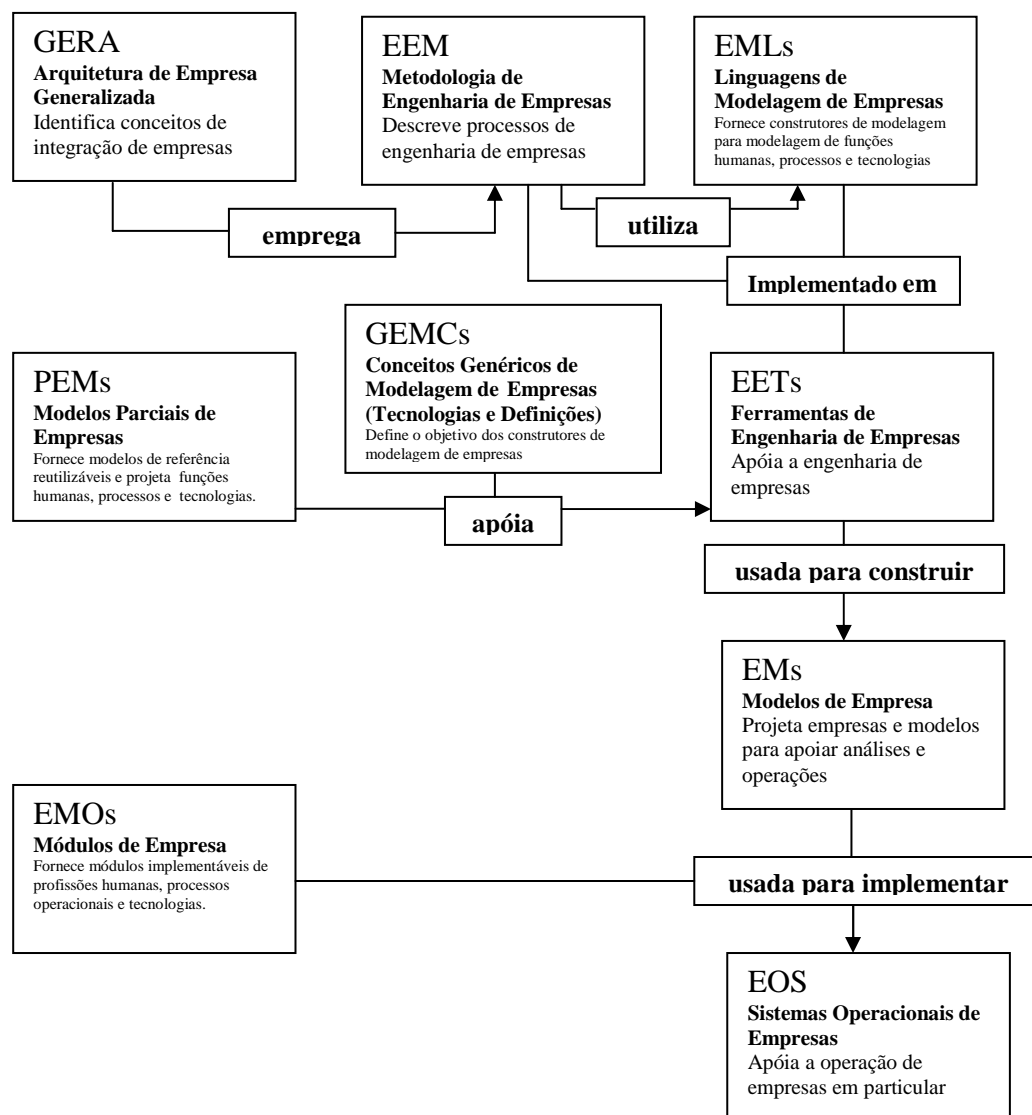


Figura 5 - Componentes de GERAM (Adaptado de IFIP-IFAP, 1999).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um ambiente empresarial competitivo a visão sistêmica na gestão ambiental contribui para o desenvolvimento sustentável, tornando-se relevante por promover a interação entre as diversas forças atuantes permitindo às organizações proporem ações ambientais mais efetivas. Através de uma abordagem sistêmica, é possível incorporar ao projeto e gestão de (cadeias de) empresas as preocupações com as questões ecológicas, para atender às exigências de clientes e da legislação competente.

A modelagem de empresas pode se constituir em um valioso instrumento para a análise de empresas a partir da visão sistêmica. Muito se evolui no desenvolvimento de metodologias e linguagens de modelagem de empresas, sendo que neste artigo descreveu-se sucintamente algumas das principais metodologias a nível internacional. Porém, através de uma revisão da literatura relativa às principais metodologias de modelagem de empresas, tais como CIMOSA, PERA, GIM e GERAM, pôde-se verificar que elas não contemplam, de forma explícita, aspectos relacionados à gestão ambiental. Em geral, elas

permitem a abordagem e análise de sistemas de empresas de forma sistêmica, mas possuem pontos fortes e fracos.

GERAM, originada de uma força tarefa da ISO, fornece uma arquitetura de referência para engenharia/modelagem de empresas de forma que ela deve ser utilizada por usuários para definir arquiteturas particulares visando o projeto e gestão de empresas. Porém, faltam ainda incorporar nos componentes dessa arquitetura (e em outras arquiteturas ou metodologias), procedimentos, linguagens e ferramentas que suportem o levantamento dos requisitos ambientais de empresas, de forma sistêmica, resultando em um melhor projeto e gestão.

Por exemplo, deve-se contemplar nas fases das metodologias de modelagem, procedimentos para identificação de processos ou produtos que podem levar a ocorrência de algum impacto ambiental. Com relação a modelagem da organização da empresa, destaca-se a necessidade de se definir responsáveis pelos possíveis impactos. A ISO 14.000 poderia servir de base para estas propostas.

Com relação a linguagem de modelagem, construtores de modelagem podem ser definidos para descrever procedimentos de controle ou gerenciamento de resíduos, os quais permitissem identificar o grau de possíveis impactos.

Atualmente, a UML (Unified Modeling Language) está sendo usada para a modelagem de (processos de negócios de) empresa, e permite através de seu mecanismo de extensão de linguagem (ERIKSSON; PENKER, 2000), adaptar construtores de modelagem para adequar a linguagem para a representação de questões e variáveis ambientais.

Este trabalho de adaptação de metodologias e linguagens de modelagem para cobrir aspectos de gestão ambiental deve ser feito por uma equipe multidisciplinar. Um esforço necessário para que se possa ter uma ferramenta de modelagem para atender de forma mais fácil e completa (ou seja, de forma sistêmica) os requisitos de produção e de produto compatível com aqueles definidos por leis e por clientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDMOULEH A.; SPADONI M.; VERNADAT, F. B. Distributed client/server architecture for CIMOSA-based enterprise components. *Computers in Industry*, v. 55, n. 3, p. 239-253, 2004.

BARBIERI, José Carlos. *Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. São Paulo: Saraiva, 2004.

BERTALANFFY, Ludwing von. *Teoria Geral dos Sistemas*. Trad. Francisco M. Guimarães. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1975.

CIMOSA Association, CIMOSA technical baseline, CIMOSA Association, Stockholmst 7, D-70731, Boblingen, Germany, 1996.

DAVENPORT, T. H. *Reengenharia de Processos: como inovar a empresa através da Tecnologia de Informação*, Rio de Janeiro, Editora Campus, 1994.

DOUMEINGTS, G. ; DUCQ, Y. ; VALLESPER B.; KLEINHANS, S. Production management and enterprise modelling, *Computers in Industry*, v. 42, p. 245-263, 2000.

ERIKSSON, H. e PENKER, M. Business Modeling with UML. Estados Unidos: Wiley & Sons, 2000. 459p.

GOULART, C. P. Proposta de um modelo de referência para planejamento e Controle de Produção em Empresas Virtuais. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos USP. São Paulo, 2000.

HAMMER, M., CHAMPY, J., Reengenharia: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1992.

IFIP – IFAC Task Force on Architectures for Enterprise Integration GERAM: Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology – Version 1.6.3, Março 1999.

KALPIC, B. e BERNUS, P. Business process modelling in industry - the powerful tool in enterprise management, Computers in Industry, v. 47, p. 299-318, 2002.

KIRIKOVA, M. Explanatory capability of enterprise models, Data & Knowledge Engineering, v. 33, p.119-136, 2000.

KOSANKE, K.; ZELM, M. CIMOSA modelling processes. Computers in Industry – Volume 40, Pages 141-153, 1999.

KOSANKE, K.; VERNADAT, F.; ZELM, M. CIMOSA: Enterprise Engineering and Integration. Computers in Industry, v.40, n. 2, p. 83-97, 1999.

LI, H.; WILLIAMS, T. J. Management of complexity in enterprise integration projects by the PERA methodology. Journal of Intelligent Manufacturing, v. 13, n. 6 p. 417-427, 2002.

MAXIMIANO, Antônio César Amaru. Teoria Geral da Administração: da escola científica à competitividade na economia globalizada. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MARTINELLI, Dante Pinheiro. Negociação Empresarial Enfoque Sistêmico e Visão Estratégica. Barueri: Manole, 2002.

MARTINELLI, Dante P.; COTRIN, Valéria Belluomini. A Busca da Competitividade através de Integração da Variável Ambiental à Estratégia de Negócios. Universidade de São Paulo - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto. Texto para Discussão, Ribeirão Preto, 2003.

MARTINELLI, Dante P.& JOYAL, André. Desenvolvimento Local e o Papel das Pequenas e Médias Empresas. Barueri: Manole, 2004.

MERTINS, K. & JOCHEM R. Architectures, methods and tools for enterprise engineering, International Journal of Production Economics, V. 98, N. 2, P. 179-188, 2005.

NORAN, O. An analysis of the Zachman framework for enterprise architecture from Geram perspective, Annual Reviews in Control, v. 27, p. 163-183, 2003.

POLER, R.; LARIO, F. C.; DOUMEINGTS, G. Dynamic modeling of decision system. Computers in Industry, v. 49, p. 175-193, 2002.

TACHIZAWA, Takeshy. Gestão Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa: estratégias de negócios focada na realidade brasileira. São Paulo: Atlas, 2002.

VERNADAT F. B. Enterprise modeling and integration, Principles and Applications, Chapman & Hall, 1996.