

ALEXANDRE NORBERTO SANTOS

UM ESTUDO DA ARQUITETURA E DAS FUNCIONALIDADES PARA
SISTEMAS ERP

*Monografia apresentada ao Departamento
de Engenharia de Computação e
sistemas digitais da Escola Politécnica
como parte dos requisitos para obtenção
do título de MBA em Engenharia de
Software*

Área de Concentração:
Engenharia de Software

Orientador:
Prof. Dr. Jorge Rady de Almeida Junior

SÃO PAULO

2007

ALEXANDRE NORBERTO SANTOS

UM ESTUDO DA ARQUITETURA E DAS FUNCIONALIDADES PARA
SISTEMAS ERP

*Monografia apresentada ao Departamento
de Engenharia de Computação e
sistemas digitais da Escola Politécnica
como parte dos requisitos para obtenção
do título de MBA em Engenharia de
Software*

Área de Concentração:
Engenharia de Software

Orientador:
Prof. Dr. Jorge Rady de Almeida Junior

SÃO PAULO

2007

MBA /ES

2007

559u

DEDALUS - Acervo - EPEL



31500020069

FICHA CATALOGRÁFICA

M2007CA

Santos, Alexandre Norberto

**Um estudo da arquitetura e das
funcionalidades para sistemas ERP**

A.N. Santos. -- São Paulo, 2007. P.98

Monografia (MBA em Tecnologia de Software)

**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
Programa de Educação Continuada em Engenharia II.
T.2005**

1825787

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família e a todos que acreditam em seus sonhos.

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo apoio incondicional nos momentos difíceis.

Ao professor Jorge Rady, pela paciência infinita em me ajudar a todo e qualquer momento; por sua competência indiscutível e por acreditar em meu potencial quando tudo parecia perdido.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado e não me deixaram desistir de meus sonhos.

Aos membros da banca examinadora, pelas contribuições para o enriquecimento deste trabalho.

Lendo um livro pela primeira vez, faz-se uma amizade.
Lendo-o pela segunda vez, reencontra-se um velho amigo
(Provérbio Chinês)

RESUMO

A partir da década de 1990 do século passado, com a crescente competitividade entre as organizações, houve a necessidade de buscar melhorias que tornassem a gestão destas organizações mais eficiente e produtiva. O desafio de produzir melhores resultados, desenvolver produtos baseados em um ciclo de vida cada vez menor, aliada à necessidade de trabalhar, de forma integrada, com diferentes parceiros comerciais (clientes, fornecedores, etc.), tornou imprescindível a utilização de tecnologias para atender a este aumento da complexidade organizacional. A adoção de sistemas computacionais que atendessem a estas necessidades foi fundamental para o crescimento do mercado de softwares corporativos, sobretudo os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*).

O mercado de sistemas ERP sofreu, nos últimos anos, um crescimento substancial em termos de venda e serviços de suporte. Este crescimento se deve, em grande parte, à capacidade de adaptação destes sistemas a diferentes necessidades organizacionais. O estudo dos sistemas ERP, abordado neste trabalho, faz uma análise histórica da evolução destes sistemas, suas funcionalidades e características arquiteturais.

A análise das funcionalidades e da arquitetura de sistemas ERP procura identificar os pontos fortes e fracos destes sistemas, suas limitações e riscos. A partir das conclusões desta análise, são propostas melhorias para o sistema, visando assim, o ganho de qualidade do produto final.

Palavras Chave: Arquitetura, requisitos, funcionalidades

ABSTRACT

From the decade of 1990 of the passed century, with the increasing competitiveness between the organizations, it had the necessity to search improvements that became the management of these organizations more efficient and productive. The challenge to produce better resulted, to develop products based on a life cycle each lesser, allied time the necessity to work, of integrated form, with different commercial partners (customers, suppliers, etc.), became essential the use of technologies to take care of to this increase of the organizational complexity. The adoption of computational systems that took care of to these necessities was basic for the growth of the market of softwares corporative, over all systems ERP (Enterprise Resource Planning). The market of systems ERP suffered, in the last years, a substantial growth in terms of venda and services of support. This growth if must, to a large extent, to the capacity of adaptation of these systems the different organizacionais necessities. The study of systems ERP, boarded in this work, it makes a historical analysis of the evolution of these systems, its architectural functionalities and characteristics.

The analysis of the functionalities and the architecture of systems ERP looks for to identify the strong and weak points of these systems, its limitations and risks. From the conclusions of this analysis, they are proposals improvements for the system, thus aiming at, the profit of final product quality.

Key Words: Architecture, requirements, functionalities

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 2.1 CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA HIERÁRQUICA DE FUNCIONAMENTO DO BOMP	12
FIGURA 2.2 PICS – RELAÇÃO ENTRE MÓDULOS E BANCO DE DADOS CENTRAL.....	14
FIGURA 2.3 COPICS – INTEGRAÇÃO ENTRE MÓDULOS E BASE DE DADOS CENTRAL	15
FIGURA 2.4 EVOLUÇÃO DO MRP-I PARA O MRP-II	18
FIGURA 2.5 ERP – ESTRUTURA	21
FIGURA 3.1 RELAÇÃO ENTRE OS TERMOS RELACIONADOS À ARQUITETURA DE SISTEMA	29
FIGURA 3.2 ERP - NÍVEIS DE INTEGRAÇÃO	33
FIGURA 3.3 ARQUITETURA DE SISTEMAS ERP – FORÇAS ENVOLVIDAS.....	39
FIGURA 4.1 ERP - PARTICIPAÇÃO DE MERCADO DAS EMPRESAS FORNECEDORAS	43
FIGURA 4.2 MICROSIGA PROTHEUS – FLUXO DE INFORMAÇÃO DO SISTEMA	47
FIGURA 4.3 MÓDULOS E CAMADAS DO SISTEMA SAP R/3	49
FIGURA 4.4 MIDDLEWARE SAP R/3.....	52
FIGURA 4.5 MICROSOFT DYNAMICS AX – INFRA-ESTRUTURA E INTEGRAÇÃO	54
FIGURA 4.6 MICROSOFT DYNAMICS AX – ARQUITETURA.....	55
FIGURA 4.7 MICROSOFT DYNAMICS AX – ARQUITETURA WEB.....	56
FIGURA 5.1 RELACIONAMENTO ENTRE MÓDULOS	75
FIGURA 5.4 ARQUITETURA ERP - REPRESENTAÇÃO.....	83

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1. ERP – CARACTERÍSTICAS GERAIS	20
TABELA 2.2 RELAÇÃO ENTRE TÉCNICAS ADMINISTRATIVAS E SISTEMAS DE GESTÃO.....	26
TABELA 3.1. DEFINIÇÕES DE TERMOS RELACIONADOS À ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	29
TABELA 3.2. ERP – PONTOS IMPORTANTES PARA ADOÇÃO DE UM SISTEMA ERP... ..	36
TABELA 4.1 DADOS SOBRE OS SISTEMAS ERP ESTUDADOS	57
TABELA 4.2 SISTEMAS ERP - ESTUDO COMPARATIVO (FUNCIONALIDADES)	59
TABELA 4.3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS ERP ANALISADOS....	62
TABELA 5.1 FUNCIONALIDADES	68
TABELA 5.2 FUNCIONALIDADES GENÉRICAS.....	74
TABELA 5.3 FATORES TECNOLÓGICOS DA ARQUITETURA ERP.....	78
TABELA 5.4 SISTEMAS ERP - RISCOS ASSOCIADOS	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAP	-	<i>Advanced Business Application Programming</i>
API	-	<i>Applications program interfaces</i>
Bomp	-	Sistema Processador de Lista de Materiais
Copics	-	Sistema de Informação e Controle da Produção Orientado para
Comunicações		
CRM	-	Gerência do Relacionamento com o Cliente
Dbomp	-	Sistema Processador e Organizador de Banco de Dados
EDI	-	Troca eletrônica de dados
ERP	-	Sistemas de Planejamento dos Recursos Empresariais
ERS	-	Especificação de requisites de software
Pics	-	Sistema de Informações e Controle de Produção
Mainframe	-	Computador de grande porte
MRP	-	Sistema de Cálculo das Necessidades de Materiais
OLE	-	<i>Object Linking and Embedding</i>
PMBOK	-	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
RFC	-	Chamada de Função remota
SAP/R3	-	Sistemas Aplicações e Produtos versão R3
SCM	-	Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos
SGBD	-	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
TCP/IP	-	Protocolo de comunicação em rede
UML	-	<i>Unified Modelling Language</i>
XML	-	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	II
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	III
LISTA DE TABELAS	IV
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	V
SUMÁRIO	VI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 MOTIVAÇÕES E JUSTIFICATIVAS	1
1.2 OBJETIVO	2
1.3 METODOLOGIA	3
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	5
2. ERP – DEFINIÇÕES E CONCEITOS.....	8
2.1 HISTÓRICO DOS SISTEMAS CORPORATIVOS.....	9
2.1.1 <i>BOMP (Bill of Material Processor)</i>	10
2.1.2 <i>PICS (The Production Information and Control System)</i>	13
2.1.3 <i>COPICS (Communications Oriented Production Information and Control System)</i>	15
2.1.4 <i>MRP-I e MRP-II</i>	16
2.2 ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING)	19
2.3 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS ERP	22
2.3.1 <i>Alto nível de integração</i>	22
2.3.2 <i>Utilização de pacotes padronizados de software</i>	23
2.3.3 <i>Abrangência em relação às funções empresariais (ou funcionais)</i>	23
2.3.4 <i>Incorporação de modelos de processos de negócio</i>	24
2.3.5 <i>Utilização de banco de dados central e compartilhado</i>	24
2.3.6 <i>Ajustes às necessidades dos clientes</i>	25
2.4 COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS DE GESTÃO EMPRESARIAL (1960 - 2006).....	25
2.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	27

3. ERP – ARQUITETURA (ASPECTOS E COMPONENTES).....	28
3.1 O CONCEITO DE ARQUITETURA	28
3.1.1 <i>Integração</i>	30
3.1.2 <i>Influências internas e externas sobre a arquitetura</i>	33
3.1.2.1 Aspectos Organizacionais	34
3.1.2.2 Aspectos Tecnológicos.....	37
3.1.2.3 Forças externas que influenciam uma arquitetura de sistema ERP ...	38
3.2 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO.....	39
4. ERP - FUNCIONALIDADES E SISTEMAS DE MERCADO	40
4.1 ANÁLISE DE SISTEMAS ERP COMERCIALIZADOS NO MERCADO.....	42
4.1.1 <i>Microsiga</i>	44
4.1.1.1 Histórico da empresa	44
4.1.1.2 <i>Microsiga Protheus</i>	45
4.1.1.2.1 Arquitetura do sistema	45
4.1.2 <i>SAP</i>	48
4.1.2.1 Histórico da empresa	48
4.2.2.2 <i>SAP R/3</i>	48
4.2.2.2.1 Arquitetura do sistema	48
4.1.3 <i>Microsoft</i>	53
4.1.3.1 Histórico da empresa	53
4.1.3.2 <i>Microsoft Dynamics AX (Axapta)</i>	53
4.1.3.2.1 Arquitetura do sistema	54
4.1.3.2.2 Arquitetura Web do sistema	55
4.2 ESTUDO COMPARATIVO (ARQUITETURA).....	56
4.3 ESTUDO COMPARATIVO (FUNCIONALIDADES)	58
4.4 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	62
5. ERP – DEFINIÇÃO DAS FUNCIONALIDADES E DA ARQUITETURA DE UM SISTEMA ERP	63
5.1 O PROJETO.....	63
5.1.1 PREMISSAS.....	63
5.1.2 <i>Escopo</i>	64

5.1.3 Funcionalidades	65
5.1.4 Fluxo de informação do sistema.....	74
5.1.5. Outros requisitos de arquitetura	75
5.1.4 Arquitetura (Análise).....	76
5.1.5. Fatores tecnológicos	77
5.1.6 Riscos	78
5.1.6 Observações/Sugestões de melhoria.....	81
5.1.7 Arquitetura Final Proposta.....	82
5.2 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	83
6. CONCLUSÕES FINAIS DO TRABALHO	84
7. BIBLIOGRAFIA	86

1. Introdução

Neste primeiro capítulo, é apresentado o contexto em que se insere este estudo, a metodologia utilizada, a estrutura e o objetivo do trabalho. Espera-se que a compreensão da estrutura do trabalho possa facilitar o entendimento e o contexto em que o mesmo se insere.

1.1 MOTIVAÇÕES E JUSTIFICATIVAS

A grande motivação para o estudo da Arquitetura de sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) ou em português (Sistemas de Planejamento dos Recursos Empresariais), é o de entender quais são as causas que levam as organizações a implantar este tipo de solução computacional e que vantagens (em termos de produtividade, custos e atendimento das necessidades) a tecnologia empregada nestes sistemas pode trazer para a organização.

Outro motivador importante para este estudo está relacionado aos fatores organizacionais. As organizações atuais, em busca de vantagens competitivas em relação a seus concorrentes, têm investido altas somas em dinheiro para criar um ambiente integrado, com alta produtividade e que favoreça a tomada de decisões. Apesar de parecer um processo relativamente simples em teoria, a reestruturação dos processos de uma organização pode ser trabalhosa e muitas vezes não atingir os resultados esperados. Falhas no projeto ou ainda a adoção de um sistema de gestão incompatível com as políticas (e necessidades) da organização são recorrentes em projetos de implementação de sistemas ERP. Independentemente do motivo, o fato é que o processo de implantação de uma nova tecnologia envolve toda a estrutura organizacional da empresa (departamentos, unidades de negócio, pessoas, etc.).

O estudo das funcionalidades e da arquitetura de sistema ERP tem como finalidade a análise das necessidades das partes envolvidas (*stakeholders*), suas influências

no projeto arquitetural e a conciliação destas diferentes necessidades (requisitos) de forma eficiente.

Segundo Davenport (1998), um estudo aprofundado dos sistemas ERP é composto, em sua essência, pelo estudo das suas funções, dos componentes que formam sua arquitetura, dos custos e benefícios esperados e dos impactos e riscos envolvidos. O autor cita, entre as principais justificativas para o estudo das funcionalidades e das arquiteturas de sistemas arquiteturas ERP:

- » Estudar as contribuições que a adição/melhoria de funcionalidades traz para as organizações, em termos de ganho de produtividade, tempo e competitividade;
- » Analisar os impactos causados pela adoção de um sistema ERP no(s) processo(s) de negócio de uma organização;
- » Descobrir o papel das Arquiteturas de sistemas ERP na melhoria dos processos organizacionais;
- » Verificar a viabilidade dos sistemas ERP, de forma a propor soluções que agreguem conhecimento e ganhos às organizações;

1.2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é estudar, de forma detalhada, as estruturas que compõe os sistemas ERP, e propor, caso seja necessário, melhorias para aumentar seu nível de qualidade.

Para que tal objetivo possa ser alcançado, são estudados dois pontos distintos, porém complementares. O primeiro ponto corresponde às funcionalidades, a segunda dos componentes e dos relacionamentos que compõem uma arquitetura de sistemas ERP.

O estudo das funcionalidades compreende o levantamento das funções necessárias para a melhoria da performance organizacional (produtividade, eficiência, etc.).

Entende-se como estudo da arquitetura, o levantamento, identificação e relação dos componentes, das necessidades, das funcionalidades e dos pontos de vista (visões) que constituem uma arquitetura de sistema. Por meio da análise de cada uma das partes que compõem uma arquitetura ERP, aliada a estudos comparativos de sistemas semelhantes existentes no mercado, espera-se encontrar indicadores relacionados às funcionalidades, à tecnologia empregada e à abrangência organizacional de um sistema ERP, sob um ponto de vista arquitetural.

1.3 METODOLOGIA

A pesquisa para elaboração deste trabalho é, predominantemente, de natureza qualitativa. Desta forma, o foco do trabalho enfatiza a análise, em detrimento de tabelas e gráficos estatísticos. Esta escolha foi feita pelo fato de que o entendimento do processo de funcionamento de um sistema ERP, de suas funcionalidades e de sua arquitetura seja compreendido de forma mais abrangente se for utilizada uma abordagem descritiva dos processos envolvidos.

De acordo com o proposto por Sellitz et al. (1965), os estudos de natureza qualitativa ajudam o pesquisador a “adquirir familiaridade com um fenômeno ou obter novos discernimentos sobre ele, muitas vezes para a formulação de um problema mais preciso de pesquisa ou para desenvolver hipóteses”. A estas abordagens de estudo dá-se o nome de estudos formulativos ou exploratórios, onde, de acordo com os autores, “a ênfase é na descoberta de idéias e discernimentos”.

Assim, o foco deste trabalho está restrito ao estudo das funcionalidades e sua relação com a arquitetura do sistema.

A metodologia deste trabalho baseia-se no seguinte material de pesquisa:

- » Pesquisas bibliográficas (como livros, artigos e páginas da Internet) referentes ao assunto abordado;

- » Revisão bibliográfica, selecionando, dentre as fontes que já publicaram trabalhos relacionados ao assunto abordado, as que possuírem material consistente para compor o trabalho;
- » Levantamento de aplicações práticas funcionalidades e das arquiteturas ERP, assim como sua utilização no mercado corporativo.

Para que esta metodologia possa ser empregada de maneira correta e eficiente, toma-se como ponto de partida os estudos de Heinz e Myers (1999). De acordo com os autores, a interpretação de um sistema de informação deve obedecer a critérios não apenas da área de TI, mas também da fenomenologia e da antropologia. Isto ocorre, segundo os autores, porque a implementação de um sistema de informação dentro de uma organização afeta diretamente a estrutura organizacional da mesma.

De acordo com Heinz e Myers (1999), as políticas, normas, e até mesmo a missão da organização podem sofrer modificações após a implementação de um sistema de informação. Devido à probabilidade destes impactos (positivos ou negativos) ocorrerem, Heinz e Myers (1999), desenvolveram sete princípios de pesquisa e interpretação que podem ser usados para auxiliar o pesquisador no entendimento e na análise do ambiente organizacional. Os princípios elaborados pelos autores podem ser utilizados não apenas para a área de TI, mas também para qualquer área de estudo que necessite de um alto grau de detalhamento das informações levantadas. Descreve-se a seguir estes princípios:

Princípio 1: Princípio fundamental do círculo hermenêutico.

O primeiro princípio sugere que a solução de um problema pode ser elaborada por meio de interações entre o significado das partes e o todo. Ou seja, por meio do entendimento de como funciona cada uma das partes que compõe um determinado problema, é possível gerar conclusões que, ao serem combinadas, permitem um nível de compreensão mais abrangente do que se este estudo fosse feito de uma única vez.

Princípio 2: Princípio da contextualização.

Segundo os autores, o entendimento de um assunto requer uma reflexão crítica do contexto em que a pesquisa está inserida, de tal forma que se possa ver como emergiu a situação atual sob investigação;

Princípio 3: Princípio da interação entre o pesquisador e o objeto.

A investigação dos fatos e das informações necessita de uma ampla reflexão crítica sobre como os dados da pesquisa foram construídos, de forma a tornar a interação entre os investigadores e participantes a mais confiável possível;

Princípio 4: Princípio da abstração e generalização.

Este princípio tem como foco a idéia de que, para que haja uma abstração e uma generalização confiáveis, é necessário que os dados e informações estejam relacionados entre si. Isto pode ser feito por meio da utilização conjunta dos princípios 1 e 2;

Princípio 5: Princípio do raciocínio pessoal.

Para os autores, este é um dos princípios mais importantes, por ser regido, muitas vezes, por valores individuais. Requer sensibilidade às possíveis contradições e preconceitos teóricos que podem guiar a estrutura da pesquisa e os resultados obtidos;

Princípio 6: Princípio da múltipla interpretação.

Este princípio, assim como o princípio do raciocínio pessoal, necessita de um alto grau de sensibilidade por parte do pesquisador, devido à necessidade de interpretar um mesmo assunto sob diferentes pontos de vista e a partir disto, formular sua própria interpretação;

Princípio 7: Princípio da suspeita.

Necessita de um alto nível de atenção e sensibilidade para identificar preconceitos e “distorções sistemáticas” nas narrativas coletadas dos participantes.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em seis capítulos:

» O Capítulo 1 corresponde ao objetivo, à motivação para elaboração do trabalho, à metodologia utilizada e às perspectivas de contribuição do estudo.

» No Capítulo 2, é apresentado um breve histórico da evolução dos sistemas gerenciais desde seus primórdios (no início da década de 60 do século XX) até os atuais sistemas de gestão ERP.

Na segunda parte do capítulo é estudado o conceito de ERP, além de se apresentar uma análise de suas principais características. Esta definição é importante para a compreensão do trabalho, pois cria um quadro de referência.

» O Capítulo 3 apresenta, em sua primeira parte, as principais definições de arquitetura de sistemas de informação.

A segunda parte do capítulo apresenta está estruturada em:

» Influências (internas e externas) sobre a arquitetura;

» Conciliação, por parte do arquiteto do sistema, das diferentes necessidades dos *stakeholders*;

» Conciliação entre aspectos organizacionais e tecnológicos em prol da melhoria da qualidade do sistema.

» O Capítulo 4 aborda a questão da funcionalidade dos sistemas ERP. É visto como os fornecedores de sistemas ERP abordam a questão da adaptação do sistema a diferentes tipos de organização, assim como são descritos os principais desafios envolvidos na identificação, priorização e especificação dos requisitos necessários para tal.

Na segunda parte do capítulo, são discutidos, por meio de um estudo comparativo, alguns sistemas ERP existentes no mercado. Neste estudo comparativo são abordados aspectos como a arquitetura e as funcionalidades essenciais destes sistemas. Ao término do capítulo, são vistas as conclusões deste estudo comparativo.

» No Capítulo 5, é feito um estudo, com a finalidade de acompanhar, passo a passo, a definição das funcionalidades que devem ser atendidas pelos sistemas ERP, além da proposta de uma arquitetura genérica de sistema ERP. Neste capítulo também são abordados os seguintes itens:

» Análise das funcionalidades básicas (limitações, propostas de melhorias, etc.)

» Levantamento de requisitos de arquitetura;

» Proposição uma arquitetura genérica de sistemas ERP;

» Análise dos resultados obtidos.

» O Capítulo 6 apresenta as conclusões finais do trabalho.

2. ERP – Definições e Conceitos

A origem dos sistemas de informação gerenciais teve início a partir de meados da década de 60 do século passado. Inicialmente derivados de sistemas de informação de uso militar, os primeiros sistemas de informação gerenciais eram, basicamente, voltados para controle de estoque, dentro de indústrias. Com o passar dos anos, estes sistemas aumentaram sua complexidade, atendendo a um número cada vez maior de funcionalidades dentro do ambiente organizacional. Com este acréscimo no número de funcionalidades, as organizações, sobretudo industriais, passaram a utilizar estes sistemas para aumentar os níveis de produtividade e qualidade de seus produtos. O êxito alcançado, motivado pelo aumento do número de empresas adquirindo esta tecnologia, incentivou empresas fabricantes de hardware e software a investir cada vez mais em melhorias para este tipo de sistema. A cada novo produto lançado no mercado, maior era o número de requisitos atendidos.

Este processo constante de evolução dos sistemas de informação voltados para a indústria culminou com um sistema de informação, que tem como proposta, atender a um grande número de necessidades de diferentes áreas funcionais de uma organização. Este sistema é denominado ERP (*Enterprise Resource Planning* ou Sistemas de Planejamento dos Recursos Empresariais). Pode-se concluir, a partir destes fatos, que a popularização deste tipo de sistema de informação (particularmente na década de 90 do século passado), foi resultado de um processo iniciado algumas décadas antes.

Para ilustrar o processo de evolução dos sistemas de informação gerenciais, é feito um breve relato histórico, onde, cada uma das fases de desenvolvimento, é discutida com maiores detalhes. Neste trabalho, o relato histórico tem como base os sistemas desenvolvidos pela IBM. Esta opção foi feita em vista de que esta foi a primeira empresa a desenvolver sistemas com o propósito de integrar e gerir diferentes áreas funcionais dentro de um ambiente organizacional.

2.1 HISTÓRICO DOS SISTEMAS CORPORATIVOS

Os sistemas de gestão começaram a ser estudados, de forma efetiva, no início dos anos 60, através de empresas como a IBM. As pesquisas feitas pela IBM tinham como finalidade o desenvolvimento de sistemas de informação capazes de controlar e gerenciar, de forma integrada, diferentes áreas funcionais de uma organização típica, como contabilidade, vendas e controle de estoques. Apesar dos esforços da IBM, o desenvolvimento de um sistema com este nível de complexidade estava, em grande parte, limitado por fatores de ordem estrutural e tecnológica.

A tecnologia empregada na construção dos grandes computadores da época (*mainframes*) baseava-se em componentes eletromecânicos, alimentados por informações vindas de cartões perfurados. Outro problema presente na época, agora em relação ao software, era a dificuldade em integrar diferentes sistemas dentro de uma mesma organização ou mesmo entre organizações diferentes. Este fato se devia devido ao isolamento dos sistemas de informação, voltados para atender apenas às necessidades de sua área funcional.

A integração entre os sistemas de informação de cada uma das áreas funcionais de uma organização era feita, quase que totalmente, de forma manual. Para que a troca de informações entre estes sistemas fosse possível, eram utilizados operadores de máquinas que, com seus cartões perfurados, trocavam informações entre os sistemas existentes. Todo o processo era feito de forma seqüencial. Um operador recebia dados de um determinado sistema, em seguida deveria enviar estes dados a outro operador, responsável por outro sistema, para que o mesmo desse seqüência ao processo e assim sucessivamente.

Ao término da década de 60 do século XX, houve uma considerável evolução dos computadores eletrônicos, associada à disseminação das linguagens de programação e dos bancos de dados. A partir deste momento, a integração entre sistema e negócio passou a ser maior e, muitas vezes, de melhor qualidade. O desenvolvimento da tecnologia no final da década de 60 foi decisivo para o aparecimento de sistemas mais complexos e com foco no negócio. A seguir, tem-se alguns exemplos destes sistemas e como os mesmos contribuíram para a melhoria da performance das organizações.

2.1.1 BOMP (BILL OF MATERIAL PROCESSOR)

O Sistema Processador de Lista de Materiais (BOMP) foi o primeiro sistema desenvolvido pela IBM a utilizar um processo de modelagem de negócio padronizada, voltada especialmente para identificar e atender às necessidades específicas de cada organização. Este sistema, desenvolvido para grandes corporações, era voltado, basicamente, para a área de suprimentos. O BOMP era um sistema que fazia o controle das necessidades para indústrias de transformação e também para manufaturas (estoques, matérias-primas, custos, venda/compra, etc.).

A partir do sucesso do BOMP em atender às necessidades das indústrias, os projetistas de software da IBM passaram a investir no aprimoramento deste sistema, de forma a torná-lo capaz de atender não apenas à indústria, mas também a outros tipos de organização, sobretudo empresas distribuidoras. A esta nova visão sistêmica foi dado o nome de MRP (*Material Requirements Planning*), ou em português (Cálculo das Necessidades de Materiais). Apesar de representar uma inovação em termos tecnológicos, esta visão sistêmica foi utilizada de forma plena apenas na segunda geração de sistemas de informação corporativos.

A principal diferença entre o BOMP e os sistemas legados, existentes na época, era a padronização dos processos e a integração entre os elos da cadeia produtiva da organização. O BOMP utilizava um banco de dados capaz de armazenar informações sobre os produtos, matérias-primas e controle de estoques. Ao disponibilizar uma base de dados contendo as informações mais importantes a respeito da produção e controle de materiais, os gerentes poderiam estar cientes dos custos envolvidos na produção de determinado produto, tornando as decisões mais rápidas e com menores possibilidades de erro.

De acordo com a IBM, os ganhos de produtividade e eficiência obtidos por meio do BOMP não eram por acaso. Segundo a empresa, o planejamento e o estudo do negócio e dos processos que o compõe, aliada a uma integração eficiente entre os elos da cadeia produtiva das organizações, foram capazes de tornar os processos mais rápidos e produtivos, minimizando custos e aumentando a produtividade. Para

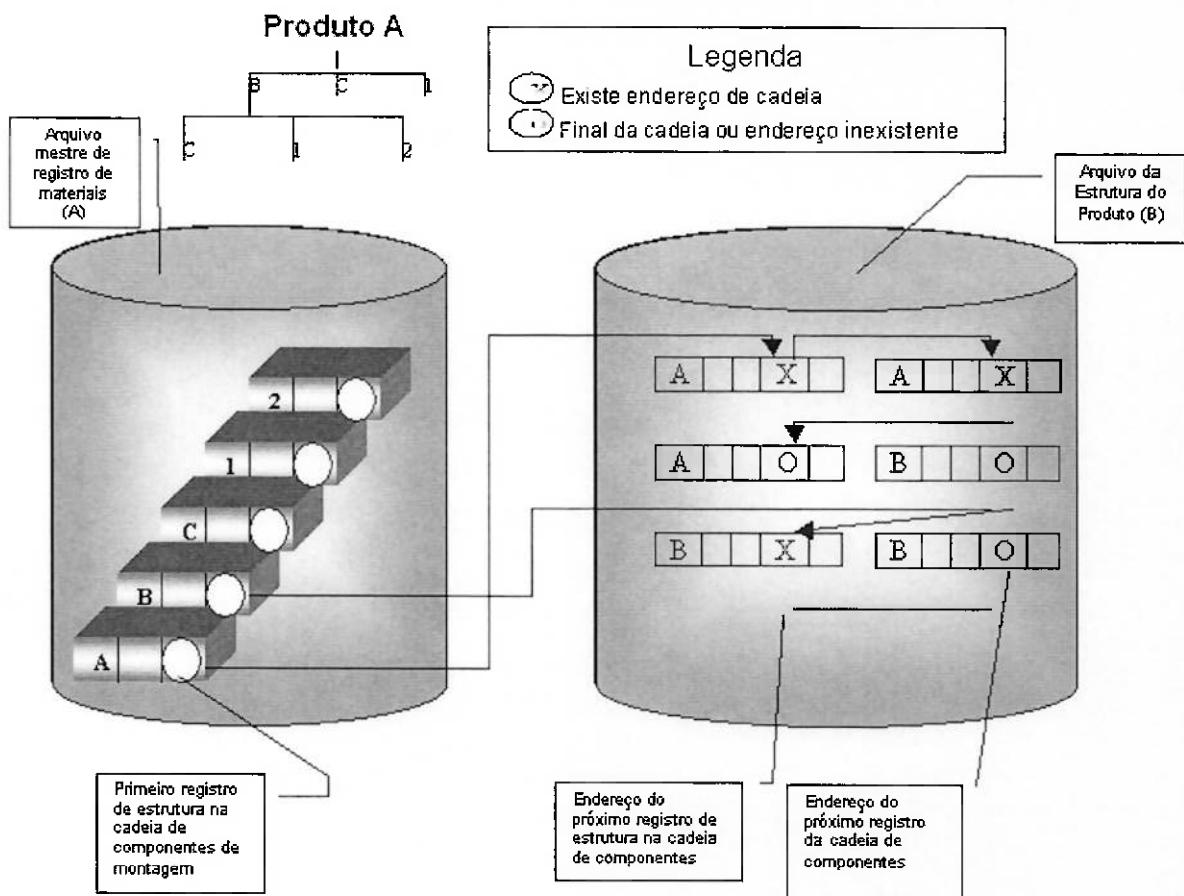
a IBM¹, o BOMP era considerado um sistema superior, pois possuía características que o diferenciavam dos sistemas existentes na época. Dentre estas características, a IBM destacava a capacidade do BOMP de:

- » Assegurar a acurácia do sistema, eliminando a duplicação dos esforços para manutenção de arquivos de informação. Isso era possível devido à utilização de uma única fonte de dados para os usuários do sistema;
- » Assegurar o pronto atendimento a todos os usuários do sistema por meio de registro único e centralizado das informações;
- » Proporcionar rápido processamento, estando pronto para utilização em diversas aplicações;
- » Reduzir os custos totais de operação.

Ainda na década de 60, a IBM desenvolveu uma segunda geração do BOMP, chamada de DBOMP (*Data Base and Maintenance Processor* ou Sistema Processador e Organizador de Banco de Dados). A grande diferença entre o DBOMP e o BOMP é que o DBOMP era capaz de ser implementado em diferentes tipos de indústria, desde que os produtos e materiais utilizados obedecessem a uma estrutura hierárquica definida, capaz de acompanhar cada uma das fases da produção. A figura 2.1 apresenta a forma como os dados eram armazenados e transacionados pelo sistema BOMP.

¹(IBM - Bill of Material Processor – A Maintenance and Retrieval System, pag.1)

Figura 2.1 Características da estrutura hierárquica de funcionamento do BOMP



Baseado em IBM - Bill of Material Processor – A Maintenance and Retrieval System, pag.1

De acordo com a Figura 2.1, é possível visualizar o banco de dados com todas as informações referentes aos produtos em estoque (A), assim como a estrutura do arquivo do produto (B). Os dados armazenados em (A), contêm um endereço único, que identifica o tipo de produto. O controle da entrada e saída de dados era feito por meio de cartões perfurados, que mantinham atualizados os registros do banco de dados. Ao se realizar uma consulta, esse endereço era acessado (A) e processado (B), retornando os dados relativos ao produto em questão. Estes dados eram impressos em relatórios e consultados pelos gerentes da respectiva área. Apesar de simples, este método representou uma evolução nos sistemas de informação da época. Gerentes e outros altos executivos passaram a ter maior controle da entrada e saída de produtos e do nível dos estoques. Isso tornou as empresas mais produtivas, eficientes e com menores índices de perdas de materiais.

2.1.2 PICS (THE PRODUCTION INFORMATION AND CONTROL SYSTEM)

Ao fim da década de 60 do século passado, foi lançado um novo sistema de informação voltado para o controle e gerenciamento de estoques. Desenvolvido pela IBM, o PICS (Sistema de Informações e Controle de Produção) era baseado em uma arquitetura voltada para *mainframe* (série IBM 360). O sistema apresentava uma característica que pode ser considerada inovadora para a época. Esta inovação consistia na divisão das necessidades (ou requisitos) de cada área funcional em grupos. Para cada um destes grupos (denominados de módulos), eram feitas adaptações, que tinham como finalidade ajustar as funcionalidades do sistema ao negócio da organização.

Apesar de todas as limitações existentes, o objetivo era oferecer uma solução tecnológica capaz de fazer com que as áreas funcionais que compõem uma organização típica (como vendas, produção, contabilidade, etc.) trabalhassem de forma coordenada e integrada. A expectativa da IBM é que, ao produzir um sistema com estas características, problemas como a existência de um banco de dados para cada área (vendas, compras, produção, etc.), o trabalho redundante e os conflitos entre áreas (seja por recursos ou ainda por disputas de poder) poderia ser reduzido ou mesmo eliminado da organização. Isto poderia representar um diferencial importante em relação à produtividade e competitividade da organização frente à concorrência.

A arquitetura do sistema PICS era monolítica, ou seja, era centrada em pessoas e sem a possibilidade de acessar sistemas de diferentes locais. A entrada de dados para o sistema, ao contrário dos sistemas precedentes, era feita por meio de digitação (por operadores) ou ainda via arquivos, originados em sistemas externos e inseridos pelos operadores no sistema. As informações armazenadas no sistema agora eram atualizadas de forma automática, podendo ser acessadas por qualquer um dos operadores que tivessem acesso a um dos módulos. Ao implantar este método, a IBM foi capaz de criar um sistema que pudesse ser configurado de acordo com as necessidades de cada área da empresa (vendas, compras, produção, etc.). Este processo de melhoria abriu caminho para uma maior padronização dos processos organizacionais.

Na figura 2 apresenta-se um esquema simplificado do funcionamento do sistema integrado IBM² PICS:

Figura 2.2 PICS – Relação entre módulos e banco de dados central



Baseado em IBM - The Production Information and Control System, p. 5

É possível verificar, na figura 2.2, que, em relação ao BOMP, o PICS divide-se em módulos, que atendem a necessidades específicas de cada área da organização. Os cálculos de custo de produção, material consumido, nível dos estoques e operações eram feitos utilizando dados disponibilizados por meio de uma base de dados central ou ainda originados de sistemas externos (como o financeiro). Os sistemas externos enviavam dados ao sistema PICS, este processava os cálculos referentes aos produtos e enviava de volta as informações aos operadores, que faziam as consultas via terminais, ligados a um *mainframe*. Após receber os dados, os operadores inseriam estes dados nos sistemas externos (contábil, financeiro) e aí eram consolidados os custos finais de produção.

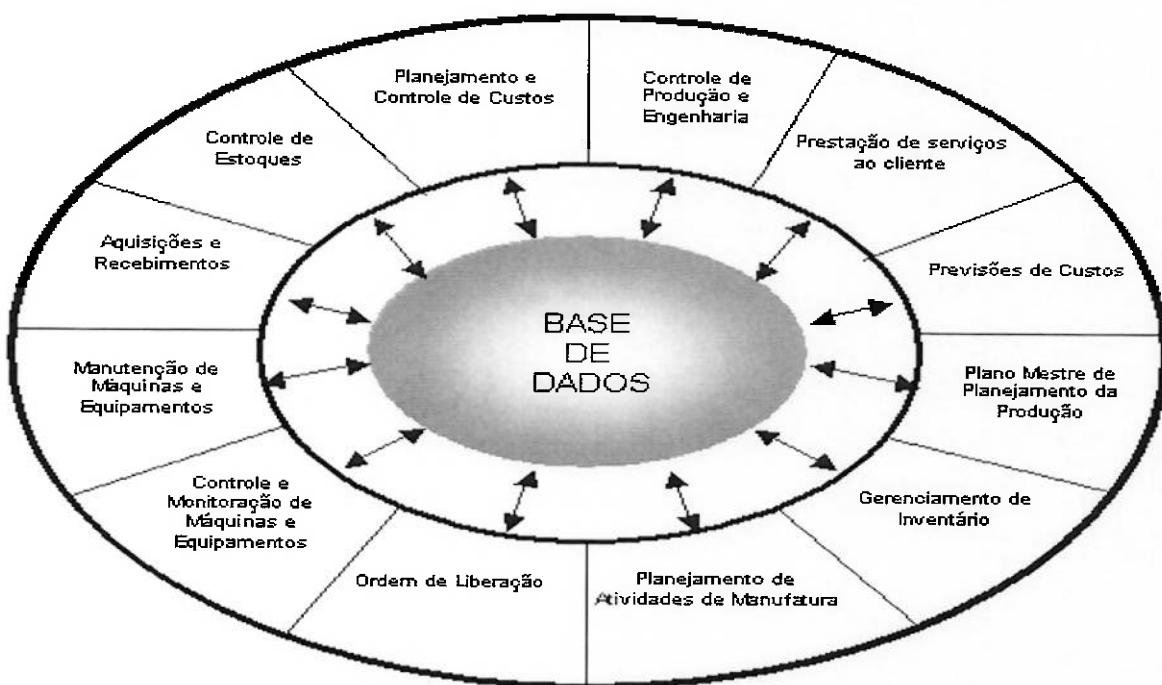
²(IBM - Production Information and Control System, pag. 5)

2.1.3 COPICS (COMMUNICATIONS ORIENTED PRODUCTION INFORMATION AND CONTROL SYSTEM)

Na primeira metade da década de 70 do século XX, surgiu o sistema integrado COPICS (Sistema de Informação e Controle da Produção Orientado para Comunicações).

Desenvolvido pela IBM, o COPICS pode ser considerado uma versão melhorada do sistema PICS. Agregando funcionalidades como controle de alocação de mão-de-obra, estoques, materiais e equipamentos, o COPICS era capaz de gerenciar, por meio de terminais remotos, os processos relacionados à produção e controle. Abrangendo doze módulos, o COPICS, assim como o sistema PICS, também fazia uso de uma base de dados central, onde os usuários poderiam acessar dados da organização sempre que houvesse necessidade. Na figura 2.3 apresenta-se uma visão dos módulos do sistema COPICS e sua interação com a base de dados central:

Figura 2.3 COPICS – Integração entre módulos e base de dados central



Baseado em IBM - *Manual IBM G320 –1974*

A estrutura geral do COPICS, como observado na figura 2.3, é muito semelhante à do PICS. A grande diferença que se pode notar é o aumento da quantidade de

módulos e o acréscimo de novas funcionalidades, como o cálculo dos custos de mão-de-obra (rateado entre as áreas) e dos serviços prestados (custos intangíveis), que não existiam na versão anterior do sistema (PICS).

Apesar das melhorias, pode-se perceber que o COPICS ainda não dava suporte a áreas como RH, marketing, distribuição, orçamentos, etc. Todas as informações referentes a finanças e contabilidade eram, assim como no sistema PICS, feitas através de operadores.

Contudo, o COPICS foi essencial para o início de uma integração ainda maior dentro das organizações, pois este foi o primeiro sistema a utilizar plenamente o conceito de MRP (*Material Requirements Planning*) ou em português (Sistema de Planejamento e Controle de Materiais).

2.1.4 MRP-I E MRP-II

O MRP, inicialmente, pode ser entendido como um conceito de planejamento, voltado para a área de manufatura. O MRP também pode ser visto “como uma ferramenta de planejamento das necessidades de materiais” (NAHRNIAS, 1989, p. 277). Segundo o autor, o conceito de planejamento de necessidades de materiais já era utilizado desde a década de 20 do século passado pela General Motors, em suas linhas de produção. A GM fazia uso deste conceito para efetuar cálculos técnicos, utilizados no controle de peças que seriam utilizadas nos automóveis. A diferença entre o que foi feito na GM da década de 20, e o utilizado no MRP, meio século depois, é que o segundo não se restringia apenas ao cálculo de materiais com demanda prevista. O MRP procurava (ou ao menos tentava) abranger um grande número de áreas funcionais de uma organização, de forma a buscar um padrão que fosse capaz de integrar e ao mesmo tempo coordenar as fases que compõe o processo produtivo de uma organização.

A primeira versão do MRP, também chamada de MRP-I, oferecia funcionalidades até então inexistentes em outros sistemas integrados. O MRP-I fazia o controle de estoques por meio da quantidade de materiais que deveriam ser utilizados na produção de determinado produto, e em que momento os estoques deveriam ou não ser repostos. Outra funcionalidade importante é a utilização de pedidos em carteira para estimar a quantidade de pedidos que a organização possa receber no futuro.

Esta pequena alteração no sistema foi suficiente para diminuir substancialmente os gastos direcionados ao controle de estoques, pois evitava possíveis problemas de falta ou excesso de materiais em estoque.

O MRP foi desenvolvido tendo como base a arquitetura do sistema COPICS. Contudo, neste novo sistema, a IBM aplicou melhorias significativas, como o aumento da capacidade e confiabilidade de seus bancos de dados relacionais e a melhoria das conexões com outros sistemas, tornando-as mais estáveis. Estas melhorias tornaram o MRP um grande sucesso comercial.

Apesar de ser um sucesso em termos de vendas, o MRP apresentava certas limitações em relação à integração com sistemas legados, responsáveis por uma área funcional (como marketing, vendas, RH, etc.) e os módulos do sistema MRP. Havia a necessidade de expandir a abrangência do sistema, para assim, eliminar estes possíveis problemas de integração. Desta forma, no início da década de 90 foi lançado o MRP-II (Sistema de Cálculo das Necessidades de Materiais II). O MRP-II, em oposição ao MRP-I abrangia não apenas a área de produção, mas também as áreas de marketing, finanças, engenharia e outras.

De acordo com Vollman et al. (1993), o MRP-II pode ser considerado o primeiro sistema integrado realmente completo, pois abrangia todas (ou quase todas) as áreas funcionais de uma organização. Os autores descrevem esta evolução dos sistemas de informação da seguinte forma:

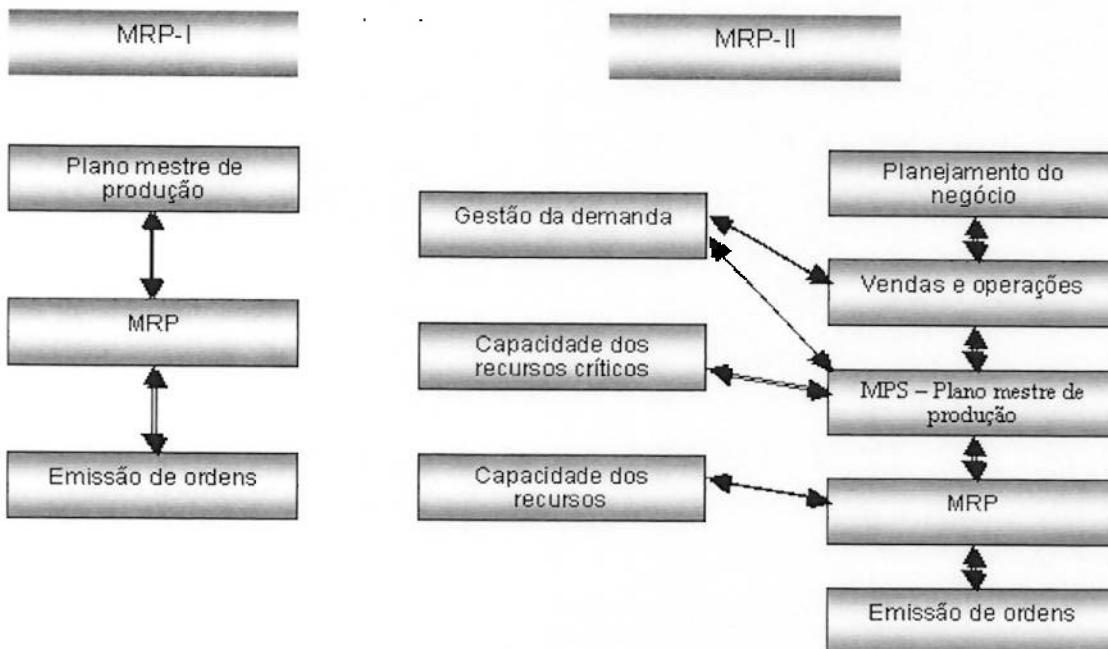
Quando o plano mestre de produção foi incorporado ao MRP, as pessoas passaram a descrevê-lo como um MRP fechado. Melhorias adicionais incluíram melhor planejamento de capacidade desde o nível de vendas até a fabricação. À medida que isso ocorria, os usuários do sistema começaram a considerá-lo menos um sistema de planejamento e controle de produção e mais um sistema estratégico, isto é, agora voltado para atender a todas as necessidades da empresa.

Agora era possível incluir planos financeiros baseados e conectados com o planejamento da produção. Tendo em vista que também a eficiência do sistema aumentou em termos de velocidade e precisão, os planos resultantes tornaram-se mais confiáveis. Possibilidades de simulação foram adicionadas juntamente com várias formas de avaliação de cenários no estilo (O que acontece se....). Essa visão ampliada passou a ser tão marcante que um novo nome tornou-se necessário. Oliver Wight criou a expressão MRP-II. Nesse caso, MRP-II não significava apenas planejamento de necessidades de materiais, mas planejamento dos recursos de fabricação. O termo MRP anterior passou a ser referido como "mrp" ou "little MRP" (pequeno MRP).

Orlick (1975), um dos pioneiros no desenvolvimento dos sistemas MRP, fez um estudo para medir o crescimento dos sistemas MRP dentro das organizações. Segundo o autor, havia cerca de cento e cinqüenta empresas, no mundo, que utilizavam sistemas MRP, no início dos anos setenta. Menos de cinco anos depois, em 1974, o número de empresas chegava perto de setecentos.

A expansão do MRP-II em direção a outras áreas organizacionais, aliado ao aumento cada vez maior do fluxo de informações e das potencialidades adquiridas com a popularização da internet obrigou os fabricantes de sistemas MRP-II a redefinirem as arquiteturas de seus sistemas, de forma que as necessidades cada vez mais complexas das organizações fossem supridas de forma rápida e eficiente. Sistemas de gestão, como o MRP-II, sofreram melhorias, na tentativa de diminuir os altos custos de adaptação aos sistemas em operação. A seguir, pode-se observar a evolução entre os sistemas MRP-I e MRP-II:

Figura 2.4 Evolução do MRP-I para o MRP-II



Baseado em Wight (1998)

É possível notar, na figura 2.4, a maior abrangência do MRP-II em relação ao MRP-I. Essa melhoria tornou possível ao MRP-II se disseminar, com maior rapidez, no mercado corporativo, visto que agora este passava a dar suporte a algumas áreas administrativas (como vendas e planejamento do negócio).

2.2 ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING)

O surgimento dos sistemas integrados de gestão, ou ERP, ocorreu no final dos anos 90 do século passado. O seu surgimento foi devido, em grande parte, à necessidade dos sistemas MRP-II de se tornarem mais genéricos, ou seja, de abranger não apenas a algumas áreas funcionais de uma organização, mas sim a organização como um todo.

Segundo Souza e Zwicker (2000):

Sistemas ERP são sistemas de informação integrados, adquiridos na forma de pacotes comerciais, para suportar a maioria das operações de uma empresa. Estes sistemas procuram atender a requisitos genéricos do maior número possível de empresas, incorporando processos de negócio obtidos pela experiência acumulada.

Davenport (1998) conceitua ERP como

Um software que promete a integração das informações que fluem pela empresa, impondo sua própria lógica à estratégia, à cultura e à organização da empresa. É uma solução genérica que procura atender a todo tipo de empresa e seu projeto reflete uma série de hipóteses sobre como operam as organizações. É desenvolvido para refletir as melhores práticas de negócio, porém são os clientes que devem definir a melhor prática para sua empresa.

Hicks (1995) define ERP como:

Um sistema empresarial que tem a função de garantir que as decisões de manufatura de uma empresa não sejam feitas sem levar em consideração seus impactos sobre a cadeia de fornecimento, tanto para frente como para trás. Indo mais adiante, as decisões de produção são afetadas e afetam todas as outras áreas da empresa, incluindo a engenharia, contabilidade e marketing. Para tomar melhores decisões é necessário levar em consideração todas estas importantes interações dentro da empresa. O software é o meio para conseguir esta integração dos processos de decisão.

Cunha (1998) define ERP como

Um modelo de gestão baseado em sistemas corporativos de informação que visam integrar os processos de negócio da empresa e apoiar decisões estratégicas. Este modelo de gestão envolve várias entidades de negócio, integrando a cadeia de suprimentos de fornecedores a clientes.

Uma última definição, agora de Lima et al. (2000) é a de que

Sistemas ERP são sistemas de informação responsáveis pelo controle de toda a empresa, da produção às finanças, registrando e processando cada fato novo na engrenagem corporativa e distribuindo a informação de maneira clara e segura, em tempo real.

Após a leitura de algumas definições de ERP, é possível elaborar o seguinte quadro comparativo:

Tabela 2.1. ERP – Características gerais

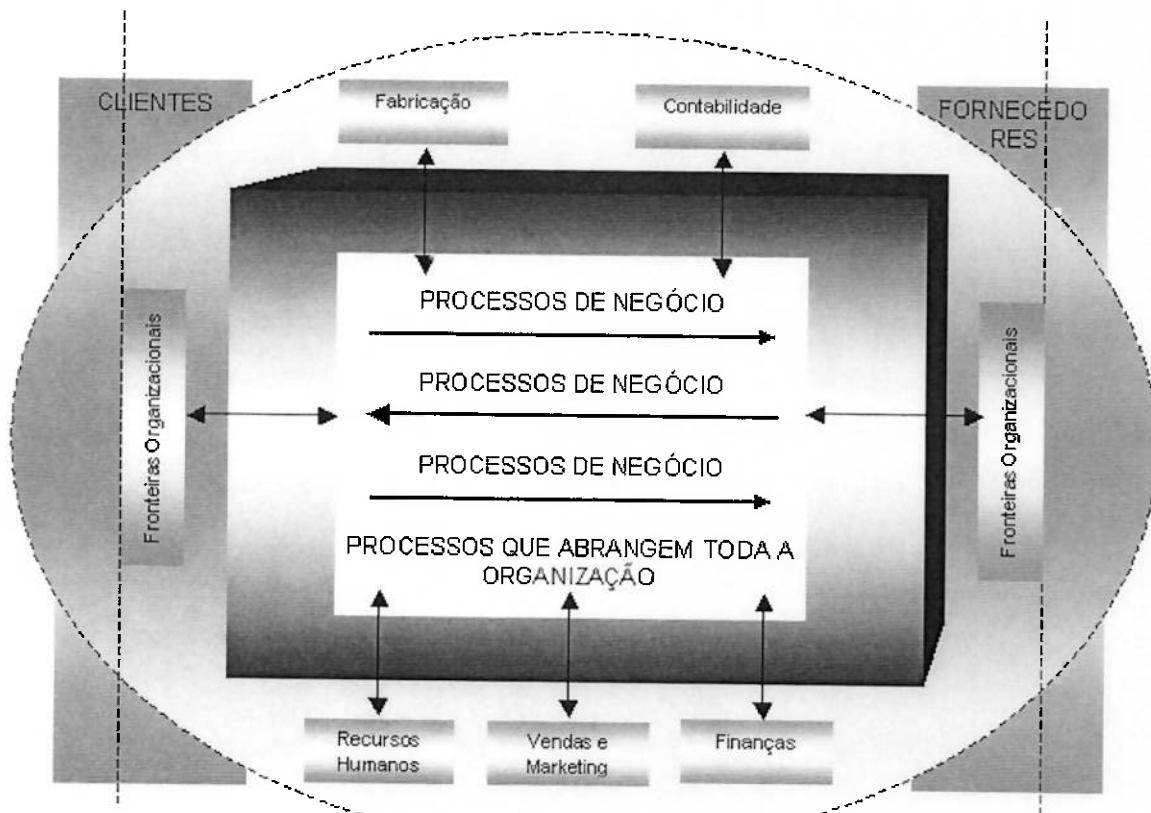
Características	Souza e Zwicker	Davenport	Hicks	Cunha	Lima
É um sistema abrangente	X	X	X	X	X
Definido como um sistema genérico	X	X	NA	NA	NA
Influi na estratégia organizacional	NA	X	X	X	NA
Aumenta controle sobre a empresa	X	X	X	X	X
Auxilia no processo de integração entre diferentes áreas funcionais da organização	X	X	NA	X	X
Orientado a processos	X	X	NA	X	X
Provoca mudanças organizacionais	NA	X	X	X	X
Auxilia o tráfego de informações dentro da organização	X	X	X	X	NA

NA = Não Aplicável

Como pode ser observado na tabela 2.1, apesar de algumas diferenças conceituais, é possível deduzir que, de forma geral, não existem grandes discrepâncias em relação ao conceito de ERP. Os autores citados enfatizam, como uma característica marcante dos sistemas ERP, a integração dos processos de decisão de diferentes áreas funcionais, não apenas da área ligada à produção, mas também às áreas administrativas (marketing, vendas, finanças, contabilidade, etc.), abrangendo assim, toda a extensão da cadeia de valores da organização.

Davenport (1998, p.124) elaborou um esquema onde mostra o relacionamento entre os processos de negócio da organização e o ambiente externo, sobretudo com clientes e fornecedores. O esquema elaborado pelo autor pode ser observado na figura 2.5.

Figura 2.5 ERP – Estrutura



Ao se visualizar a figura 2.5, pode-se observar que existe um alto nível de integração entre as áreas funcionais de uma organização. Outro ponto a ser destacado após a visualização da figura 2.5 é a inclusão de áreas como marketing, finanças e vendas dentro do sistema, que não eram suportadas pelos sistemas de informação precedentes.

Para Davenport (1998), o ERP permitiu que as organizações substituíssem seus sistemas legados por um único sistema de informação, o que minimizou (ou mesmo erradicou) um tipo de problema muito comum nos sistemas legados: a incompatibilidade entre sistemas. A partir deste pressuposto levantado pelo autor, pode-se deduzir que o problema de incompatibilidade pode ser substancialmente minimizado com a utilização de um sistema ERP, porém, nada se pode afirmar sobre a erradicação da incompatibilidade entre os sistemas antigos e o novo (no caso o ERP), visto que problemas de incompatibilidade ainda existem e podem comprometer o andamento do projeto de implementação.

2.3 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS ERP

Nos tópicos anteriores foi exposta, de forma sucinta, a evolução dos sistemas de informação, desde os sistemas voltados para o controle de suprimentos até os sistemas ERP. Contudo, não foram abordadas características mais peculiares dos sistemas de informação gerenciais como os ERPs. Este tópico aborda algumas destas características e como estas podem ser importantes no projeto estratégico de uma organização. As principais características de um sistema ERP são, de acordo com os estudos de Hicks (1995):

- » Alto nível de integração;
- » Padronização de seus pacotes de software;
- » Abrangência em relação às funções empresariais;
- » Incorporação de modelos de processos de negócio;
- » Utilização de um banco de dados central e compartilhado;
- » Ajustes às necessidades dos clientes.

A seguir detalham-se cada uma destas características.

2.3.1 ALTO NÍVEL DE INTEGRAÇÃO

O contexto em que se insere a palavra integração neste trabalho merece uma breve explicação, de forma a evitar possíveis erros de interpretação. O problema reside na confusão, muitas vezes comum, entre termos como sistemas integrados e empresas integradas.

Segundo Alsène (1999), a diferença entre os termos é que os “*sistemas integrados*” estão mais relacionados a um objetivo organizacional, enquanto “*empresa integrada*” está ligada à estrutura organizacional, ou seja, é o meio pelo qual a organização deve se valer para atingir o objetivo. De acordo com o autor, existem empresas que possuem sistemas integrados, mas a empresa em si não é integrada. A integração de uma empresa envolve a utilização de uma série de ferramentas (comunicação,

definição de papéis, tecnologia, centralização/ descentralização, alocação de recursos, etc.). É por meio do gerenciamento e controle destas ferramentas que se torna possível o cumprimento do objetivo (neste caso a integração da empresa). Para Alsène (1999), os sistemas integrados são apenas mais uma destas ferramentas.

2.3.2 UTILIZAÇÃO DE PACOTES PADRONIZADOS DE SOFTWARE

Entendem-se como pacotes as partes em que os modelos podem ser decompostos. Metodologias orientadas a objeto utilizam pacotes para organizar e agrupar partes organizacionais (como regras de negócio), dentro de modelos, como por exemplo aqueles baseados em UML. Para autores como Booch; Rumbaugh e Jacobson (2000), o agrupamento de partes organizacionais em pacotes é útil, na medida em que contribui para o aumento da padronização, da flexibilidade e do entendimento do negócio. Para Gibbs (1994), os sistemas ERP são formados por pacotes de software voltados para aplicações genéricas. De acordo com o autor, a padronização dos pacotes de software é útil, pois aumenta a capacidade do sistema de se adaptar aos processos de diferentes tipos de organização.

Outra vantagem apontada pelo autor é a minimização de custos e recursos em um projeto de software. De acordo com estudos feitos por Gibbs (1994), “em média, os projetos de desenvolvimento de software ultrapassam o cronograma em 50%. Projetos maiores geralmente ultrapassam mais”. Apesar do desenvolvimento de ferramentas de desenvolvimento, reaproveitamento de componentes de software e linguagens orientadas a objeto, autores que abordaram o tema mais recentemente, como Pressman (2002), afirma que a situação não sofreu grandes melhorias durante o período assinalado.

2.3.3 ABRANGÊNCIA EM RELAÇÃO ÀS FUNÇÕES EMPRESARIAIS (OU FUNCIONAIS)

O que torna um sistema ERP diferente dos sistemas legados (desenvolvidos, geralmente, com uma única finalidade) é a sua capacidade de atender a diferentes

tipos de funções empresariais. Ao falar de abrangência funcional, deve-se tomar o cuidado de avaliar se o propósito da aquisição do sistema é o de proporcionar condições para integrar a organização ou apenas atender a um grande número de funcionalidades. Por ser genérico, determinadas funcionalidades ou requisitos podem não ser atendidos de maneira satisfatória pelo sistema. Maiores detalhes a respeito das funcionalidades dos sistemas ERP serão abordadas no capítulo 4.

2.3.4 INCORPORAÇÃO DE MODELOS DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

Pode-se definir “processos de negócio como um conjunto de tarefas e procedimentos interdependentes, realizados para alcançar um determinado resultado empresarial” (DAVENPORT, 1998). Os autores complementam este conceito ao afirmar que os processos de negócio podem ser desenvolvidos em qualquer área funcional de uma organização, podendo se expandir com o passar do tempo e atingir áreas que se encontram fora das fronteiras organizacionais.

Os sistemas ERP fazem uso da generalização dos processos de negócio para poder se ajustar a diferentes tipos de organização e assim atender às suas diferentes necessidades (requisitos). Os processos de negócio utilizados nos sistemas ERP são elaborados com base em estatísticas, experiências passadas ou mesmo por meio de empresas de consultoria. A estes processos definidos e padronizados pelo fabricante do ERP e implementados com alto grau de satisfação aos clientes, foi dado o nome de *Best Practices* (Melhores Práticas).

2.3.5 UTILIZAÇÃO DE BANCO DE DADOS CENTRAL E COMPARTILHADO

O desenvolvimento de um banco de dados como os utilizados por sistemas ERP pode implicar em um processo complexo e muitas vezes dispendioso para a equipe de projetos. Conflitos, resistência a mudanças e custos são problemas que podem ocorrer com freqüência. O Gartner Group (1998) afirma que, no decorrer dos anos, e nos estudos de caso de empresas que fizeram a migração de sistemas legados para ERPs,

Chega-se à conclusão de que estes obstáculos são superados plenamente pelas vantagens alcançadas após a implementação da solução. Dentre estas vantagens pode-se citar a diminuição da duplicidade de trabalho e a rapidez na atualização dos dados. Fatores que tornam a tomada de decisão um processo mais seguro e menos propenso a erros.

2.3.6 AJUSTES ÀS NECESSIDADES DOS CLIENTES

Todo sistema de informação necessita de certos ajustes para atender às necessidades de seus clientes e usuários. O mesmo pode ser aplicado aos sistemas ERP. De acordo com Lucas (1985, p.537-549) “é improvável que um pacote de software vá atender exatamente aos requisitos da empresa, o que gera discrepâncias entre os dois (o pacote e a empresa)”. Os procedimentos de ajuste, de acordo com o autor servem exatamente para eliminar (ou ao menos diminuir) as dissonâncias que podem ocorrer no decorrer da implementação de um sistema de informação.

2.4 COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS DE GESTÃO EMPRESARIAL (1960 |- 2006)

Após apresentar o conceito e as características dos sistemas ERP, pode-se montar um quadro-resumo da evolução dos sistemas de informação corporativos e como estes estão consideravelmente ligados aos métodos administrativos utilizados em cada época. A tabela 2.3, baseada em um estudo de Kale (2000), apresenta um quadro resumido dos principais sistemas de gestão e em que contexto ele se insere na evolução das técnicas administrativas. Esta tabela é útil para o entendimento do trabalho, por mostrar, de forma sucinta, como os métodos de gestão contribuíram para a melhoria dos sistemas de informação nas últimas décadas.

Tabela 2.2 Relação entre técnicas administrativas e sistemas de gestão

ANO	TÉCNICAS DE GESTÃO	AMBIENTE EMPRESARIAL	INICIADORES	SISTEMAS DE GESTÃO
1860	Divisão do trabalho	- Ciclo de produção relativamente longo;	Adam Smith	-
1890	Mensurações Científicas		Frederic Taylor	-
1900	Produção em Massa		Henry Ford	-
1920	Engenharia Industrial	- Produção em massa;	F. Gilbreth e Frederic Taylor	-
1930	Movimento de Relações Humanas	- Domínio das grandes corporações;	Elton Mayo	-
1950	Revolução Japonesa de Qualidade	- Fontes de capital fáceis;	J.M.Juran e W.E.Demming	-
1960	Plan. das Necessidades de Materiais	- Margens de preço maiores;	Joseph Orlicky	BOMP, DBOMP
1970	Plan. dos Recursos de Manufatura	- Mudanças técnicas e de mercado lentas;	Oliver Wight	PICS, MRP
1970	Fábrica Focalizada (Focused Factory)	<ul style="list-style-type: none"> - Centrado na produção; - Foco no controle de estoque; - Ciclo de produção mais longo; - Baixa confiança em computadores; - Poder computacional limitado e caro. 	Wickham Skinner	COPICS, MRP
1980	Gestão de Qualidade Total (TQM)	- Produção baseadas em parcerias em escala global;	Philip Crosby	MRP - I
1980	Just In Time – Toyota Production System	- Domínio das corporações ágeis;	Taichi Ohno	MRP - I
1980	Manufatura Integrada por Computador	<ul style="list-style-type: none"> - Fontes de capital mais escassas; - Margens de preço reduzidas; 	IBM	MRP - I
1980	Tecnologia de Otimização da Produção	- Mudanças técnicas e de mercado rápidas;	Eliyahu Goldratt	MRP - I
1980	ISO 9000			
1980	Manufatura de Classe Mundial	- Lotes pequenos e baixos estoques;	NASI	MRP - II
1990	Personalização da Produção em Massa	- Organizações "enxutas" e focadas nas necessidades dos clientes;	Richard Schonberger	MRP - II
1990	Manufatura Enxuta	- Ciclo de produção curto e orientado ao mercado;	Stan Davis e B. Joseph Pine II	ERP
1990	Reengenharia de Processos de Negócio	- Alta confiança em computadores;	Jones & Roos	ERP
1990	Gestão da Cadeia de Fornecimento		Michael Hammer	ERP
2000	Comércio Eletrônico E-Business	- Poder computacional abundante e barato.		ERP, CRM, SCM

Baseado em Kale, V., *Implementando SAP R/3*, Indianópolis: SAMS, 2000

2.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Ao chegar ao término deste capítulo, alguns fatos merecem reflexão.

- » O desenvolvimento dos sistemas de informação gerenciais ou ERP deveu-se, em grande parte, à crescente necessidade, por parte das organizações, de um sistema de informação que fosse capaz de atender às necessidades, estratégias e limitações (em termos de recursos) dentro de diferentes áreas funcionais das organizações, considerando as particularidades de cada uma delas. Assim, pode-se afirmar que este desenvolvimento foi condicionado tanto pelo aumento do número de funcionalidades do sistema, condicionado quanto pela crescente necessidade de melhoria da eficiência e da eficácia dentro do ambiente organizacional;
- » Uma das principais metas dos sistemas ERP é de ajustar-se ao negócio da organização, de forma a diminuir os impactos que a implementação de uma nova tecnologia tem sobre a organização;
- » A utilização de uma única base de dados ajuda a manter a integridade destes dados, evitando redundâncias e retrabalho, ao mesmo tempo em que promove maior integração entre as áreas da organização.

No capítulo a seguir, são abordados conceitos de arquitetura de sistemas de informação e como esta contribuiu para que os sistemas ERP pudessem atender a este crescente aumento da complexidade dos processos organizacionais.

3. ERP – Arquitetura (Aspectos e componentes)

A finalidade deste capítulo é de discutir alguns conceitos relacionados à arquitetura de sistemas de informação, sobretudo aos sistemas de gestão empresarial (ERP). Entender o conceito de arquitetura de sistema é importante para compreender o contexto em que se insere este trabalho. Após a leitura deste capítulo, espera-se que tanto o conceito de ERP, quanto o conceito de arquitetura de sistemas estejam claros para o leitor deste trabalho.

Ao término do capítulo são apresentados exemplos de sistemas ERP comercializados no mercado, assim como suas arquiteturas. A intenção é mostrar exemplos reais de arquiteturas de sistemas ERP, além de fazer uma análise das soluções adotadas por cada fornecedor para atender às necessidades de cada uma das partes interessadas (*stakeholders*), dentro de uma organização.

3.1 O CONCEITO DE ARQUITETURA

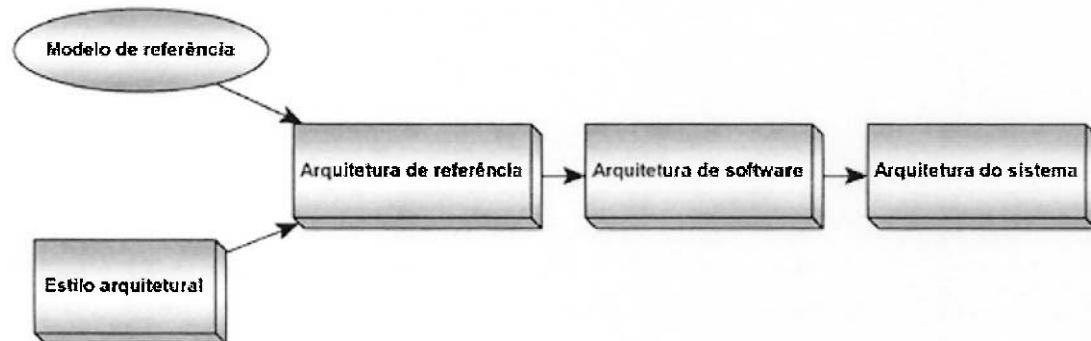
A palavra arquitetura pode ser definida de diferentes formas. Cada uma destas definições encaixa-se em uma determinada área do conhecimento. De acordo com o dicionário Aurélio, “*arquitectura, ou arquitetura no Brasil (do grego arché - αρχή = primeiro ou máximo e tékton - τέχνη = construção) é a arte ou técnica de projetar, estruturar e edificar o ambiente habitado pelo ser humano.*”

Esta definição, apesar de ser de fácil compreensão, pode ser considerada insuficiente para a área de engenharia de software. Isto ocorre porque o termo arquitetura de sistema é, muitas vezes, entendido de forma errônea, devido à existência de outros termos semelhantes, mas diferentes em significado. Assim, antes de definir arquitetura de sistema, define-se o que não é arquitetura de sistema. Desta forma, espera-se evitar qualquer espécie de confusão a respeito do significado dos termos utilizados neste trabalho. A definição dos termos relacionados à arquitetura de sistema pode ser representada, segundo Bass; Clements e Kazman (2003, p.24-26) através de uma tabela, a seguir:

Tabela 3.1. Definições de termos relacionados à arquitetura de sistemas de informação

Termo	Definição
Modelo de referência	Divide a funcionalidade em partes, de forma a melhorar a compreensão do problema, decompondo-o em partes menores e mais gerenciáveis. Estas partes podem se relacionar entre si, de forma a gerar soluções para estes problemas.
Estilo arquitetural	Compreende a organização do sistema. Esta organização compreende a definição dos elementos arquiteturais que serão utilizados, a interação entre estes componentes, suas características (interfaces e atributos) e de que forma esta interação será concretizada. Um dos principais objetivos dos estilos arquiteturais é de levantar as propriedades funcionais e não-funcionais (atributos de qualidade) da arquitetura e verificar se determinado estilo é ou não compatível com as necessidades que devem ser supridas pelo sistema.
Arquitetura de referência	Compreende o mapeamento dos elementos do sistema (como componentes) e os fluxos de dados entre eles. Este mapeamento será utilizado para implementar as funcionalidades definidas no modelo de referência.

Esquematicamente, este quadro é representado por Bass; Clements e Kazman (2003, p. 26) da seguinte forma:

Figura 3.1 Relação entre os termos relacionados à arquitetura de sistema

Após esta breve apresentação dos termos frequentemente associados ao conceito de arquitetura, é possível verificar que nenhum dos termos mencionados acima define, de fato, o que é uma arquitetura. Estes termos são, na verdade os meios de se chegar a ela (arquitetura).

O conceito de arquitetura para a área de engenharia de software foi feito por estudiosos como Medvidovic (1998, p. 105-108), que conceitua arquitetura como:

A responsável pelo desenvolvimento da estrutura global de um sistema, a qual será chamada de arquitetura do sistema. Esta arquitetura do sistema é formada por componentes que, conectados entre si de forma correta, garantirão as propriedades funcionais e não funcionais desejáveis para este sistema.

Davenport (1998) faz uma definição sucinta de arquitetura, onde afirma que a arquitetura de sistema é:

Como um guia para estruturar e localizar a informação dentro de uma organização, dando maior inteligibilidade a todos os funcionários da organização, de forma que possam incorporar informações, computadorizadas ou não, capazes de influenciar o comportamento e a cultura da organização.

Apesar de explicativas, estas definições podem ser consideradas demasiadamente superficiais, não demonstrando toda a complexidade envolvida em um projeto arquitetural. No decorrer deste capítulo, a influência da arquitetura, dentro da estratégia organizacional, será discutida com maiores detalhes. Desta forma, espera-se tornar mais fácil a compreensão de certos termos empregados pelos autores, como, por exemplo, "propriedades funcionais e não funcionais", que podem parecer vagas e de difícil entendimento para alguns leitores. A seguir, são discutidos alguns pontos importantes em relação à arquitetura de sistema e organização.

3.1.1 INTEGRAÇÃO

O primeiro conceito abordado é o da integração. Vernadat (1996) afirma que partes distintas, quando integradas, passam a comportar-se como um sistema único. Seguindo esta idéia, o autor afirma que, um dos objetivos mais importantes da integração, é o de gerar melhorias na estrutura organizacional da empresa, criando condições para maximizar a produtividade, a flexibilidade e a capacidade de mudança.

Para autores como Burch e Grudnitski (1989), a integração tem como objetivo a disponibilização de fluxos de informação que se comunicam e interagem entre si. Para os autores, o fluxo de informação entre as áreas departamentais de uma

organização é interdependente, onde cada área contribui, à sua maneira, com este fluxo de informação.

Já para Machado e Kaldeich (2000), para que haja a integração entre organização e sistema é necessário considerar outros elementos que, segundo os autores, seriam os responsáveis pela garantia da qualidade e da produtividade dentro de um ambiente integrado. Dentre estes elementos tem-se:

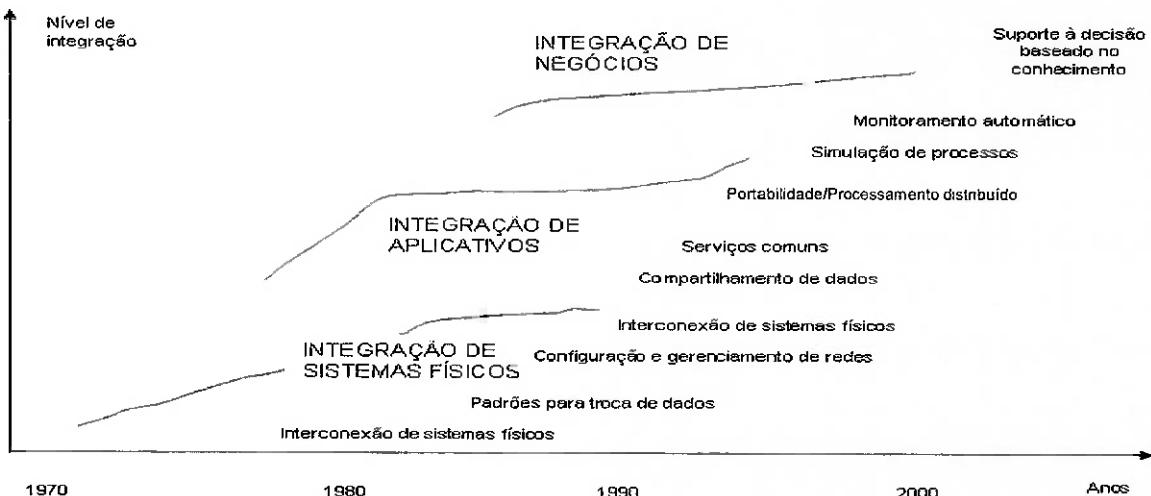
- » Integridade e confiabilidade dos dados: são mecanismos responsáveis pela garantia da qualidade dos dados. Estes mecanismos devem ser capazes de controlar operações sem “deteriorar” os dados com o decorrer do tempo. O sistema deve ser capaz de manter os dados corretos, limpos (livre de redundâncias) e claros;
- » Partilha de dados: são critérios utilizados para determinar quais módulos podem fazer operações sobre determinado tipo de dado (acesso), além de definir como esses dados serão partilhados pelos recursos do sistema;
- » Visões dos usuários: a visão de usuário compreende a possibilidade de extrair e combinar diferentes partes de dados do modelo de forma a atender às necessidades de diferentes usuários do sistema;
- » Eficiência: relacionada a tempos de respostas do sistema (redes de dados, servidor/cliente e outros recursos tecnológicos); conformidade (capacidade do sistema de ser aderente a normas e especificações técnicas), e gerenciamento dos recursos entre os diferentes usuários do sistema;
- » Interação e portabilidade: o sistema deve possuir *interfaces* e, recursos de comunicação entre o sistema ERP e sistemas heterogêneos e/ou externos, para permitir intercâmbio de dados de diferentes plataformas.

No caso da integração entre organização e sistemas do tipo ERP, Souza (2003 apud Farias et. al., 2004), assinalam, como pontos importantes do processo de integração:

- » Conectividade: O sistema deve abranger não apenas o espaço físico da empresa, mas também deve ser capaz de se conectar a diferentes entidades pertencentes ao mesmo grupo empresarial;
- » Compreensividade: O sistema deve suportar as diferentes estruturas organizacionais que podem existir dentro de uma organização, assim como suas áreas de negócio. Desta forma, o sistema deve ser capaz de adaptar-se às necessidades da organização, e não o contrário;
- » Flexibilidade: O sistema ERP deve ser flexível, possibilitando o acompanhamento das constantes transformações das organizações, abrangendo desde os níveis mais baixos da pirâmide hierárquica (operacional), até os mais altos (estratégicos);
- » Simulação da realidade: O sistema deve ser capaz de simular a realidade da empresa em computador, melhorando assim a tomada de decisão. O controle do sistema não deve estar fora do processo de negociação e deve possibilitar a elaboração de relatórios para os usuários do sistema.
- » Modularidade: Os sistemas ERP devem apresentar uma arquitetura aberta, isto é, pode utilizar um módulo livremente sem que este afete os restantes. Desta forma, o sistema deve ser capaz de suportar diferentes plataformas de hardware e software, possibilitando a adaptação do sistema a diferentes situações. Esta característica possibilita também a expansão e/ou adaptabilidade de mais módulos ao sistema, de acordo com as necessidades da organização.

O processo de integrar organização e sistema (no caso um sistema ERP) envolve, segundo Vernadat (1996), considerar a parte física (hardware, redes, etc.), aplicativos (interoperabilidade, acesso a dados, etc.) e negócios (processos de negócio). O autor representou esta relação por meio de um gráfico de níveis de integração, esquematizado a seguir:

Figura 3.2 ERP - Níveis de Integração



Baseado em Vernadat (1996, p. 15 e 327)

Ao visualizar a figura 3.2 é possível concluir que o nível de integração superior só pode ser implementado quando o nível inferior estiver plenamente integrado. A forma como estes níveis de integração serão incorporados à arquitetura serão discutidos com mais detalhes no tópico referente à proposta de arquitetura para sistemas ERP.

3.1.2 INFLUÊNCIAS INTERNAS E EXTERNAS SOBRE A ARQUITETURA

A utilização de uma arquitetura de sistemas ERP pode ser entendida como um instrumento importante tanto para a reestruturação da estrutura organizacional, quanto para os planos estratégicos desta organização. A garantia do sucesso em projetos como a construção de uma arquitetura de sistema que atenda a diferentes tipos de usuários, com necessidades e interesses diversos depende, em grande parte, de envolvimento e, principalmente, comprometimento das partes envolvidas.

Autores como Kazman; Bass e Clements (2003) destacam a importância do compromisso entre as partes envolvidas na construção de uma arquitetura de sistema. Para os autores, um comprometimento das partes interessadas, visando o interesse organizacional em detrimento de interesses individuais, aliada a uma estrutura tecnológica que minimize os riscos de uma decisão estratégica, já é, em grande parte, garantia de que os objetivos do projeto serão alcançados.

Para Laudon e Laudon (2005), existe, além do fator organizacional e tecnológico, um terceiro fator, que está relacionado às pessoas. O conjunto formado por tecnologia, organização e pessoas é que, segundo os autores, proporcionaria uma integração mais completa e abrangente, resultando em uma arquitetura de maior qualidade. No caso deste trabalho, será considerada a abordagem feita por Kazman, Bass e Clements (2003), apesar de que, à primeira vista, a abordagem de Laudon e Laudon (2005) parecer mais completa, sob o ponto de vista analítico.

A utilização desta abordagem se deve ao fato de que a estrutura organizacional, a tomada de decisão e as necessidades da organização sejam formuladas, na maioria das vezes, a partir de pessoas. Desta forma, a discussão de apenas dois aspectos (organizacionais e tecnológicos) parece suficiente para o entender a forma como estes aspectos influenciam a construção de uma arquitetura de sistema ERP.

3.1.2.1 Aspectos Organizacionais

A visão organizacional pode ser considerada tão importante quanto a visão tecnológica, pelo simples fato de que o sucesso da segunda dependa fortemente dos esforços da primeira (DAVENPORT, 1998). Todas as organizações apresentam características próprias em relação a políticas, canais de comunicação ou mesmo delegação de responsabilidades. A este arranjo (formal ou informal) de responsabilidades, regras, tarefas e controle das informações, atribui-se o nome de estrutura organizacional (HALL, 1984). Sob a ótica de projetos, o autor conclui seu raciocínio afirmando que o sucesso ou fracasso de uma organização dependem da forma como as decisões tomadas serão implementadas e se as mesmas são ou não as mais adequadas para o futuro da organização.

Na medida em que uma organização cresce e se torna mais complexa também aumenta a necessidade de um sistema de informação capaz de controlar e manter sua estabilidade. Um dos focos dos sistemas ERP é o de gerenciar a estrutura organizacional através de processos de negócio que utilizam uma metodologia focada na padronização destes processos. Desta forma, o diferencial competitivo passa a ser não apenas a adição de novas funcionalidades, mas também a forma como o sistema irá se adaptar aos diferentes tipos de estrutura organizacional.

De acordo com Hecht (1997), o critério funcionalidade é importante, porém não pode ser o único critério a ser considerado ao se adotar um sistema ERP. Custos

(aquisição, implementação e manutenção), suporte pós-venda, em caso de falhas, e visão de futuro para a organização são, para o autor, fatores relevantes a serem analisados. Hecht (1997), considera a aquisição de um sistema ERP não apenas como um sistema que irá contribuir para melhorar a performance da empresa, mas sim como uma decisão estratégica de alto risco para organização, já que a adoção de um sistema ERP é um compromisso feito para durar durante muito tempo (longo prazo).

Davenport (1998) assinala que a decisão de adotar (ou não) um sistema ERP depende de uma avaliação da estratégia empresarial em relação “à maneira como fazer negócios” que estes sistemas impõe. Desta forma, conclui o autor, “se uma organização apressa-se em instalar um sistema empresarial sem ter um claro entendimento de suas implicações para o negócio, o sonho da integração poderá se tornar um pesadelo”. Davenport (1998) ilustra essa idéia, citando alguns problemas que a organização poderá enfrentar, caso não tenha um plano definido para o projeto de implantação do sistema. Dentre estes problemas, o autor destaca:

- » A dificuldade na implantação devido à dificuldade em encontrar pessoas que conheçam tanto o negócio da empresa, quanto também a solução escolhida. Neste caso, a contratação de uma consultoria pode ser uma solução interessante;
- » Os usuários, dos vários departamentos da organização, deverão passar por um período no qual os esforços serão duplicados, onde o trabalho deverá ser realizado paralelamente no sistema antigo (mesmo que manual) e no novo. O que pode criar a necessidade de alterações nos processos produtivos e administrativos. Estas alterações deverão manter-se em conformidade com os objetivos e estratégias de longo prazo da organização;
- » O impacto do sistema sobre os recursos humanos poderá ser alto, caso um planejamento prévio não seja elaborado. Mudanças no perfil dos funcionários, como a necessidade de uma visão total do processo, em detrimento de uma visão parcial. Isto poderá levar a organização a investir no preparo de seus funcionários ou mesmo substituí-los;

» Os tomadores de decisão poderão sentir dificuldades em mensurar as variáveis intangíveis, como a integração, a confiabilidade e a velocidade do fechamento de um balanço, todos eles modificados pelo uso do sistema ERP.

Souza e Zwicker (2000) enfatizam que, a adoção de um sistema ERP necessita de checagens periódicas, para verificar se o sistema está ou não sendo adequado às particularidades da empresa. O autor cita, como pontos importantes a experiência dos usuários do sistema, o conhecimento prévio sobre as discrepâncias entre o sistema e a empresa, além do comprometimento da alta direção e das áreas interessadas.

Corrêa (1997) afirma que, para atingir o sucesso no processo de aquisição e implementação de um sistema ERP, é necessário que antes seja feita uma análise detalhada das funcionalidades do sistema e depois compará-las com o que a organização espera deste sistema. Se neste comparativo houver mais afinidades que discrepâncias, a probabilidade de sucesso do projeto se torna maior. Para Corrêa (1997), após a implantação, é necessário que as partes envolvidas (*stakeholders*) mantenham-se comprometidas, de forma a manter um esforço contínuo em prol da melhoria dos processos organizacionais.

Ao observar os principais pontos destacados para o sucesso de um sistema ERP dentro de uma organização, é possível montar uma tabela contendo, de forma ampla e genérica, quais são os pontos mais importantes, de acordo com os autores citados anteriormente, a serem consideradas pelas empresas, antes de optar por este tipo de sistema de gestão.

Tabela 3.2. ERP – Pontos importantes para adoção de um sistema ERP

Características	Hall	Hecht	Davenport	Souza e Zwicker	Corrêa
Adequação de funcionalidades	X	X	X	X	X
Adaptação à estrutura tecnológica existente	NA	X	NA	X	X
Análise das necessidades	X	NA	X	X	X
Análise de processos	X	NA	X	X	NA
Comprometimento da alta direção	NA	X	X	X	X
Comprometimento das partes envolvidas (<i>stakeholders</i>)	X	X	X	X	X
Profissionais com conhecimento do negócio	NA	NA	X	X	X
Mudança organizacional	X	X	X	X	X

NA: Não Aplicável

Ao se observar à tabela 3.2, conclui-se que a adoção de um sistema ERP exige, além do comprometimento, um amplo estudo sobre os impactos causados pela mudança de cultura na organização. A análise dos processos, viabilidade, riscos, além de um rigoroso controle de qualidade são importantes para que se atenda, da melhor forma possível, às diferentes necessidades das partes envolvidas. Autores como Bartholomew (1997, p. 26-30) enfatizam que,

Um software ERP fornece apenas a infra-estrutura e não qualquer outro tipo de vantagem competitiva, assim, se os processos de negócio possuem problemas, eles não poderão ser resolvidos colocando os dados que eles produzem em um sistema novo e melhor

Para Porter (2002), a cultura organizacional é o único fator capaz de criar um diferencial competitivo entre os sistemas de informação existentes, pelo simples fato de que outros aspectos (como o tecnológico), serem facilmente copiados, fazendo com que a vantagem competitiva dure pouco.

A conclusão que se chega é que estudar o funcionamento de uma organização (processos de negócio, políticas, canais de comunicação, etc.) é uma importante ferramenta no entendimento do negócio, assim como na estratégia organizacional. As decisões envolvidas na construção da arquitetura podem influenciar os resultados da organização durante um longo período de tempo. Assim, para que a arquitetura tenha qualidade esta deve obedecer às particularidades organizacionais, criando uma cultura focada no compartilhamento, desenvolvimento e aprimoramento de informações que contribuam para o desenvolvimento organizacional.

3.1.2.2 Aspectos Tecnológicos

O segundo fator abordado ao se planejar a construção de uma arquitetura de sistema ERP é o fator tecnológico. Como fator tecnológico considera-se os softwares para gerenciamento de projetos, banco de dados utilizado, hardware e plataforma. Alguns destes itens são descritos com maiores detalhes a seguir:

» Sistemas Operacionais: são programas que controlam a execução de programas e provê serviços tais como alocação de recursos, escalonamento de tarefas, controle de entrada/saída e gerenciamento de dados;

- » Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD): responsáveis pelo armazenamento das informações recebidas, geradas, manipuladas e transformadas pelos sistemas. A tecnologia utilizada no desenvolvimento de banco de dados vem, a cada ano, evoluindo rapidamente. As versões atuais, oferecidas no mercado, apresentam cada vez mais funcionalidades e qualidade em termos de segurança, consistência, robustez e desempenho (tempo de acesso, por exemplo), entre outros;
- » Sistemas de Gestão de Redes/Comunicação (incluindo redes locais e Internet): constituem um conjunto de aplicações que, através do hardware (hubs, switches, etc.) farão o controle do fluxo de dados e das informações entre as áreas ou departamentos organizacionais.

Já é possível verificar alguns pontos importantes. Um deles, apontado por Davenport (1998), refere-se à necessidade do sistema de informação (no caso um sistema ERP) de se adaptar às características de cada organização, sem, no entanto, comprometer seu caráter genérico. Para que isto seja possível, o autor enfatiza a importância do uso de modelos de processo de negócio, que para o autor faz com que estes modelos sejam utilizados como referencial para o planejamento e mudança organizacional, minimizando riscos e aumentando as chances de sucesso.

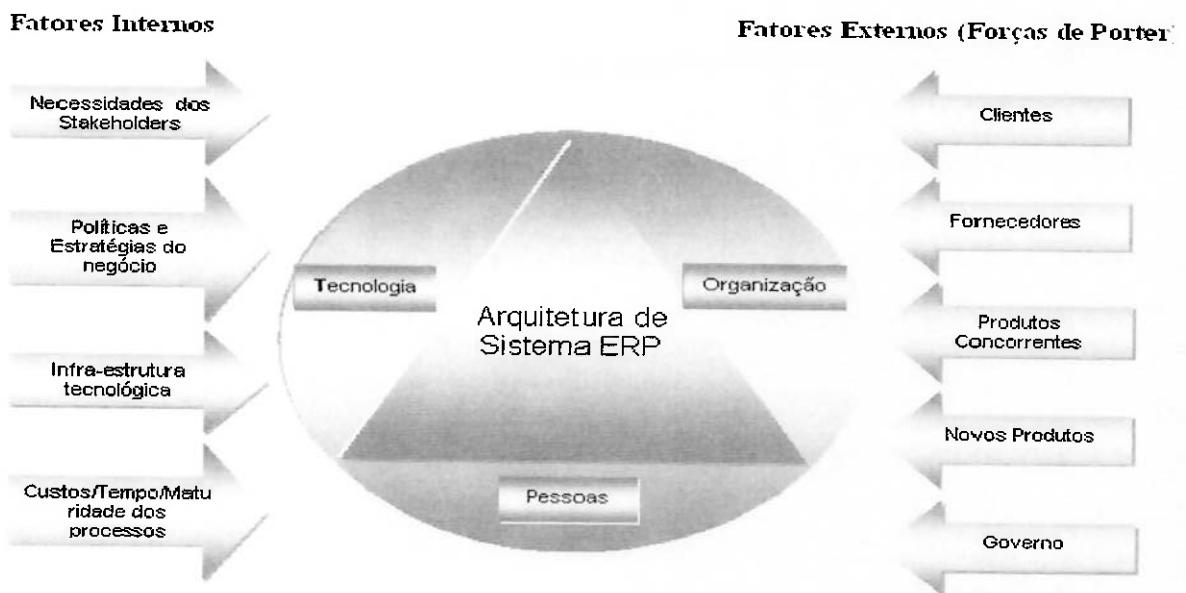
3.1.2.3 Forças externas que influenciam uma arquitetura de sistema ERP

Após o entendimento dos aspectos internos (organizacionais e tecnológicos), o mesmo deve ser feito em relação aos aspectos externos ao sistema (concorrentes, clientes, outros sistemas, etc.). Aspectos externos também podem influir na construção de uma arquitetura de sistema, na medida em que estes fatores influenciam o rumo da estratégia organizacional.

Estas forças externas foram identificadas e agrupadas por Porter (2002), após um rigoroso estudo das forças que atuam sobre uma organização. Esta classificação é importante, pois ajuda os interessados no projeto (*stakeholders*) a levantar suas necessidades, assim como definir as restrições a que estas necessidades estão submetidas. A partir das considerações levantadas é possível ao arquiteto do sistema levantar requisitos importantes para a construção da arquitetura de sistemas ERP. A visualização da figura 3.3 mostra, de forma simplificada, o grande número de

variáveis e decisões de projeto envolvidas na construção de uma arquitetura de sistema ERP. As forças, internas e externas, que podem ter influência sobre um projeto arquitetural para sistemas ERP, estão esquematizadas na figura a seguir:

Figura 3.3 Arquitetura de Sistemas ERP – Forças envolvidas



3.2 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Construir uma arquitetura de sistema ERP não depende apenas de aspectos tecnológicos ou organizacionais. O sucesso deste tipo de projeto depende, antes de tudo, do comprometimento dos *stakeholders* do projeto em relação aos interesses da organização. O grande desafio para o arquiteto de software é exatamente conciliar estes interesses, negociando, estruturando e priorizando as necessidades de cada um destes *stakeholders*.

O sucesso de uma arquitetura de sistema pode ser entendido agora não mais como um mero instrumento para melhorar a performance da empresa, mas sim como um componente da estratégia organizacional. Assim, o sucesso desta arquitetura depende do envolvimento, e principalmente, do comprometimento dos *stakeholders* e dos profissionais da área de tecnologia da informação em um esforço integrado, voltado para atender aos interesses organizacionais.

4. ERP - Funcionalidades e Sistemas de Mercado

Antes de iniciar a abordagem dos sistemas ERP sob a ótica das funcionalidades, cabe antes definir o que significa o termo funcionalidade.

Autores como Souza e Zwicker (1999) conceituam funcionalidade (no caso de sistemas ERP), como o conjunto de funções, características e possibilidades de uso embutidas em um sistema ERP. Já para Davenport (1998), as funcionalidades de um sistema ERP compreendem a flexibilização de sua utilização em um número maior de empresas de segmentos diversos, sendo que, para adaptá-lo a cada realidade, é necessário um certo grau de personalização. Como personalização o autor considera a adaptação das funcionalidades do sistema aos requisitos da organização.

Souza e Zwicker (1999) listam algumas características que tornam os sistemas ERP mais flexíveis e, portanto, mais adaptáveis a determinadas necessidades do que os sistemas legados. Entre as características podem ser destacadas:

- » Funcionalidade: abrange o conjunto de todas as funções, características e possibilidades de uso embutidas em um sistema ERP. Estas funções formam, em seu conjunto, o sistema de informações transacional, capaz de suportar os processos de negócio da organização;
- » Parametrização: corresponde ao processo de adequação da funcionalidade de um sistema ERP a uma determinada organização por meio de parâmetros já disponibilizados pelo próprio sistema de gestão. Estes parâmetros são variáveis internas ao sistema que determinam, de acordo com o seu valor, o comportamento que o sistema deverá possuir. Segundo Martin e McClure (1983), uma parametrização consistente e bem elaborada é um importante instrumento para adaptar a organização às novas mudanças. Desta forma, concluem os autores, os custos relacionados às mudanças podem ser minorados, assim como os riscos que envolvem este tipo de processo.

- » Personalização: determina o grau de modificação de um sistema ERP para que este possa se adaptar a uma determinada situação empresarial impossível de ser reproduzida através dos parâmetros já existentes. Apesar de muito utilizada, a personalização deve ser planejada com grande cuidado, para evitar que o sistema “engesse” a organização. Isto ocorre porque, dependendo do grau de personalização necessário para adaptar o sistema à organização, este pode se tornar, com o decorrer do tempo um sistema legado (semelhante aos desenvolvidos dentro da organização), o que o afasta do comportamento de um ERP comum, voltado para soluções genéricas. Esta decisão pode se tornar arriscada em casos de troca por versões mais novas ou manutenção do sistema, o que pode exigir um custo muitas vezes incompatível com a realidade organizacional;
- » Localização: procura adaptar (por meio da utilização de parametrizações ou personalizações) sistemas ERP desenvolvidos em outros países, de forma que estes atendam às realidades locais (impostos, taxas, leis, procedimentos, etc.);
- » Upgrade: corresponde ao aumento de funcionalidade e correção de erros, o que contribui para o aumento da eficiência do sistema.

4.1 LIMITAÇÕES E RESTRIÇÕES DOS SISTEMAS ERP

De acordo com Martin e McClure (1983, p.1-13)

Uma das armadilhas dos pacotes de software resulta do cuidado insuficiente em verificar a adequação do pacote às necessidades da empresa. Sutilizações não percebidas na pressa da compra podem aparecer mais tarde, quando se transformarão em severos problemas de manutenção.

Autores como Davenport (1998), afirmam que, em sistemas ERP, o alto número de funcionalidades, além do caráter genérico do sistema, pode representar um problema para as organizações. Muitas funcionalidades podem não atender a todas as necessidades dos clientes, o que pode gerar a necessidade de desenvolver sistemas mais específicos ou mesmo reestruturar os sistemas existentes, para que os mesmos se adaptem ao ERP.

A partir do que foi mostrado, pode-se deduzir que um estudo detalhado de sistemas ERP, assim como de suas funcionalidades pode ser considerado essencial para a escolha do sistema mais apropriado para o atendimento de uma necessidade ou conjunto de necessidades da organização. Para minimizar riscos relacionados à adaptação do sistema à organização, as empresas fornecedoras de sistemas ERP optaram, em sua grande maioria, pelo oferecimento de funcionalidades básicas em seus sistemas. Entende-se por funcionalidade básica todas aquelas funcionalidades necessárias para apoiar as atividades organizacionais mais importantes (CORRÊA et al., 1997). Para tornar possível que as funcionalidades possam atender às necessidades dos clientes, os sistemas ERP recebem alterações, de forma a fazer com que as funcionalidades já presentes no sistema possam suprir as necessidades de determinada área funcional de uma organização (requisitos específicos).

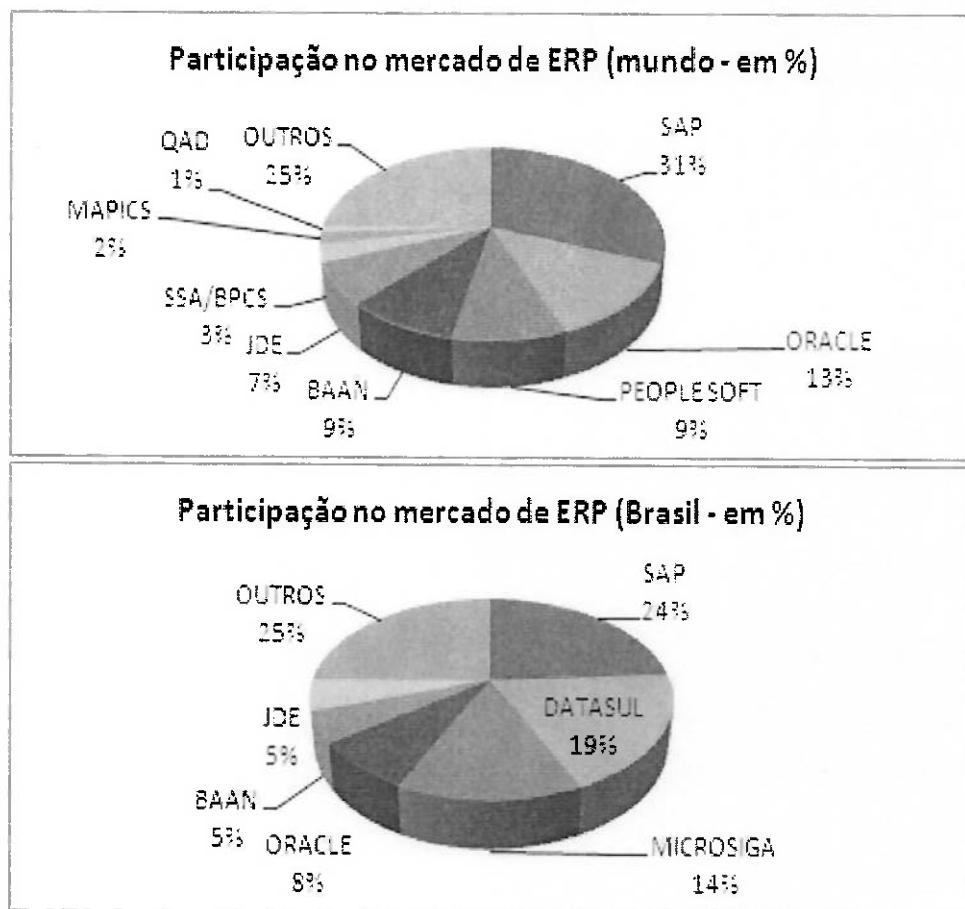
A importância da funcionalidade, no caso de um sistema ERP pode ser considerada como um importante fator de sucesso (ou fracasso). Através do estudo das funcionalidades é possível avaliar, com relativa segurança, a capacidade de adaptação do sistema ERP a uma determinada realidade organizacional. Chega-se à conclusão que a funcionalidade contribui, de forma decisiva, na escolha (ou não), de um sistema ERP para determinada organização, o que a torna um importante instrumento de diferenciação competitiva.

4.2 ANÁLISE DE SISTEMAS ERP COMERCIALIZADOS NO MERCADO

Como visto no tópico anterior, a funcionalidade é um instrumento importante para a diferenciação competitiva de um sistema ERP. Contudo, para que estas funcionalidades possam atender a diferentes necessidades organizacionais, é necessário que a arquitetura destes sistemas seja flexível o bastante para suportar novos requisitos ou mesmo modificar aqueles já atendidos.

Para tornar a compreensão do assunto mais ilustrativa, três sistemas ERP foram selecionados para o estudo da arquitetura de sistema e das principais funcionalidades.

Figura 4.1 ERP - Participação de Mercado das empresas fornecedoras



³Fonte: FGV/EASP/CIA: amostra de médias e grandes empresas. www.fgvsp.br/cia/pesquisa

A escolha destes sistemas considera critérios como participação de mercado, número de empresas que utilizam estes sistemas e particularidades regionais. Este último critério foi incluído devido ao fato de que cada país possui características próprias (econômicas, políticas, e culturais), capazes de influenciar o processo de escolha do sistema de informação.

A partir dos critérios de escolha, foram selecionados os seguintes sistemas ERP para análise comparativa (Microsiga Protheus, SAP R/3 e Microsoft Dynamics AX (ou simplesmente Microsoft Axapta). A escolha destes sistemas se deve aos seguintes fatores:

³Atualmente, a PeopleSoft e a JDE foram incorporadas à Oracle, o que a deixa com cerca de 29% do mercado mundial e 13% do mercado brasileiro

- » O ERP da Microsiga é um dos líderes no mercado brasileiro, logo, pode parecer interessante o seu estudo, devido às particularidades regionais da solução;
- » O R/3 da SAP é líder mundial neste segmento de mercado. Desta forma, a análise de sua arquitetura parece mais que apropriada para um estudo comparativo, devido à sua grande participação de mercado;
- » A Microsoft, líder mundial no mercado de sistemas operacionais, espera aumentar sua participação de mercado de sistemas de gestão. O grande desafio para a empresa é mostrar de que forma o seu sistema ERP (o Axapta) poderá competir em pé de igualdade com os líderes do mercado mundial (Oracle e SAP).

A seguir, é apresentada uma descrição detalhada de cada uma das soluções escolhidas, suas funcionalidades e características de arquitetura. Em seguida é feito o estudo comparativo das arquiteturas e funcionalidades de cada um dos sistemas ERP apresentados

4.2.1 *MICROSIGA*

4.2.1.1 *Histórico da empresa*

A Microsiga foi a primeira empresa a desenvolver um sistema integrado de gestão no Brasil. Esse fato ocorreu em meados dos anos 70. A empresa, denominada inicialmente como SIGA era, até então, uma fábrica de software. No ano de 1977, a SIGA criou o seu primeiro sistema integrado baseado na plataforma *mainframe*. Na maioria dos sistemas *mainframe* da época, a utilização de linguagens de baixo nível era predominante. No caso do sistema da SIGA era o *Assembler*. O sistema utilizava também um banco de dados chamado Sesam.

No ano de 1983, a empresa mudou de nome, e passou a se chamar Microsiga. O foco da empresa passou a ser a fabricação de softwares voltados para computadores de menor porte como microcomputadores, que neste momento começavam a se difundir com maior velocidade dentro das organizações.

Com o aumento da demanda, a empresa começou então a investir em sistemas mais modernos, baseados em linguagens de programação de nível mais alto, como Dbase, Cobol e Clipper. Mas foi apenas em meados dos anos 90 que a empresa atingiu um nível de crescimento mais consistente, ajudada pelo aumento da demanda por sistemas de gestão. Isso ocorreu devido à modernização de setores fabris, que agora concorria com produtos importados, o setor de telecomunicações, em processo de privatização, e pelo setor financeiro, com a entrada de instituições estrangeiras (ROSELINO e GOMES, 2000).

4.1.1.2 *Microsiga Protheus*

O Protheus, sistema ERP desenvolvido pela Microsiga, é um sistema aberto, dividido nos seguintes módulos principais: contábil, financeiro, ativo fixo, livros fiscais, planejamento, custos, compras, distribuição, faturamento, planejamento e controle de produção, recursos humanos, telemarketing, controle de ponto e de folha de pagamento. O número de módulos pode variar (entre 4 e 57), representando cada uma das áreas de negócio de uma organização. Estes módulos podem ser personalizados de acordo com o tamanho da organização e as necessidades dos clientes, passando assim a abranger novos requisitos.

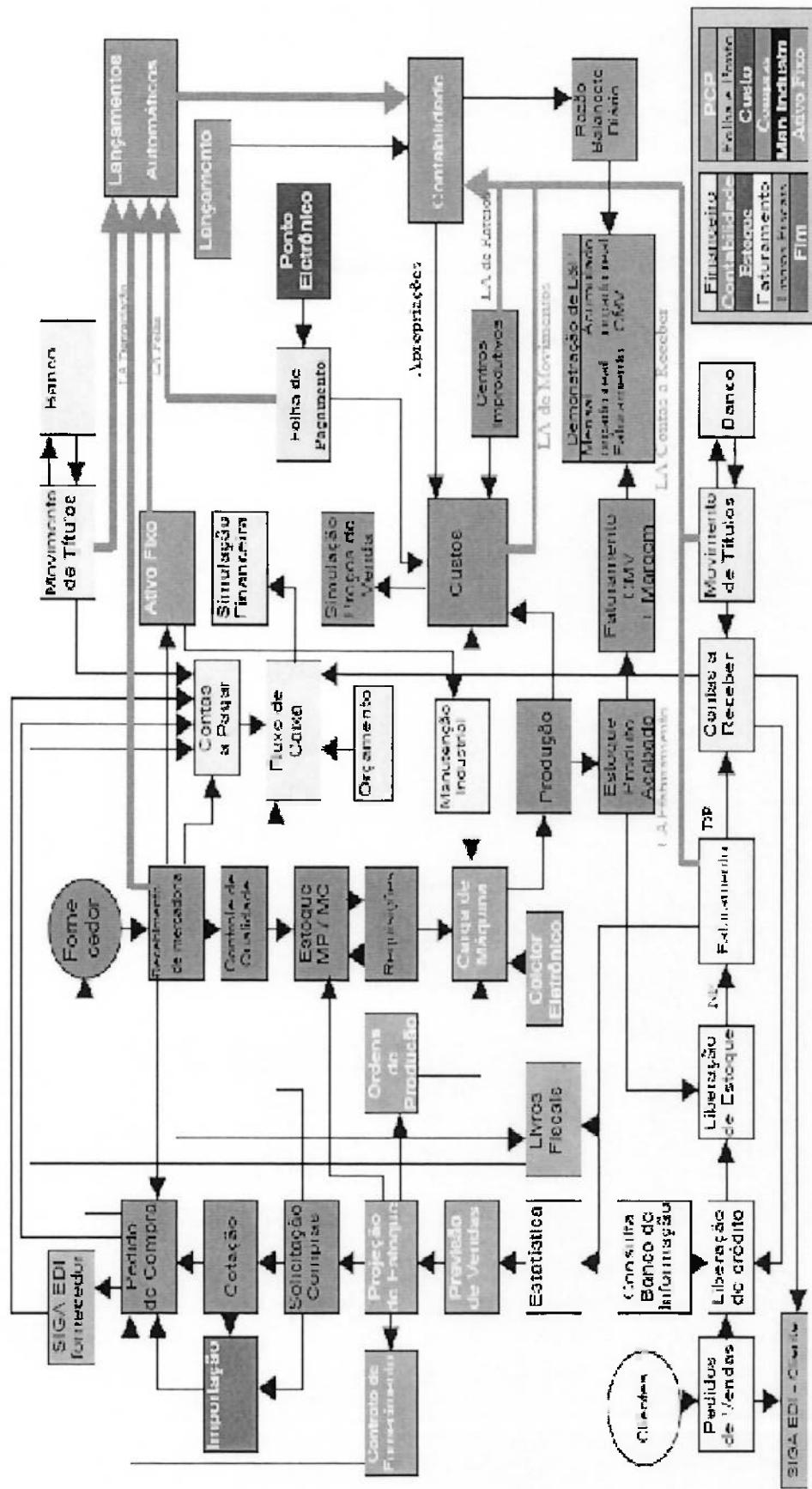
4.1.1.2.1 ARQUITETURA DO SISTEMA

O sistema Protheus da Microsiga foi desenvolvido sobre uma arquitetura três camadas (*three-tier* - apresentação, banco de dados e transação), expansíveis para *n-tier* (mais de três camadas), dependendo da complexidade da organização. A comunicação entre os módulos utiliza protocolos de comunicação, como TCP/IP e OLE (*Object Linking and Embedding*) e EDI, responsável pela troca de dados entre sistemas, torna o sistema adaptável a diferentes tipos de aplicação.

O acesso às rotinas do sistema pode ser feito via internet, no formato ActiveX para uso em *browsers*, o que permite a execução do sistema através da Internet ou de uma rede virtual, conectando filiais e usuários externos. O Protheus foi desenvolvido com uma linguagem de programação própria, chamada ADVLP (orientada a objetos e utilizando compilador nativo de 32/64 bits), capaz de dar suporte a várias plataformas de hardware e também a diferentes sistemas operacionais (multiplataforma), como Linux, Windows, Unix, além de diferentes bancos de dados

(Oracle , ADABAS D, DB2, Sybase, MySQL, e o SQL Server da Microsoft). A capacidade de suportar diferentes plataformas foi capaz de tornar o sistema configurável às necessidades do cliente, o que resultou em diminuição dos custos para adaptação do sistema às diferentes necessidades organizacionais. Na figura 4.2, é possível visualizar a estrutura do sistema, os principais módulos, assim como o fluxo de informações entre os módulos do sistema.

Figura 4.2 Microsiga Protheus – Fluxo de informação do Sistema



Fonte: Habekorn (2004)

4.1.2 SAP

4.1.2.1 Histórico da empresa

A SAP (*Systemanalyse und Programmentwicklung* ou Sistemas, Aplicações e Produtos para Processamento de Dados) surgiu na Alemanha no ano de 1972, formada por quatro ex-funcionários da IBM, que trabalhavam em um grupo voltado da área de sistemas, aplicações e projetos (*Systems, Applications and Projects*), ou SAP. A empresa tinha como foco o fornecimento de soluções computacionais integradas para empresas manufatureiras alemãs.

As primeiras versões de seus sistemas de informação eram baseadas em linguagem de baixo nível (*Assembler*). Com o passar do tempo, a empresa passou a utilizar linguagens de nível mais alto, como Cobol e mais recentemente o ABAP. O sistema de gestão da empresa obteve grande êxito comercial na década de 80 do século passado. No entanto, apenas com o sistema R/3, na década seguinte, é que a empresa alcançou a liderança absoluta no mercado de sistemas ERP, permanecendo assim em grande parte dos mercados consumidores, como o europeu e o brasileiro.

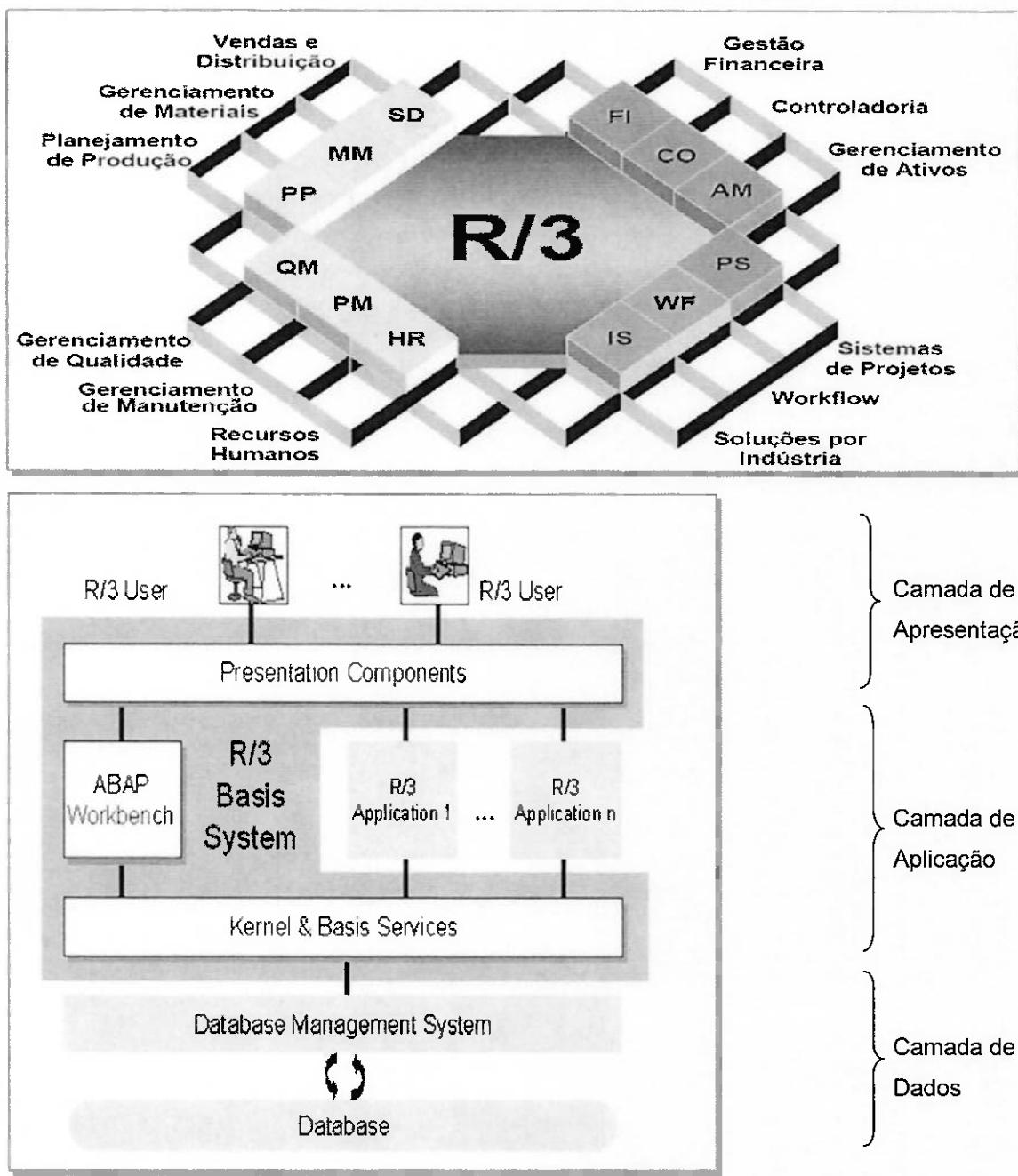
4.2.2.2 SAP R/3

O sistema SAP R/3 é composto por um conjunto de módulos de software integrados iterativamente. O sistema foi desenvolvido para atender toda a cadeia produtiva de uma organização de forma independente, ou seja, os módulos podem ser utilizados separadamente, sem comprometimento do desempenho. Dependendo do interesse, necessidades e recursos da organização, novos módulos podem ser adicionados à solução inicial, sem comprometer a produtividade.

4.2.2.2.1 ARQUITETURA DO SISTEMA

A visão arquitetural do sistema R/3 da SAP, seus módulos e camadas podem ser vistos na figura 4.3, a seguir:

Figura 4.3 Módulos e camadas do sistema SAP R/3



Fonte: SAP

É possível observar que em relação ao número de camadas, em geral o sistema utiliza três (*three tier*), que são:

- » Camada de dados: responsável pelo fornecimento e controle de dados ao sistema. Inclui tabelas, meta-dados e dados sobre as transações da empresa incluídas no sistema;

- » Camada de aplicação: realiza o processamento e o intercâmbio de dados entre servidor de aplicação e servidor de base de dados;
- » Camada de apresentação: atua como interfaces de terminais e recursos de usuários, executando tarefas de entrada e saída de dados/informação.

A adoção de uma arquitetura em três camadas tem por finalidade não sobrecarregar as aplicações dos usuários, além de criar condições para estender as funcionalidades do sistema. Com isso, espera-se que a inclusão de novos recursos tecnológicos, caso haja necessidade, tenha impacto mínimo sobre as camadas adjacentes. A arquitetura cliente-servidor faz a separação entre as três camadas da arquitetura. Isto proporciona maior escalabilidade para o sistema, além de não comprometer a performance, mesmo com o aumento do número de usuários. Pode-se destacar como atributos de escalabilidade do R/3:

- » Servidores paralelos com cargas homogêneas (distribuídas igualmente), e execução de programa local;
- » Instalação de servidores adicionais como recurso para gargalos;
- » Buffer de dados e programas próximos de processadores.

A integração e o tráfego de dados se dá por meio de padrões consagrados como TCP/IP, EDI, OLE e Interfaces Abertas. O R/3 também utiliza outros padrões conhecidos, como por exemplo:

- » TCP/IP: protocolo de comunicação de Rede
- » EDI (Troca eletrônica de dados): Processo para a troca de dados empresariais entre sistemas diferentes;
- » OLE (Object Linking and Embedding): Integra aplicações de PC com outros sistemas (no caso o R/3);
- » Interfaces abertas: Como visualizar arquivos, dispositivos de código de barra, etc.;

- » RFC: Chamada de Função remota usando protocolos de CPI-C (padrão de comunicação da IBM) de fácil comunicação e processamento de aplicações e serviços entre o sistema R/3 e sistemas externos;
- » ALE: Permissão de links entre aplicações de forma a gerar autonomia de processos distribuídos, além de integrar o sistema (R/3) a outros sistemas.

As tarefas de configuração do sistema são processadas através de um *host*, como nos *mainframes*, onde se comunica com os demais terminais remotos. Em casos de implementação de uma arquitetura com menos de três camadas (*two-tier*), são utilizados servidores de apresentação com a única finalidade de formatar a interface gráfica entre o sistema e os usuários. Isto pode ser necessário em empresas que utilizam microcomputadores como servidores de apresentação. Neste caso específico, a adoção de máquinas de alta desempenho poderia solucionar o problema.

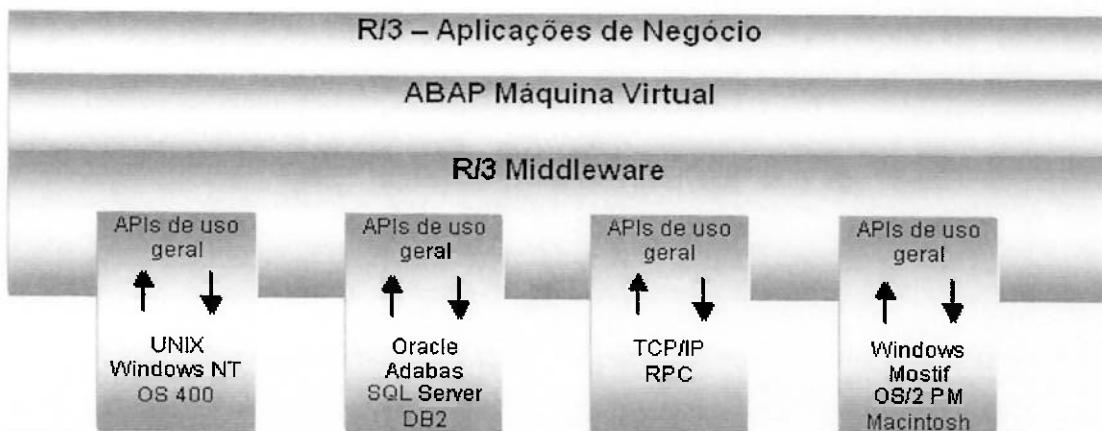
Se a arquitetura apresentar três camadas, o *host* pode ser utilizado em todas as camadas da arquitetura, seguindo uma ordem hierárquica: servidor de banco de dados (em uma central host), servidores de aplicação (ligados ao banco de dados) e servidores de apresentação (ligados aos servidores de aplicação – frontends).

Para que o ERP possa se comunicar com sistemas externos, utiliza-se um *middleware* (chamado Basis R/3) que fará a comunicação entre o R/3 e outros sistemas (de plataformas diferentes ou não). Este *midleware* têm como principais características:

- » Obedecer às configurações da estrutura de cliente/servidor;
- » Definir um *framework* de arquitetura estável para a melhoria do sistema;
- » Permitir a distribuição de recursos e componentes de sistema entre os vários aplicativos em execução;
- » Prover interfaces para sistemas descentralizados e produtos externos ao ambiente do sistema;
- » Prover interfaces gráficas para usuários;

O esquema do *middleware* Basis R/3 da SAP pode ser visualizado na figura 10, a seguir:

Figura 4.4 Middleware SAP R/3



Fonte: SAP

O middleware Basis R/3 utiliza APIs (*applications program interfaces*) para fazer a comunicação com sistemas operacionais, bases de dados, protocolos de comunicação e *GUIs*. Esta característica do R/3 é que o torna capaz de criar relacionamentos entre diversas plataformas diferentes (multiplataforma), além de outras funcionalidades como a utilização de bases de dados relacionais na camada de dados e a utilização de interfaces gráficas na camada de apresentação.

A interface de comunicação do sistema define a forma como a informação irá trafegar na rede. A interface do sistema é responsável pelo fornecimento de serviços, como gerência de memória e tarefas similares, o que garante a performance do sistema. O kernel do sistema é escrito em linguagem C ou C++, o restante do sistema é feito em linguagem ABAP.

A linguagem de programação utilizada no SAP R/3 é o ABAP 4 (*Advanced Business Application Programming*). A plataforma baseada em ABAP possui um conjunto integrado de ferramentas de desenvolvimento de quarta geração (4GL), que permite programar e adaptar os aplicativos utilizados na organização.

O *framework* de negócio utilizado no sistema trabalha com componentes empresariais que são módulos de software que podem ser configurados de acordo com a necessidade da organização. A vantagem da utilização destes componentes é a facilidade em adaptar os processos empresariais, sem a necessidade de

interrompê-los. O *framework* do R/3 trabalha com componentes empresariais (módulos), configuráveis, o que pode melhorar a adaptação do sistema à infra-estrutura existente, dentro da organização. A comunicação entre o *framework* de negócios e o meio externo é feita através de interfaces padronizadas, voltadas exclusivamente para a integração entre aplicações externas e os componentes do *framework* de negócios. Estas interfaces são configuráveis, de acordo com as necessidades e do tipo de usuário a que se destina.

A implementação destes componentes depende da complexidade e do número de módulos adquiridos. Desta forma, não é incomum a contratação de firmas de consultoria especializadas apenas neste tipo de componente.

4.1.3 MICROSOFT

4.1.3.1 Histórico da empresa

A Microsoft Corporation foi fundada no ano de 1975 com o objetivo de desenvolver e comercializar interpretadores de linguagem Basic. Atualmente, a empresa produz e dá suporte à uma série de produtos de software (como sistemas operacionais, sistemas de comunicação, programas de escritório e desenvolvimento de software. No ramo de sistemas de informação gerenciais, a empresa começa a investir em aprimoramentos, tentando com isso igualar-se à seus concorrentes diretos, entre eles SAP e Oracle.

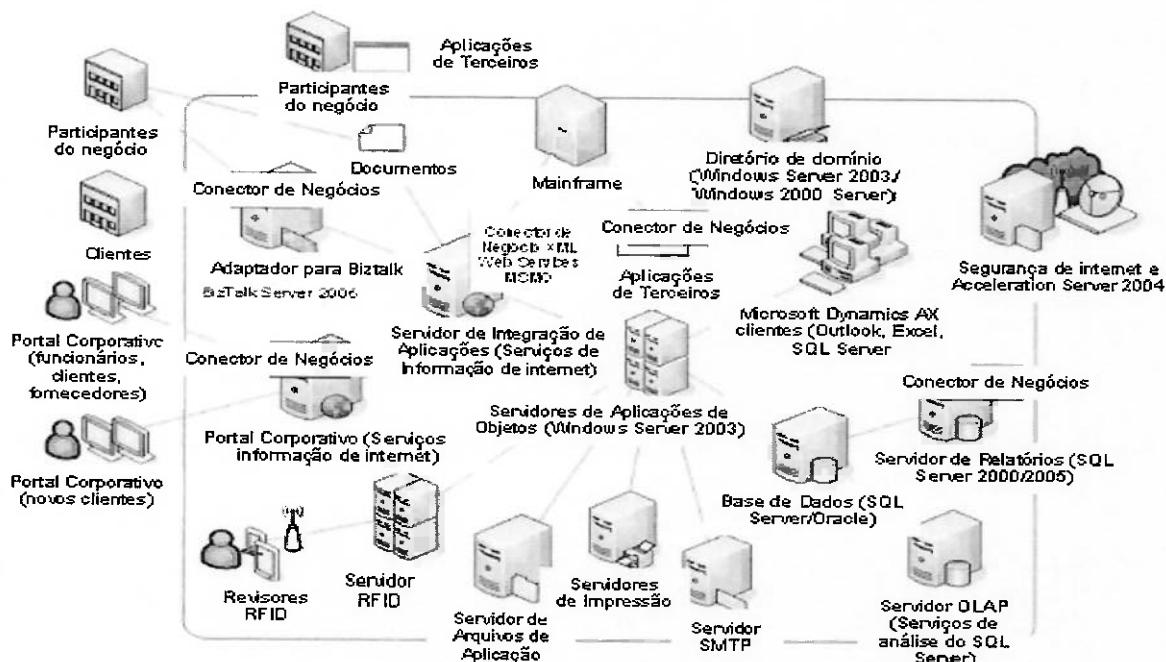
4.1.3.2 Microsoft Dynamics AX (Axapta)

O sistema *Microsoft Dynamics AX (Axapta)* é um e derivado de uma família de sistemas de gestão desenvolvidos pela Microsoft em meados dos anos 90 (*MS Dynamics NAV (Navision)*, *GP (Great Plains)*, *SL (Solomon)* e *Microsoft CRM*). Inicialmente voltado para empresas de pequeno e médio porte, atualmente o sistema atende também a organizações de grande porte.

O sistema é composto de módulos voltados para o gerenciamento de finanças, CRM, SCM, Recursos humanos, gerenciamento de projetos, entre outros. O ERP desenvolvido pela Microsoft apresenta, como uma de suas principais características,

a integração plena entre o ERP e outros softwares da família Microsoft como *SQL Server*, *BizTalk Server*, *Exchange*, *Office* e *Windows*. Desta forma, segundo a fabricante, o sistema poderá ser “*facilmente*” adaptado às necessidades das organizações que já utilizam produtos da família Microsoft. A integração entre o ERP Axapta e outros sistemas da família Microsoft, pode ser visualizada na figura 4.5.

Figura 4.5 Microsoft Dynamics AX – Infra-estrutura e integração



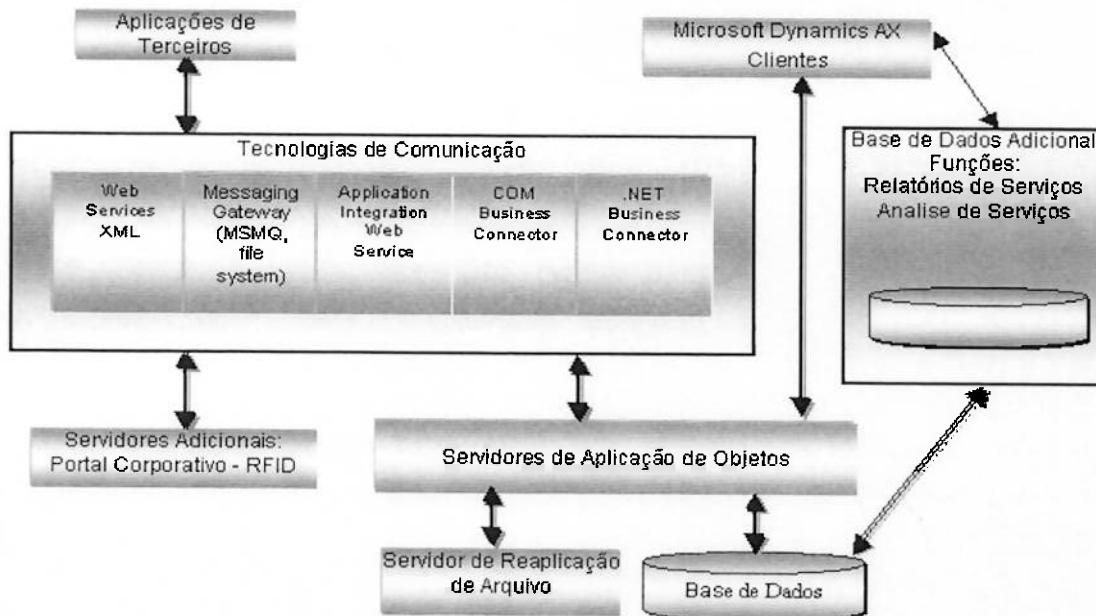
Fonte: Microsoft

4.1.3.2.1 ARQUITETURA DO SISTEMA

A arquitetura do sistema Axapta é estruturada em três camadas (*three-tier*), compreendendo a camada de dados, a camada de aplicação e a camada de apresentação. A arquitetura pode ser expandida, agregando mais camadas, em casos mais complexos. O sistema utiliza servidores paralelos com cargas homogêneas (distribuídas igualmente) para aumentar a capacidade de processamento e o transporte de dados. A transmissão dos dados utiliza protocolos como o TCP/IP, o EDI (que faz a troca eletrônica de dados entre os sistemas) e OLE, também responsável pela integração com outros sistemas.

A figura 4.6, mostra a arquitetura do sistema Axapta, as camadas da arquitetura e a forma como se dá a troca de informações no sistema.

Figura 4.6 Microsoft Dynamics AX – Arquitetura



Fonte: Microsoft

A comunicação entre os componentes da arquitetura se faz através de um serviço chamado *Remote Procedure Call* (RPC), responsável pelo controle de conexão, segurança e fluxo de dados entre o cliente e o servidor. Este controle de utiliza um framework chamado *Microsoft Framework 2.0*, que trabalha com componentes de software que podem ser configurados, de acordo com a necessidade da organização.

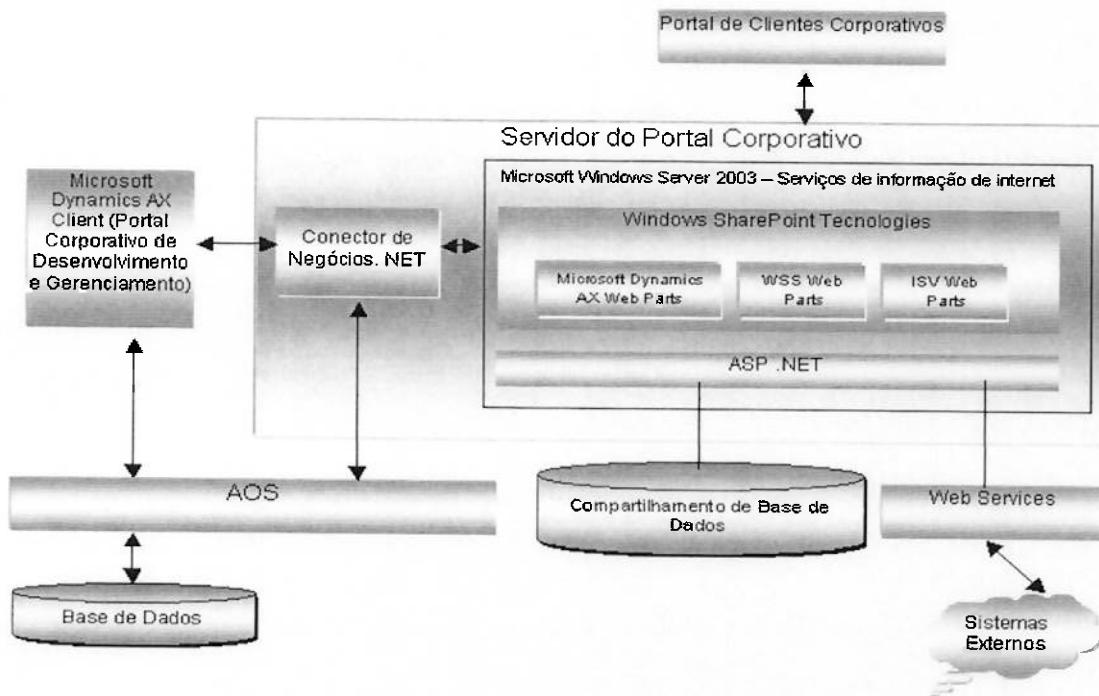
O desenvolvimento do sistema foi baseado na plataforma .Net, sobretudo com a utilização da linguagem C# e *Visual Basic .Net*.

4.1.3.2.2 ARQUITETURA WEB DO SISTEMA

Existe ainda uma arquitetura Web para o sistema, chamada *Windows SharePoint Service* (WSS). Esta arquitetura faz a integração entre o ERP e o sistema operacional Windows. O acesso ao ERP pode ser feito via sistema operacional, utilizando um mesmo número de identificação (ID), o mesmo pode ser feito em caso de um acesso via web. A troca de arquivos entre os sistemas é feita através de documentos em XML, o que evita problemas de incompatibilidade entre os sistemas. Os pacotes XML são transportados através de adaptadores, utilizados no *Microsoft BizTalk Server 2006*. Ao chegar ao seu destino, os documentos XML são novamente

convertidos em um formato lógico de negócio, antes de serem gravados na base de dados. A arquitetura Web do ERP Axapta é esquematizada a seguir:

Figura 4.7 Microsoft Dynamics Ax – Arquitetura Web



Fonte: Microsoft

4.2 ESTUDO COMPARATIVO (ARQUITETURA)

No item anterior foi feita a apresentação de três sistemas ERP comercializados atualmente no mercado, seus componentes, além de uma breve descrição de suas arquiteturas. Não existe, neste trabalho, a pretensão de comprovar a superioridade de um sistema sobre outro. O propósito desta comparação é mostrar as diferenças entre os sistemas estudados e como cada um propõe um tipo diferente de solução a um mesmo problema. Caso seja identificada alguma característica que o diferencie dos demais sistemas, esta será comentada. Características que estiverem fora deste foco não serão abordadas por este não ser o objetivo deste trabalho.

A ênfase dada nesta comparação está relacionada a aspectos como tecnologia empregada, aplicativos que interagem com o sistema, nível de integração e modularidade de cada sistema. A partir daí, torna-se mais simples levantar os

pontos fortes e fracos de cada sistema. A tabela 4.1 contém um resumo das principais características das três soluções apresentadas:

Tabela 4.1 Dados sobre os sistemas ERP estudados

	Microsiga Protheus	SAP R/3	MS Dynamics AX
Quantidade de módulos	Entre 4 e 57	12	9
Tipo de arquitetura de comunicação	Cliente/servidor	Cliente/servidor	Cliente/servidor
Número padrão de camadas na arquitetura	3 (expansível)	3 (expansível)	3 (expansível)
Tipo de banco de Dados	Relacional	Relacional	Relacional
Linguagem de programação utilizada	ADVLP	ABAP	C# e Visual Basic .Net
Linguagem de programação procedural ou orientada a objetos	Orientada a objetos	Orientada a objetos	Orientada a objetos
Interface	Gráfica/fixa	Gráfica/fixa	Gráfica/Personalizável
Integração com manufatura	não	não	não
Hardware	PC/Mainframe	PC/Mainframe	PC/Mainframe
Plataforma	Todas	Todas	Microsoft
Porte das empresas atendidas	Pequeno, médio e grande	Médio e grande	Pequeno, médio e grande
Participação de mercado (Brasil – Mundo)	14%/-	24%/29%	Não disponível

A tabela 4.1 mostra que todos os sistemas possuem características muito semelhantes. Contudo, o sistema da Microsoft apresenta uma certa desvantagem em termos de adaptação a estruturas de TI já existentes. A dependência por sistemas da mesma plataforma torna o ERP da Microsoft menos competitivo do que os outros. Organizações de pequeno e médio porte são as principais afetadas por esta restrição, principalmente aquelas que utilizam plataformas diferentes em cada um de seus sistemas.

O custo envolvido para adaptar sua estrutura tecnológica de forma a atender às especificações do ERP poderá se tornar um obstáculo importante para a adoção do sistema Microsoft pela organização. De acordo com Pressman (1997), um dos fatores que mais colabora para o fracasso de uma implementação de sistema dentro de uma organização é a necessidade da organização se adaptar ao sistema e não o oposto.

4.3 ESTUDO COMPARATIVO (FUNCIONALIDADES)

Este tópico contém um estudo comparativo (sob a ótica das funcionalidades) dos sistemas ERP, apresentados neste trabalho. Para manter a homogeneidade do estudo comparativo, cada um dos sistemas é analisado seguindo como referência o gráfico da figura 3.2 (Níveis de Integração), devido a este ser uma referência importante ao se considerar a abrangência de um sistema ERP. A impressão inicial parece indicar uma grande semelhança entre os sistemas estudados. Cada um destes sistemas possui banco de dados centralizados, módulos independentes e divididos por área funcional (finanças, vendas, suprimentos, etc.), grande capacidade de adaptação aos processos de negócio organizacionais, etc.

Devido à dificuldade de uma métrica ou padrão capaz de fazer um estudo realmente abrangente sobre as funcionalidades de cada um dos sistemas, seja por falta de um padrão estabelecido ou ainda por falta de maturidade nos conceitos de arquitetura, será utilizado como parâmetro os estudos feitos por Corrêa (1997).

A análise das funcionalidades destes sistemas é feita por meio do rastreamento das funcionalidades básicas que devem estar presentes em sistemas deste tipo. Corrêa (1997) formulou uma tabela onde são definidas estas funcionalidades básicas. Para isto, o autor dividiu os módulos de um sistema ERP típico em quatro grupos principais: operações, suprimentos, gestão financeira/contábil e recursos humanos. A partir desta tabela, espera-se encontrar diferenciais que ajudem a identificar as principais vantagens, desvantagens e restrições a cada um dos sistemas estudados. A tabela 4.2 faz a comparação dos três sistemas ERP estudados neste trabalho.

Tabela 4.2 Sistemas ERP - Estudo comparativo (funcionalidades)

MÓDULOS	FUNCIONALIDADES	Microsiga Protheus	SAP R/3	MS Dynamics AX
OPERAÇÕES/ SUPRIMENTOS				
Análise de previsão/vendas	<ul style="list-style-type: none"> - Faz estimativas de vendas por meio de modelos matemáticos, histórico de vendas e levantamentos estatísticos. - Ferramenta de precificação pela Internet 	X	X	X
Lista de materiais	<ul style="list-style-type: none"> - Gera e faz manutenção de estruturas de produto; - Substituição de componentes; - Geração de estrutura baseada em outra já existente. 	X	X	X
Programação aproximada da capacidade de produção (plano mestre)	<ul style="list-style-type: none"> - Definição de programas detalhados de produção de produtos acabados (plano mestre); - Análise da capacidade de produção do plano mestre. 	X	X	X
Planejamento de materiais (MRP)	- Cálculo das quantidades de itens necessários em um determinado momento.	X	X	X
Planejamento de capacidade de produção	- Análise da capacidade de produção dos itens.	X	X	X
Compras	<ul style="list-style-type: none"> - Auxílio a cotações; - Emissão e gestão de pedido de compra; - Acompanhamento de compras; cadastro de fornecedores; - Acompanhamento do desempenho dos fornecedores. 	X	X	X
Fabricação (controle)	<ul style="list-style-type: none"> - Gerência dos lotes de produção; - Gestão dos recursos; - Alocação e coordenação de recursos humanos e ferramental; - Instruções de trabalho; - Rastreabilidade. 	X	X	X
Estoques (controle)	<ul style="list-style-type: none"> - Níveis de estoque; - Transações de recebimento, transferências, baixas e alocações de materiais. 	X	X	X

Continua

⁴A geração de estrutura baseada em outra existente apenas poderá ser feita se a mesma for baseada na plataforma Microsoft

MÓDULOS	FUNCIONALIDADES	Microsiga Protheus	SAP R/3	MS Dynamics AX
Engenharia	<ul style="list-style-type: none"> - Controle das mudanças de engenharia e de processos produtivos; - Controle de números de desenhos; - Determinação de tempos de fabricação. 	ND	X	ND
Distribuição física	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento das necessidades de distribuição; 	X	X	X
Gerenciamento de transporte	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento dos recursos de distribuição. - Cadastramento e controle de transportadoras; - Alocação de veículos a rotas; 	X ND	X ND	X ND
Gerenciamento de projetos	<ul style="list-style-type: none"> - Montagens de cargas em veículos. - Gestão da rede de atividades 	X	X	X
Apoio à produção repetitiva	<ul style="list-style-type: none"> - Gestão da manufatura por taxas para produções de alta escala. 	X	X	X
Apoio à gestão da produção em processos	<ul style="list-style-type: none"> - Gestão da produção em fluxo contínuo; tratamento de <i>coproducts</i> e <i>by-products</i>. 	X	X	X
Apoio à programação com capacidade finita de produção discreta	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento da produção com base no modelo do sistema produtivo, na demanda e nas condições reais do sistema produtivo em um dado momento. 	X	X	X
Configuração de produtos	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento de estruturas de produto modulares genéricas; - Geração de estruturas específicas baseadas na estrutura modular. 	X	X	X ND
FINACEIRA/FISCAL/CONTÁBIL				
Custos	<ul style="list-style-type: none"> - Apuração de custos de produção (custos padrão e custos efetivos); 	X	X	X
Contas a pagar	<ul style="list-style-type: none"> - Custeio Baseado em Atividades - Controle de pagamentos devidos; 	X X	X X	X X
Contas a receber	<ul style="list-style-type: none"> - Cadastro de fornecedores. - Controle de contas a receber; - Cadastro de clientes; 	X	X	X
Contabilidade geral	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de crédito de clientes. - Funções tradicionais de contabilidade geral. 	X	X	X
Contabilidade fiscal	- Manutenção de livros fiscais.	X	X	X
Recebimento fiscal	- Transações fiscais referentes ao recebimento de materiais.	X	X	X
Faturamento	<ul style="list-style-type: none"> - Emissão e controle de faturas e duplicatas; - receitas fiscais. 	X	X	X

MÓDULOS	FUNCIONALIDADES	Microsiga Protheus	SAP R/3	MS Dynamics AX
Gestão de caixa	- Planejamento e controle financeiro.	X	X	X
Gestão de ativos	- Aquisição, manutenção e baixas de ativos.	X	X	X
Gestão de pedidos	- Administração dos pedidos de clientes; - Aprovação de crédito; - Controle de datas.	X X X	X X X	X X X
Definição e gestão do processo de negócio/fluxo de trabalho	- Mapeamento e definição dos processos administrativos	X	X	X
RECURSOS HUMANOS				
Folha de pagamentos Pessoal	- Controle da folha de salários. - Controle de pessoal; - Alocação a centros de custo; - Programação de férias; - Currículos; - Programação de treinamentos; - Avaliações.	X X X X X X	X X X X X X	X X X ND X X X

ND: Informação não disponível

Após visualizar a tabela 4.2 e analisar as funcionalidades de cada um dos sistemas de gestão apresentados, é possível elaborar uma segunda tabela (tabela 4.3), agora com as vantagens e desvantagens identificadas para cada um dos sistemas em questão:

Tabela 4.3. Vantagens e desvantagens dos sistemas ERP analisados

ERP	Vantagens	Desvantagens
Microsiga Protheus	<ul style="list-style-type: none"> - Maior número de módulos, o que permite maior customização em relação aos processos de negócio; - Multiplataforma. - Suporte pré-configurado para integração com outros sistemas como Oracle/Ebusiness 	<ul style="list-style-type: none"> - Grande quantidade de módulos pode gerar dificuldades de implementação; - O aumento do número de módulos pode acarretar o aumento do número de requisitos de rastreabilidade e segurança, o que pode encarecer o projeto. - O grande número de módulos pode acarretar o aumento do número de interfaces entre as aplicações, o que pode aumentar a complexidade do projeto.
SAP R/3	<ul style="list-style-type: none"> - Multiplataforma - Suporte pré-configurado para integração com outros sistemas de gestão, como o Microsoft Axapta, Oracle/Ebusiness e sistemas MRP de modo geral 	<ul style="list-style-type: none"> - Voltado para pequenas e médias empresas. - Voltado para grandes empresas - Podem ocorrer dificuldades de adaptação no caso de empresas de pequeno porte.
Microsoft Dynamics AX	<ul style="list-style-type: none"> - Integração com outros sistemas Microsoft, o que facilita a implementação em empresas que utilizam este ambiente. - Pode haver menor gasto com treinamentos, visto que os usuários já possuem certo domínio da tecnologia 	<ul style="list-style-type: none"> - Difícil adaptação do sistema a outras plataformas, o que pode aumentar os custos do projeto em termo de recursos e dinheiro - Mantém o cliente “preso” a uma mesma plataforma. - Pode criar restrições à aquisição e incorporação de novas tecnologias no futuro.

4.4 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

A leitura deste capítulo mostra que o processo de escolha de um sistema ERP envolve uma série de fatores (tecnológicos, organizacionais, etc) além das funcionalidades e da capacidade de adaptação do sistema às necessidades organizacionais.

5. ERP – Definição das funcionalidades e da arquitetura de um sistema ERP

O propósito deste capítulo é fazer uma síntese dos assuntos abordados nos capítulos anteriores. Esta síntese é feita por meio da análise das funcionalidades (básicas, desejáveis e opcionais), além de uma proposta de arquitetura ERP. Em relação à proposta de arquitetura, o nível de abstração é alto, ou seja, não há grande preocupação com aspectos relacionados a componentes ou ainda em relação à forma como os mesmos se relacionam. O foco desta proposta está nas funcionalidades, nos requisitos de arquitetura e nos impactos desta arquitetura dentro das organizações.

5.1 O PROJETO

5.1.1 PREMISSAS

A arquitetura de sistemas ERP pode ser considerada uma importante ferramenta de reestruturação e estratégia organizacional. Contudo, alcançar um nível de qualidade que garanta o sucesso do projeto depende não apenas da tecnologia empregada ou dos processos bem definidos, mas também de variáveis muitas vezes difíceis de serem controladas, como aquelas ligadas às pessoas que trabalham dentro da organização. A garantia do sucesso na construção de arquitetura de sistemas ERP depende de envolvimento e principalmente comprometimento das partes envolvidas, para que assim, o objetivo seja atingido. Autores como Kazman; Bass e Clements (2003) destacam a importância do compromisso entre as partes envolvidas na construção da arquitetura. Além do compromisso entre as partes envolvidas, os autores citam o planejamento, nas primeiras fases do projeto, como fator de garantia para o sucesso do projeto. Entende-se como planejamento:

» um único arquiteto, ou um pequeno número de arquitetos (com um líder definido), devem desenvolver a arquitetura. A figura de um líder ou responsável pelas

atividades evita a perda de foco e delimita a área de atuação de cada membro do projeto;

- » o arquiteto (ou grupo de arquitetos) deve levantar, organizar e priorizar os requisitos do sistema e em seguida gerar uma lista de atributos de qualidade (como segurança ou modificabilidade) que a arquitetura deverá suportar;
- » a arquitetura deve ser especificada, utilizando uma notação que seja compreensível por todas as partes interessadas no projeto (*stakeholders*);
- » os *stakeholders* devem participar das revisões e mudanças que podem ocorrer no decorrer do projeto;
- » a arquitetura deve apresentar métricas e seus atributos de qualidade devem ser verificáveis;
- » a arquitetura deve ser implementada de forma incremental, abrangendo, em um primeiro momento, as funcionalidades principais, sendo adicionadas melhorias com o passar do tempo;
- » a arquitetura nunca deve depender de um produto ou tecnologia específica, ou seja, a arquitetura deve apresentar um caráter genérico.

5.1.2 ESCOPO

O escopo resumido do sistema está definido como segue:

"O sistema irá registrar e controlar os fluxos de informação de todos os setores da organização, abrangendo todos os níveis hierárquicos (operacional, tático e estratégico). Como benefício do sistema, pode-se destacar a integração das informações em uma única base de dados que fará o controle das transações e dos fluxos de informação entre os diversos setores da empresa, aumentando a comunicação entre os envolvidos. Outro benefício será a criação de uma base de

dados contendo dados históricos, criando a possibilidade de geração de estatísticas para planejamento estratégico”.

5.1.3 FUNCIONALIDADES

Como visto na tabela 4.2, um grupo de funcionalidades básicas foi utilizada para um estudo comparativo entre alguns sistemas ERP comercializados no mercado. No entanto, pode-se perceber que apenas funcionalidades básicas não são abrangentes o suficiente para se montar uma arquitetura ERP. As funcionalidades básicas possuem limitações, em especial em termos de abrangência. É necessário que estas funcionalidades sejam refinadas e melhoradas, para, desta forma, aumentar sua abrangência.

O propósito deste tópico é inserir, nesta proposta de arquitetura, novas funcionalidades (desejáveis ou mesmo opcionais) que podem garantir um maior nível de qualidade ao produto final. Além da incorporação destas novas funcionalidades, existe a incorporação de novos ramos do conhecimento. Esta modificação é necessária, devido ao aumento dos desafios enfrentados pelas empresas (concorrência, globalização, aumento da exigência por qualidade e praticidade, aquisições e incorporações, etc.).

Entre os novos ramos do conhecimento incorporados nesta proposta de arquitetura destacam-se:

» Inteligência de negócio (BI – Business Intelligence), descrito pelo Gartner Group (2002) como uma tecnologia que possibilita aos usuários acessar dados e explorar as informações, visando a tomada de decisão menos arriscada e o mais correta possível. O BI pode ser entendido como uma evolução dos antigos sistemas de consulta, com a vantagem de transformar dados em importantes informações para a tomada de decisão.

O BI tem como foco:

» Visualizar antecipadamente as mudanças no mercado;

- » Prever ações dos competidores;
 - » Tentar descobrir novos ou potenciais competidores;
 - » Aprender com os sucessos e as falhas dos outros;
 - » Aumentar o conhecimento sobre parceiros;
 - » Conhecer novas tecnologias, processos e produtos que tenham impacto direto no negócio;
 - » Enxergar oportunidades no mercado;
 - » Aprimorar ou rever as práticas de negócio da organização;
 - » Auxiliar na implementação de novas ferramentas gerenciais.
- » Gerência do Relacionamento com o Cliente (CRM - Customer Relationship Management). O Gartner Group (2002), afirma que o CRM é uma estratégia de negócios voltada para otimizar a lucratividade, as vendas e a satisfação do cliente através da organização. Esta estratégia tem como foco a segmentação de clientes, o estudo do comportamento dos clientes (desejos, necessidades) e a implementação de processos tecnológicos capazes de suportar as interações entre empresa e clientes através de canais de relacionamento. O Gartner Group (2002), divide o domínio do CRM em três grandes partes:
- » vendas: correspondem aos canais de vendas, configuradores de pedidos e gerenciadores de oportunidades;
 - » pós-venda: serviços de atendimento ao cliente (SAC) e call centers;
 - » marketing: compreende a identificação e a segmentação de nichos de clientes, o gerenciamento de campanhas de marketing e o posicionamento da empresa em relação ao cliente.
- » Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain). O Supply Chain é definido por Ching (1999) como:

O relacionamento entre fornecedores e clientes das cadeias de suprimentos de matérias-primas, materiais e componentes de uma determinada cadeia produtiva de uma indústria. Este processo inicia-se com a saída das matérias-primas do local onde estão os fornecedores, passando pela produção, montagem, postos de distribuição dos produtos acabados e finalmente aos clientes finais". [...] "este processo de integração e gerenciamento de aquisição, movimentação, armazenagem de materiais, peças e produtos acabados desde o fornecedor até o consumidor final, formando uma rede logística é o que se pode chamar hoje de gerenciamento de cadeia de suprimentos ou Supply Chain.

Após definir quais são as principais modificações incorporadas às funcionalidades do sistema ERP proposto, pode-se agrupar estas funcionalidades dentro dos seguintes módulos:

- » Compras;
- » Finanças;
- » Custos;
- » Contabilidade;
- » Faturamento;
- » BI (Business Intelligence);
- » Recursos Humanos;
- » CRM (Customer Relationship Management);
- » Fluxo de Trabalho;
- » Gerenciamento de Projetos;
- » Gerenciamento de Ativos;
- » Gerenciamento de Manutenção;
- » Gerenciamento de Qualidade;
- » Produção
- » Supply Chain;
- » Vendas;
- » Gerenciamento de Materiais;

Cada um destes módulos, assim como suas funcionalidades estão contidos na tabela 5.1.

Tabela 5.1 Funcionalidades

Módulo	Funcionalidades	Classificação	Descrição
Compras	- Emissão de ordem de compra	B	- Emissão de ordem de compra com as informações do produto (tipo, quantidade, preço, etc.)
	- Seleção do fornecedor	D	- Seleção, entre uma lista de fornecedores, daquele(s) que fornecerão o produto requisitado
	- Validação de ordem de compra	B	- Confirmação da requisição de compra
	- Controle do processo de compras	D	- Acompanhamento do processo de compra (cadastro de fornecedores) - Acompanhamento do desempenho dos fornecedores
	- Controle de importação	D	- Tratamento de materiais importados, com emissão de declaração de importação, e envio de informações à áreas como a financeira e de controle de materiais
	- Definição da cota a ser pedida - Baixa na ordem de compra - Gestão de material	D B D	- Estipula a quantidade (cota) requisitada de determinado produto - Finaliza o processo de compra no sistema - Processamento de inclusão, modificação e exclusão de materiais
Finanças	- Gestão de contas a pagar	B	- Processamento de Contas a pagar (fornecedores, bancos, etc.) - Controle de pagamentos devidos - Cadastro de fornecedores
	- Gestão de contas a receber	B	- Processamento de Contas a receber - Controle de compras - Cadastro de clientes - Análise de crédito
	- Fluxo de caixa	D	- Cálculo e emissão de fluxos de caixa (analtíco e sintético), considerando contas a pagar, contas a receber e previsões futuras
	- Previsões	O	- Previsões de entrada e saída não consideradas nos processos de contas a pagar e contas a receber
Custos	- Gerenciamento de custos	D	- Apuração de custos de produção (custos padrão e efetivos)
		D	- Custo baseado em atividades
		D	- Cálculo de custos on-line
		O	- Cálculo de custos em mais de uma moeda

Continua

Módulo	Funcionalidades	Classificação	Descrição
Contabilidade	- Gestão Contábil	B	- Controle de pagamentos devidos
		B	- Cadastro de fornecedores
		B	- Controle de contas a receber
		B	- Controle orçamentário
		D	- Funções de contabilidade geral (balanços, demonstrações, etc.)
		O	- Fechamento do exercício fora do mês de dezembro
		D	- Controle de mais de uma moeda (conversão, data vencimento/pagamento/recebimento)
		B	- Lançamento automático de pagamentos, recebimentos, movimentações bancárias, depreciação, etc.
		O	- Rateio dos custos (por lançamento, mensal, por saldo ou por grupo)
		B	- Programação dos parâmetros para geração de lançamentos contábeis a partir de outros processos (materiais, custos, vendas, etc.)
BI (Business Intelligence)	- Gerenciamento de informação	B	- Disponibilização de informações e dados em forma de tabelas, gráficos ou cálculos estatísticos de todas as áreas funcionais da organização
		D	- Disponibilização de indicadores financeiros (lucratividade, geração de caixa), de clientes (satisfação, qualidade), processos (marketing, inovação) e aprendizado (desenvolvimento de competências)
		B	- Emissão de relatórios de desempenho por área funcional, data e funcionário

Continuação

Módulo	Funcionalidades	Classificação	Descrição
Faturamento	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento de cotações/reservas de pedidos 	B	<ul style="list-style-type: none"> - Emissão e controle automáticos de faturas, duplicatas, receitas fiscais, etc.
		B	<ul style="list-style-type: none"> - Controle da importação/exportação de mercadorias (emissão de guias e verificação de pagamentos)
		B	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação de nota de devolução quanto ao produto, preço, etc.
		O	<ul style="list-style-type: none"> - Liberação de um pedido em mais de uma nota fiscal
		B	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de entrada e saída da produção e do estoque
		D	<ul style="list-style-type: none"> - Geração de títulos referentes a IPI, ICMS, etc.
		B	<ul style="list-style-type: none"> - Emitir guias de ICMS, IPI, etc.
		B	<ul style="list-style-type: none"> - Controle de alteração nos livros fiscais
		D	<ul style="list-style-type: none"> - Consultas utilizando filtros (por mês, preço de venda, cotas, etc.)
		D	<ul style="list-style-type: none"> - Controle das comissões de vendas (por produto, quantidade, etc.)
		D	<ul style="list-style-type: none"> - Divisão de produtos por família para facilitar previsão de vendas
		B	<ul style="list-style-type: none"> - Fixação de datas para pagamentos
CRM (Gerência do relacionamento do cliente)	<ul style="list-style-type: none"> - Gestão de relacionamento ao cliente 	B	<ul style="list-style-type: none"> - Medição do nível de aceitação do produto/serviço
		B	<ul style="list-style-type: none"> - Qualidade do produto
		D	<ul style="list-style-type: none"> - Suporte pós-venda
		D	<ul style="list-style-type: none"> - Acompanhamento do histórico dos clientes (produtos adquiridos, reclamações, etc.)
		D	<ul style="list-style-type: none"> - Serviço de atendimento ao cliente
		B	<ul style="list-style-type: none"> - Segmentação de clientes (renda, escolaridade, demografia, etc.)

Continuação

Módulo	Funcionalidades	Classificação	Descrição
Recursos humanos	- Gerenciamento de Recursos Humanos	B	- Controle da folha de salários
		B	- Controle de pessoal
		B	- Controle de ponto eletrônico
		D	- Programação de férias
		D	- Disponibilização e armazenamento de currículos online
		O	- Programação de treinamentos
		B	- Avaliações de desempenho
		B	- Cálculo e emissão de rescisão contratual
		D	- Controle de benefícios (vale transporte, vale refeição, etc.)
Fluxo de Trabalho (workflow)	- Controle de produtividade	D	- Estimativa de horas trabalhadas X custo de mão de obra
		B	- Controle dos fluxos de trabalho no ciclo de vida de produção
		D	- Mapeamento e redefinição dos processos administrativos.
Ativos	- Gerenciamento de ativos	D	- Contabilização de baixas, depreciação e localização de produtos
		B	- Controle de transferências de bens de centro de custo
		B	- Validação aquisição e baixa de bens
		B	- Controle da quantidade de bens (patrimônio)
Gerenciamento de Materiais	- Gerenciamento de Materiais	B	- Controle do seguro dos bens
		B	- Cadastramento de material (tipo, data de entrada, data de validade, etc.)

Continuação

Módulo	Funcionalidades	Classificação	Descrição
Gerenciamento de Manutenção	- Controle de manutenção	B	- Gera e faz manutenção de estruturas de produto
	- Gerenciamento de integração de projeto	B	- Desenvolvimento de plano de projeto - Execução do plano de projeto - Controle de mudanças
	- Gerenciamento de escopo de projeto	B	- Planejamento de escopo
	- Gestão de tempo de projeto	B	- Definição de atividades - Sequenciamento de atividades - Desenvolvimento e controle de cronograma
	- Gerenciamento de Custos do projeto	B	- Planejamento de recursos - Estimativa de custos - Controle dos custos
Gerenciamento de Projetos	- Gerenciamento de qualidade do projeto	B	- Planejamento da qualidade - Controle da qualidade
	- Gerenciamento de recursos humanos	B	- Planejamento organizacional - Montagem de equipe - Desenvolvimento de equipe de projeto
	- Gerenciamento de comunicação	B	- Planejamento das comunicações - Distribuição das informações
	- Gerenciamento de riscos de projeto	B	- Controle dos riscos - Mensuração de riscos
	- Gerenciamento de aquisições	B	- Planejamento de aquisições - Administração de contratos
Gerenciamento de Qualidade	- Gerenciamento da qualidade do produto	B	- Mensuração de atributos de qualidade
Produção	<ul style="list-style-type: none"> - Controle de estoques por lotes - Plano mestre de produção - Planejamento da capacidade de produção (MRP) - Controle de prazos de entrega 	B	- Faz estimativas dos níveis de estoque de produtos - Emissão de relatórios de produção
		B	- Definição de programas detalhados de produção de produtos acabados
		B	- Análise da capacidade de produção dos itens.
		D	- Controla os prazos para entrega dos produtos por tipo, quantidade, lote, etc. - Consultas utilizando filtros (por tipo de produto, quantidade, lote, etc.)

Módulo	Funcionalidades	Classificação	Descrição
SCM (Gerenciamento da cadeia de suprimentos)	- Controle de estoques	B	- Estimativa dos produtos em estoque e cálculo das quantidades necessárias para manter os níveis de estoque constantes
	- Controle de estoques por lote	B	- Rastreamento dos lotes (localização, ponto de estocagem, etc.)
	- Cálculo da necessidade de matérias primas	B	- Estimativa da quantidade de matéria-prima necessária para a produção de produtos
	- Controle da validade dos componentes por data	O	- Verifica se os produtos estão dentro de seu prazo de validade e portanto livres para utilização
		D	- Consultas utilizando filtros (por níveis de estoque, pedidos, matéria-prima, etc.)
	- Previsões de materiais	D	- Simulação das necessidades de materiais e priorização das consideradas prioritárias para a organização
	- Controle de refugos	B	- Estima a quantidade de material não aproveitado (refugos), assim como sua destinação após produção
Vendas	- Controle da alteração de requisição	B	- Processamento de inclusão, alteração e exclusão de requisições - Geração automática de requisições
	- Gerenciamento de vendas	B	- Emissão de confirmação de pedido
		B	- Cálculo de orçamento
		B	- Definição do tipo de pagamento (financiamento, leasing, etc.)
		B	- Análise de crédito de clientes
		D	- Cálculos estatísticos para suporte à previsão de vendas
		B	- Controle da saída de produtos vendidos
	- Validação do pedido	B	- Confirmação da venda (pedido)
	- Controle da quantidade vendida	D	- Reserva de produto a partir do pedido

B: funcionalidade básica; D: funcionalidade desejável; O: funcionalidade opcional

Existem ainda as funcionalidades genéricas a todos os módulos. Estas funcionalidades, assim como as anteriores, são de grande importância por serem de uso rotineiro, ou seja, todos os usuários, desde que possuam direito para tal, podem fazer uso delas. Como exemplo de funcionalidades genéricas pode-se destacar:

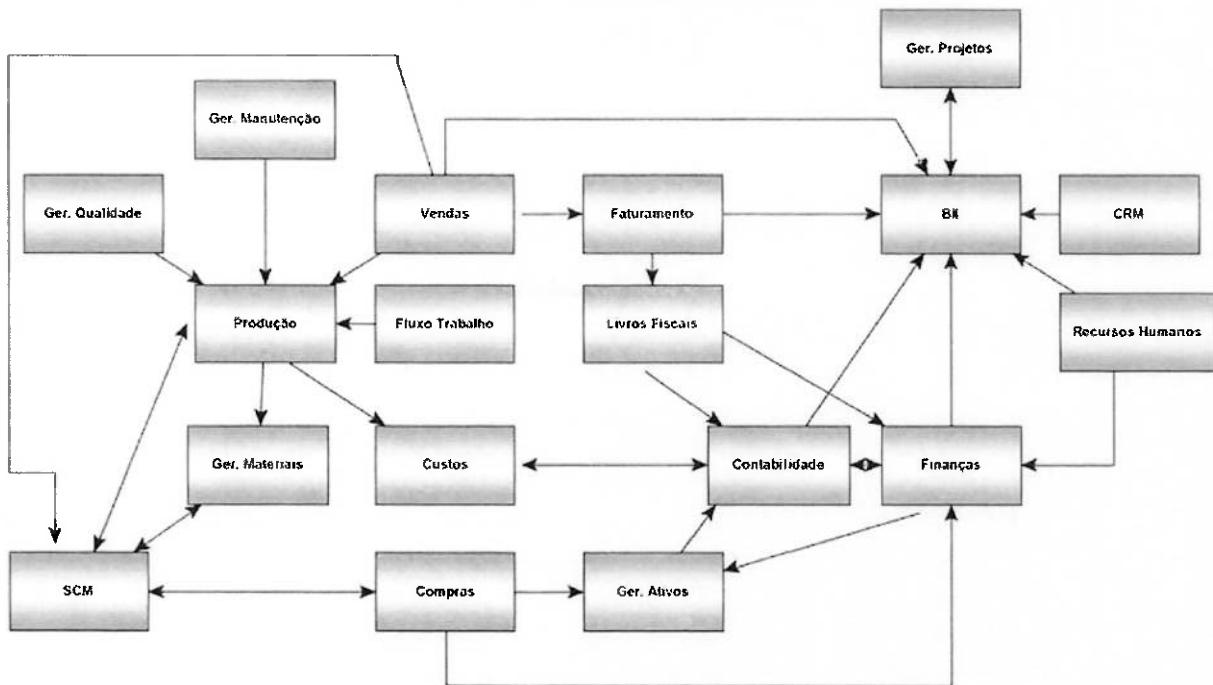
Tabela 5.2 Funcionalidades Genéricas

Funcionalidade	Descrição
Telas e Relatórios	<ul style="list-style-type: none"> - Inclusão/exclusão de campos - Alteração do tamanho dos campos - Validação dos campos utilizando funções gerais como "and" e "or" - Alteração da ordem de apresentação dos campos - Seleção de campos através de filtros - Visualização de mais de um relatório ou tela ao mesmo tempo - Criar índices próprios - Congelar linhas ou colunas - Salvar configurações para futuras consultas - Impressão de relatórios
Dados e informações	<ul style="list-style-type: none"> - Acesso a arquivos ou tabelas relacionados - Consulta, alteração e exclusão on-line de registros do banco de dados - Compressão dos dados para economizar espaço - Back-up dos dados - Filtros para consulta - Utilização de fórmulas para elaboração de expressões matemáticas - Importação e exportação arquivos via XML - Conversão de dados para diferentes formatos (ex: HTML para texto)
Segurança	<ul style="list-style-type: none"> - Atualização automática dos dados - Controle de acesso via utilização de senha - Recuperação de arquivos excluídos acidentalmente ou corrompidos - Envio de dados através de criptografia (onde usuário define nível de segurança) - Controle da integridade referencial dos dados
Suporte ao usuário	<ul style="list-style-type: none"> - Ajuda on-line (help) - Consulta de tópicos via utilização de palavras-chave - Help utilizando vídeo ou voz - Detalhamento do help através de níveis (do mais genérico ao mais específico)

5.1.4 FLUXO DE INFORMAÇÃO DO SISTEMA

Após listar as principais funcionalidades (básicas, desejáveis e opcionais), é possível esquematizar o relacionamento entre os módulos através de seu fluxo de informação. Este relacionamento está esquematizado na figura 5.1.

Figura 5.1 Relacionamento entre módulos



Como proposto no início do capítulo, este esquema abrange, além das áreas inicialmente propostas na tabela 4.2, outras como CRM, BI e Supply Chain. As setas com um único sentido indicam que as informações são apenas enviadas, enquanto as de seta em duplo sentido indicam que há envio e resposta entre os módulos. Este esquema procura tornar o sistema mais abrangente assim aumentar o número de necessidades (requisitos) atendidas. No tópico a seguir é feito um breve estudo destes requisitos, quais foram (ou não) atendidos, limitações que podem ocorrer e a proposição de melhorias, caso isto seja necessário.

5.1.5. OUTROS REQUISITOS DE ARQUITETURA

Além dos requisitos anteriormente levantados, outros podem ser considerados importantes para a arquitetura, dentre os quais:

Requisitos *mínimos* de hardware:

» Para servidor de rede compatível com IBM-PC:

- » Processador Pentium IV ou superior;
- » 1 GB de RAM;
- » Disco rígido com, no mínimo, 500 MB de espaço livre (este número poderá variar em razão do número de transações diárias, número de cadastros na base de dados e tempo de armazenamento dos registros);
- » Placas de rede com 100Mbits ou superior;
- » Hub de 100Mbits;
- » Para estações cliente (estações de trabalho) compatíveis com IBM-PC:
 - » Processador Pentium IV ou equivalente;
 - » 512 MB de RAM;
 - » Disco rígido com 3GB livres;

Requisitos *mínimos* de software:

- » Para ambiente de rede: Windows NT 4.0 ou superior, Novel 4.11 ou superior, Linux (Conectiva 9 ou superior, Red Hat 8 ou superior, Suse 9.0 ou superior);
- » Ambiente operacional das estações de trabalho: Windows NT, Windows XP, Windows Vista;
- » Banco de Dados: SQL Server 2003 ou superior, Oracle 9i , DB2, MySQL;

5.1.4 ARQUITETURA (ANÁLISE)

A análise dos requisitos, após refinamentos e melhorias, traz como resultado um projeto, ou ao menos um esboço de projeto arquitetural. A partir deste projeto, é possível montar a arquitetura.

Apesar de já contar com os requisitos de arquitetura especificados, existe o desafio de conciliar estes requisitos com a tecnologia disponível, à infra-estrutura existente e às características de cada organização. Devido à este grande número de variáveis,

não existe uma única solução para esta proposta de arquitetura. Sendo assim, o propósito desta arquitetura é de permitir que o leitor deste trabalho saiba o que considerar caso se depare com uma situação semelhante e assim encontrar uma solução que atenda, da melhor forma possível, suas necessidades. Neste trabalho são considerados críticos dois fatores: os tecnológicos e os organizacionais. A seguir, uma breve discussão sobre cada um destes fatores.

5.1.5. FATORES TECNOLÓGICOS

Como fatores tecnológicos consideram-se:

- » Camadas da arquitetura;
- » Comunicação;
- » Banco de dados;
- » Interface;

Tendo como referência os sistemas ERP apresentados no capítulo 4, é possível analisar cada um dos aspectos relacionados à tecnologia, levantando as limitações, deficiências e, caso haja necessidade, propor melhorias na arquitetura. Ao se fazer este levantamento, temos:

Tabela 5.3 Fatores tecnológicos da arquitetura ERP

Aspecto tecnológico	Características	Vantagens	Desvantagens
Camadas	3 camadas - Aplicação (lógica do negócio – processos de negócio) - Dados (armazenamento e gerenciamento de dados) - Apresentação (interfaces que fazem a ligação com outros sistemas, executando tarefas de entrada/saída de dados/informações)	- Capacidade de expansão, à medida em que aumenta a complexidade dos processos organizacionais - Componentes da arquitetura melhor organizados e entendidos - Maior independência entre as camadas, reduzindo custos de manutenção	- Pode impactar a eficiência - Pode impactar o desempenho global do sistema, caso o número de camadas esteja acima do necessário
Cliente-servidor	- Cliente: aplicações que acessam serviços de um ou mais servidor(es) - Servidor: onde estão armazenados o ERP e o banco de dados	- Facilidade de troca de informações - Interoperabilidade (capacidade de interação com outros sistemas) - Transparência na transmissão/retransmissão de dados	- Dificuldade em manutenção no caso de falhas - Baixa tolerância a falhas
Banco de dados	Relacional (utilização de álgebra relacional ao armazenamento de dados) Integração dos dados em um único repositório	- Minimização de redundâncias (inconsistências) - Dados e informações compartilhados entre diferentes áreas funcionais	- Pode haver dificuldade em estabelecer o nível correto de granularidade dos dados
Interfaces	Gráfica/Personalizável	- Serviços disponibilizados de acordo com as necessidades dos usuários - Visualização de dados e informações de acordo com as necessidades dos usuários	- Pode impactar a eficiência do sistema (ex: tempo de resposta entre cliente e servidor)

Pode-se deduzir desta análise, que as mudanças tecnológicas causadas pela implementação de um sistema ERP, devem considerar, além da tecnologia que será introduzida, sua viabilidade e seus impactos (positivos ou não) para a organização.

5.1.6 RISCOS

De acordo com o PMBOK (2004, p.238),

Risco é um evento ou condição incerta que, se ocorrer, terá um efeito positivo ou negativo [...] um risco pode ter uma ou mais causas, assim como um ou mais impactos [...] As condições de risco podem incluir aspectos do ambiente da organização ou do projeto que podem contribuir para o risco do projeto, como práticas deficientes de gerenciamento, falta de sistemas de gerenciamento integrados, vários projetos simultâneos ou dependência de participantes externos que não podem ser controlados.

O Gerenciamento de Riscos compreende a identificação, priorização, e controle dos riscos de projeto. Os riscos associados à arquitetura têm origem diversa, afetando de diferentes maneiras a arquitetura. Dentre os principais riscos em arquiteturas de sistema, destacam-se:

- » Riscos do negócio: correspondem aos riscos que envolvem aspectos relacionados ao mercado, como aqueles gerados através de contratos ou mesmo por meio da concorrência. Um exemplo deste tipo de risco é o lançamento de um produto concorrente que abrange um maior número de funcionalidades;
- » Riscos de recurso: correspondem aos riscos que envolvem aspectos relacionados ao tipo de organização a que se destina o produto. Um exemplo deste tipo de risco é a falta de infra-estrutura para suportar um sistema de informação complexo, como um ERP;
- » Riscos de programação: correspondem aos riscos que envolvem o desenvolvimento do sistema. Um exemplo deste tipo de risco é o atraso no cronograma para o término do desenvolvimento do sistema;
- » Riscos técnicos: correspondem aos riscos que envolvem o gerenciamento do escopo do projeto, além das dependências (interna e externa) para dar prosseguimento ao projeto. Um exemplo deste tipo de risco é a integração do sistema a outros sistemas ou mesmo a dependência por tecnologia de terceiros.

Dentre os riscos identificados em relação ao sistema ERP, é possível criar uma tabela, em que os riscos identificados são classificados através de aspectos como

impacto, probabilidade de ocorrência e estratégias para minimizar seus efeitos. Este esquema está representado a seguir:

Tabela 5.4 Sistemas ERP – riscos associados

Seq.	Riscos Organizacionais	Impacto	Prob.	Estratégia
1	Dificuldade em modificar a estrutura organizacional	Alto	Média	Mapeamento da estrutura organizacional; identificação, mapeamento e priorização dos processos
2	Comunicação deficiente entre stakeholders	Alto	Média	Maior participação dos stakeholders; Reuniões periódicas; videoconferências
3	Dependência de um único fornecedor	Alto	Baixa	Análise do produto (compatibilidade)
4	Resistência a mudanças	Médio	Média	Treinamentos, Determinar prazo para adaptação
5	Aquisição de um sistema inadequado às necessidades organizacionais	Alto	Médio	Documentação; maior participação dos stakeholders
6	Redução de prazo de conclusão das atividades	Alto	Baixa	Replanejar o cronograma com a inclusão de mais recursos ao projeto
7	Dificuldade no entendimento dos processos de negócio	Alto	Baixa	Documentação; maior participação dos stakeholders
8	Necessidade de alterar processos de negócio	Alto	Alto	Documentação; maior participação dos stakeholders
9	Interfaces não desenvolvidas para a empresa	Baixo	Baixo	Treinamentos
10	Dificuldades de mudar cultura organizacional (da visão departamental para a visão de processo)	Médio	Médio	Acompanhamento da mudança; maior controle sobre as decisões
Seq.	Riscos Tecnológicos	Impacto	Prob.	Estratégia
1	Saída de membros da equipe	Médio	Baixa	Evitar centralização de informações
2	Falta de mão-de-obra qualificada	Médio	Baixa	Treinamento
3	Falta de infra-estrutura	Alto	Baixa	Disponibilização de equipamentos de acordo com a especificação
4	Planejamento da implantação inadequado	Alto	Alta	Documentação; evitar centralização de informações
5	Erro na especificação de requisitos	Alto	Alta	Documentação; maior participação dos stakeholders
6	Lançamento de um produto concorrente	Alto	Média	Adicionar funcionalidades que melhore a competitividade do produto
7	Dificuldade de Customização	Alto	Alta	Documentação; maior participação dos stakeholders
8	Defeitos na engenharia de software	Médio	Média	Documentação; maior participação dos stakeholders
9	Dificuldade em atualizar versões devido à necessidade de acordo entre os stakeholders	Alto	Média	Documentação; maior participação dos stakeholders
10	Erro na estimativa de custos de infra-estrutura	Alto	Média	Replanejar os custos; avaliar viabilidade, maior participação de stakeholders

5.1.6 OBSERVAÇÕES/SUGESTÕES DE MELHORIA

A análise feita no decorrer deste capítulo tem como objetivo levantar informações que possam ser utilizadas na construção da arquitetura. Terminados estes estudos, é possível assinalar que características podem ser incorporadas à arquitetura, assim como as melhorias, caso seja necessário.

Levando em consideração o que foi levantado, não existem grandes modificações a serem propostas, visto que o próprio uso de sistemas ERP pelas organizações, comprova que a maioria das soluções adotadas é adequada. No entanto, é necessário fazer uma ressalva em relação às arquiteturas utilizadas por este sistema. Observa-se que todas utilizam a tecnologia multicamada. Atualmente, o que está ocorrendo é uma migração deste tipo de arquitetura para a Arquitetura Orientada a Serviço (SOA), devido sobretudo à busca por maior flexibilidade destes sistemas. Comparativamente a outros tipos de arquitetura, também abordados neste trabalho, temos:

Tabela 5.5 Comparativo entre tipos de arquitetura

Tipo	Descrição	Problemas
Arquitetura Monolítica	- Sistemas monolíticos	- Comunicação centrada em pessoas - Impossível acessar sistemas em diferentes locais.
Arquitetura Cliente-Servidor	- Sistema distribuído - Permite o acesso de quem utiliza o sistema a diversas aplicações	- Coerência de dados entre sistemas - Lógica de negócio apresenta-se misturada com a apresentação - Difícil comunicação com o exterior
Arquitetura 3-tier, Web Based (Multicamada)	- Separa lógica de negócio da interface. - A Lógica de Negócio está integrada em um único sistema.	- Alterar novas funcionalidades implica alterar vários sistemas / subsistemas. - Integração difícil e inflexível, em particular entre sistemas diferentes. - Ligação forte entre a lógica de negócio dos sistemas.
Arquitetura Orientadas a Serviços (SOA)	- Padronização do mecanismo de comunicação. - Separa os serviços de implementação. - Obtém serviços de forma dinâmica.	- Imaturidade da arquitetura - Imaturidade dos Standards. - Nível de serviço da utilização de serviços, em especial para processos síncronos.

Apesar de ser uma tendência, esta solução não será adotada nesta proposta de arquitetura. A explicação para adotar tal postura se deve ao fato desta abordagem

não mostrar um nível de maturidade que a torne uma solução melhor que as demais. Sendo assim, será adotada uma postura mais conservadora, onde as abordagens tradicionais são preferidas, ainda que a Arquitetura Orientada a Serviço (SOA) aparentemente seja superior.

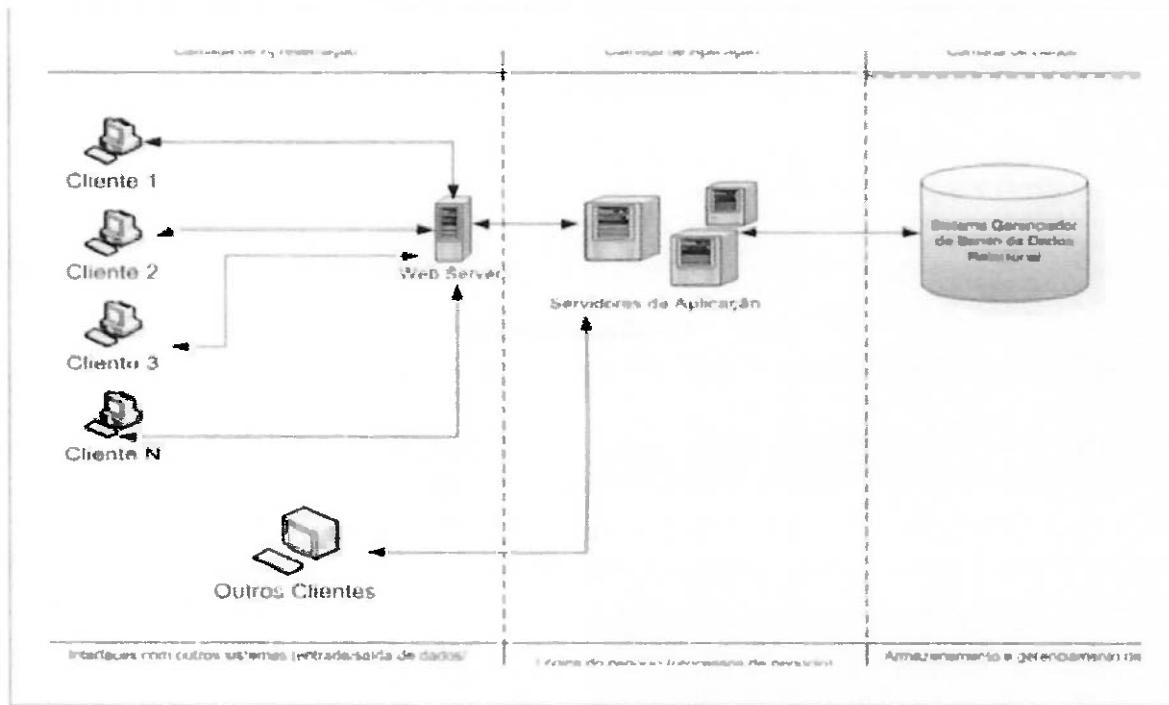
5.1.7 ARQUITETURA FINAL PROPOSTA

A arquitetura ERP, após análise de seus pontos fortes e fracos, tem a seguinte forma:

- » Arquitetura: 3 camadas (Aplicação, Dados e Apresentação), podendo ser expandida;
- » Banco de Dados relacional
- » Comunicação:
 - » Utilização (em redes locais e internet) de padrões como TCP/IP, EDI, OLE e Interfaces Abertas
 - » Web Server para comunicação com clientes via intranet/;
 - » Estrutura Cliente-Servidor;
 - » Integração com outras aplicações através do uso de padrões como o XML.
- » Hardware: PC/Mainframe

Esquematicamente, a arquitetura proposta está representada na figura 5.4.:

Figura 5.4 Arquitetura ERP - Representação



5.2 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Este capítulo procurou dar uma visão de como as funcionalidades e a arquitetura têm relação direta com a qualidade do sistema de informação. Através de uma análise das funcionalidades (básicas, desejáveis e opcionais) e da arquitetura (módulos, fluxos de informação, etc.), foi proposto um roteiro para definição de uma arquitetura genérica de sistema ERP. Como resultados, é possível destacar o grande número de alternativas, preocupações e recomendações que podem ser levantadas apenas com uma breve análise deste tipo de sistema. Conclui-se, a partir desta análise, que a funcionalidade, assim como a arquitetura, tem impacto direto sobre a produtividade, a eficiência e a qualidade de um sistema ERP, o que faz com que estes sejam fatores prioritários para a decisão de implementar (ou não) este tipo de solução computacional.

6. Conclusões finais do trabalho

O objetivo inicial deste trabalho foi o de estudar a estrutura, as funcionalidades, os fluxos de informação, as visões e os relacionamentos entre as partes que compõe uma arquitetura de sistema ERP. Após este estudo pode-se enumerar as seguintes conclusões em relação a este estudo:

Em relação às funcionalidades:

- » A mudança organizacional deve verificar se o sistema de informação será capaz de se adequar de forma satisfatória à realidade da empresa. Este processo de adequação envolve aspectos organizacionais (políticos, culturais, etc.) e tecnológicos (infra-estrutura, equipamentos, redes e disponibilidade dos dados e informações). Uma introdução mal feita da tecnologia poderá diminuir a motivação ou até mesmo a resistência de alguns setores, o que poderá criar obstáculos para o sucesso do projeto.
- » As funcionalidades têm relação direta com a adequação do sistema a diferentes realidades organizacionais (flexibilidade);
- » A adição de novas funcionalidades traz como consequência a satisfação de um maior número de necessidades organizacionais implícitas (que são identificadas e documentadas) e explícitas (não mensuráveis);

Em relação à arquitetura:

- » A arquitetura do sistema deve ser elaborada de forma a atender, na medida do possível, as diferentes necessidades e visões dos *stakeholders*. Áreas distintas competem pelos mesmos recursos e o arquiteto de sistemas deve ser capaz de enxergar e priorizar, dentre as muitas necessidades levantadas, quais são realmente importantes para a organização;

- » A arquitetura do sistema deve considerar não apenas a tecnologia, mas também problemas específicos da organização, como a falta de pessoal qualificado (o que pode criar a necessidade de treinamentos), e a limitação de recursos financeiros;
- » A implantação de um sistema ERP necessita que a organização possua um nível mínimo de maturidade em seus processos. Organizações administradas de forma precária ou ainda que não levantam suas necessidades de forma estruturada e formalizada, poderá ter dificuldades para realizar as modificações necessárias para atender às necessidades organizacionais, o que, em muitas vezes, pode inviabilizar o projeto de arquitetura;
- » O processo de aquisição de um sistema ERP necessita de um amplo planejamento e refinamento do modelo de arquitetura. Este processo deve envolver, de forma coordenada e integrada, todas as partes interessadas no projeto (*stakeholders*). Organizações que realizam um planejamento por setor (sem a visão global do negócio), podem criar posturas divergentes entre áreas, conflitos visando vantagens individuais e desperdício de tempo e recursos na atividade de planejamento;

7. Bibliografia

- ALSÈNE, E.**, *The computer integration of the enterprise*. IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 46, n° 1, p.26-35.
- BARTHOLOMEW, D.**, Promisse vs. Reality: are manufacturers expecting too much from integrated systems? Or are software vendors over hyping the results? *Industry Week Magazine*, v.246, n.20, p 26-30, Nov. 1997.
- BASS, L., CLEMENTS, P., KAZMAN, R.**, *Software Architecture in Practice*. 2nd. ed. Pittsburg: Addison Wesley, 2003.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.**, *The Unified Modeling Language User Guide*. Addison-Wesley Object Technology series, Addison-Wesley Longman, Inc, Massachusetts, 2000.
- BURCH, J. G.; GRUDNITSKI, J.**, *Information systems: Theory and practice*. John Willey & Sons. New York, 1989.
- CHING, H. Y.** *Gestão de estoques na cadeia de logística integrada – Supply Chain*. São Paulo: Atlas, 1999.
- CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N; CAON, M.** (1997). *Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP – Conceitos, Uso e Implantação*. São Paulo, Atlas.
- CUNHA, M. A. L.** *Gestão integrada de processos de negócio*. Simpósio de administração da produção, logística e operações industriais. *Anais...* São Paulo: FGV, 1998.
- DAVENPORT, T. H.** (1998). "Putting the Enterprise into the Enterprise System". Harvard Business Review, Jul/Ago. 1998.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS.** ERP – Amostras de participação de médias e grandes empresas. Disponível em: www.fgvsp.br/cia/pesquisa, 21 mai. 2007.
- GARTNER GROUP**, "Strategic Sourcing : The Book". Stanford, Gartner, 2002.
- GIBBS, W. W.**, "Software's chronic crisis". *Scientific American*, Sep. 1994, p. 72-81.
- HABERKORN, E.**, *Gestão Empresarial com ERP*. São Paulo, 2004, p.46.
- HALL, R.**, *Organizações: estrutura e processos*. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 1984.
- HECHT, B.**, *Choose the right ERP software*. Datamation, Mar. 1997.

- HEINZ, K. K., MYERS, M. D.,** *A Set of Principles for Conducting and Evaluating Interpretive Field Studies in Information Systems.* MIS Quarterly, Vol. 23 nº1, March 1999, p. 67-94.
- HICKS, D. A.** (1995). "The ERP maze". *IIE Solutions*, Aug. 1995, p.13-16.
- IBM** - Bill of Material Processor – *A Maintenance and Retrieval System*, 1974, p.1.
- IBM** - *Manual IBM G320*, 1974.
- IBM** - *The Production Information and Control System*, 1975, p. 5.
- KALE, V.**, *Implementing SAP R/3*, Indianópolis: SAMS, 2000.
- LAUDON, K., LAUDON, J.P.**, Management Information Systems, 5nd. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2005.
- LIMA, A. D. A. et al.** *Implantação de pacote de gestão empresarial em médias empresas.* Artigo publicado pela KMPress. Disponível em: <http://www.kmpress.com.br>, 13 fev. 2000.
- LUCAS, H. C., WALTON, E., GINZBERG, M.**, *Implementing Packaged Software*". MIS Quarterly, Dec 1988, p.537-549.
- MACHADO, A. B. & KALDEICH, C.** (2000) - *Sistemas integrados de gestão empresarial: Um enfoque contábil-financeiro sobre o sistema SAP R/3.* Anais do VII Congresso Brasileiro de Custos, Recife, Brasil.
- MARTIN, J., MCCLURE, C.**, "Buying software off the rack". *Harvard BusinessReview*, Novembro/Dezembro 1983, p.1-60.
- MEDVIDOVIC, N.; TAYLOR, R. N.** Separating fact from fiction in software architecture. In: ACM, 1998, Orlando. *Proceedings of the third international workshop on Software architecture*. Orlando: ACM Press, 1998. p. 105-108.
- MICROSOFT**, Microsoft Dynamics AX – Layman's Specification, 2005.
- NAHMIAS, S.**, *Production and Operations Analysis*. Irwin, 1989.
- ORLICKY, J.**, Material Requirements Planning. McGraw-Hill, New York, 1975.
- PORTER, M.** Estratégia e Internet. In_ *Planejamento Estratégico - Harvard Business Review on Advances in Strategy* , Rio de Janeiro: Campus, p. 9-54, 2002.
- PRESSMAN, R. S.**, *Engenharia de Software*. McGraw-Hill, 2002.
- PRESSMAN, R. S.** Software Engineering: *A practitioner's approach*. New York: Ed. McGraw-Hill, 1997. p. 22-53.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, *Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)*. 2004.

ROSELINO, J.E.; GOMES, R., *Limites e Possibilidades do Brasil nas Configurações Produtivas Globalizadas: Software e as Cadeias Produtivas Internacionalizadas*. Convênio GEEIN/ DE/UNESP e IPEA. Araraquara e Campinas, abril de 2000.

SAP AG, ASAP Methodology for Rapid R/3 Implementation: *User Manual*, Walldorf, 2003.

SELLTIZ, C., JAHODA, M., DEUTSCH, M., COOK, S. M. *Métodos de pesquisas das relações sociais*. São Paulo: Editora Herder, 1965.

SOUZA, C.A., *Sistemas Integrados de Gestão Empresarial: Estudos de Casos de Implementação de Sistemas ERP*. 2000. 306 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SOUZA, C. A.; ZWICKER, R. Ciclo de vida de sistemas ERP. *Caderno de pesquisas em administração*, São Paulo. v. 1, n. 11, 1o trim., 2000.

SOUZA, C., ZWICKER, R., Um modelo de Ciclo de Vida em Sistemas ERP: aspectos relacionados a sua Seleção, Implantação e Utilização. IV SEMEAD, 1999.

SOUZA, C., ZWICKER, R., *Aspectos envolvidos na seleção e implementação de sistemas ERP*. Anais da XXXIV CLADEA, Out. 1999.

VERNADAT, F. B., *Enterprise Modelling and Integration: Principles and Applicatons*. London: Chapman & Hall, 1996.

VOLLMANN, T. E., BERRY, W L., WHIBARK, D. C., *Integrated Production and Inventory Management: Revitalizing the Manufacturing Enterprise*. Homewood, Business One Irwin, 1993.

WIGHT, O. *Manufacturing resource planning – MRP II*. Esses Junction. USA. Oliver Wight Publications, 1984.