

## **2 Referencial teórico**

### **2.1.Revisão da literatura**

Gil (1987) aponta que a pesquisa deve consistir em um procedimento racional e sistemático para ser efetiva, proporcionando respostas aos problemas levantados.

Para o presente trabalho, enumeramos os temas pesquisados:

- Sistemas de Informação Corporativos
- Integração de Dados
- Integração de Sistemas
- Estratégia de TI
- Interoperabilidade ou conectividade

De modo a exaurir a pesquisa bibliográfica, sem deixar de considerar um escopo plausível para uma dissertação de mestrado, foi executado um plano para revisão da literatura. Uma breve descrição de seus passos se encontra a seguir.

#### **Busca de teses e dissertações ligadas aos temas relacionados**

Há diversas fontes onde esses trabalhos podem ser encontrados, como no caso do portal da Capes e a ferramenta Maxwell da PUC-Rio. Para garantir um nível razoável de abrangência da consulta e de qualidade, foram inicialmente analisados documentos produzidos em cursos de mestrado e doutorado com avaliação igual ou superior a cinco na avaliação da CAPES (2006).

Como segundo critério para a seleção das teses e dissertações, foi adotado um corte temporal, de modo que foram serão escolhidos trabalhos posteriores a 2000.

#### **Análise das referências citadas nas teses e dissertações encontradas**

Os trabalhos encontrados na primeira etapa fazem referência a outros tantos que podem ter relação com a pesquisa. Em função do escopo definido, podemos buscar referências recursivamente através das citações.

### **Busca de artigos de periódicos e congressos ligados aos assuntos**

Além das fontes encontradas nas etapas anteriores, procurou-se em paralelo por artigos de periódicos e congressos em ferramentas eletrônicas, como Google Scholar (SCHOLAR, 2006) e Ebsco Search (EBSCO, 2006). Critérios de qualidade e temporais também foram considerados, como se fez nas duas primeiras fases. No caso de periódicos acadêmicos, adotaram-se a lista Qualis da Capes e *rankings* sobre o assunto estudado (MYLONOPOULOS e THEOHARAKIS, 2001).

Foram feitas algumas exceções ao critério temporal. Trabalhos seminais foram incluídos e, em virtude da natureza exploratória do trabalho, com a análise histórica das soluções de integração de sistemas e dados, recorreu-se a artigos mais antigos para tratar sobre temas que não estejam mais tão em voga.

Uma forma interessante de aferirmos a relevância científica do documento é consultar o número de citações existentes para o mesmo, estipulada pelo Google Scholar (SCHOLAR, 2006).

## **2.2. Glossário**

Alguns termos são extensamente utilizados na literatura e no discurso de praticantes em TI, mas não são devidamente definidos. No momento em que se clareiam essas acepções, pretende-se reduzir a confusão que se nota em TI na utilização dos vocábulos, que são importantes para o entendimento de conceitos centrais ao tema do trabalho.

As definições propostas consistem em uma posição sobre o tema, compondo uma visão crítica. Utilizamos os dicionários Aurélio (FERREIRA, 1999) e Webster (WEBSTER, 2007) para embasar algumas definições.

**Conceito** – representação de um objeto pelo pensamento, por meio de suas características gerais (FERREIRA, 1999). Podemos tornar essa definição um pouco mais concreta, ao tomá-la como uma idéia fundamentada por premissas

mais básicas. O conceito de ERP remete a sistemas construídos com base na unificação de bases de dados, utilização de processos padronizados e outros pontos que o definem.

**Arcabouço** – consiste em uma estrutura básica conceitual (WEBSTER, 2007), que pode ser acompanhada de metodologias e ferramentas de apoio que são compatíveis às suas premissas.

**Entidade (de dados)** – representação de um objeto de qualquer natureza, mas com escopo definido, por atributos que são refletidos em bases de dados. Pode ser tratado também como **modelo (de dados)**.

**Dicionário de dados** – ferramenta computacional para cadastro e consulta das entidades, descrevendo seu relacionamento e o significado de suas propriedades.

**Legado** – conjunto de sistemas de informação que existam antes de projetos de implantação de novos sistemas ou qualquer ação relacionada. Geralmente o termo é utilizado para referência a sistemas de informação de difícil substituição e que podem “emperrar” o bom funcionamento da organização.

**Solução** – meio de superar ou resolver uma dificuldade ou problema (FERREIRA, 1999). O meio em TI pode consistir em ferramentas computacionais ou implementação de conceitos, processos, etc.

**Arquitetura** – maneira como componentes de computadores ou sistemas se organizam e se integram (WEBSTER, 2007). O termo é utilizado de forma análoga à **estrutura**, se aplicando frequentemente a dados e sistemas de informação.

**Plataforma** – conjunto de arquitetura e equipamento computacionais que usam um sistema operacional particular (WEBSTER, 2007). Em virtude da busca da independência de sistemas operacionais, as plataformas mais recentes provêm recursos próprios para serem usadas em qualquer ambiente computacional.

**Reutilização** – prática de reaproveitamento de partes bem definidas de software, com base em técnicas para catalogação dessas funções, disponibilidade e instruções de uso. Pretende-se, assim, evitar o desenvolvimento de novo “código” com a mesma funcionalidade de outros sistemas ou componentes já construídos.

### 2.3. Conceitos centrais

O'Brien (2001) define os **sistemas de informação** como um conjunto organizado de pessoas, hardware, software, redes de comunicação e recursos de dados, que coletam, transformam e disseminam informações em uma organização. O seu objetivo, para Hevner et al (2004), consiste no aumento do nível de eficiência e de eficácia da organização. Sistemas de informação permitem a adoção de novas formas de trabalhar e novas estruturas organizacionais, mudando forma de fazer negócio das empresas (HEVNER et al., 2004). Usa-se muito o termo **aplicação** com o mesmo fim.

A **arquitetura de software** é determinada por Bass et al (1998) como a estrutura ou estruturas de sistemas que abrangem os componentes de software, as propriedades externamente visíveis desses componentes e a relação entre eles. Segundo Garlan (2000), a arquitetura de software ilumina as decisões de design de sistemas em um nível mais alto de abstração, sendo aplicada na composição das partes interativas, na identificação dos caminhos principais de interação e nas propriedades principais das partes. O conceito abrange arquitetura de dados e de sistemas.

Goodhue et al. (1992) declaram que a **integração de dados** corresponde à padronização de definições e estruturas de dados através de modelos comuns armazenados em um conjunto de fontes. Para Souza (2003), a arquitetura de dados deve permitir a identificação e compreensão do fluxo de dados dentro dos sistemas e de como eles são utilizados pela organização, remetendo também, segundo Halevy (2005), à identificação das fontes envolvidas.

Volkoff et al (2005) levantam em pesquisa outra modalidade além da integração de dados: a integração dos sistemas de informação com base nos processos. A **integração de sistemas** é referenciada por Wyse e Higgins (1993) como a tecnologia integrada que permite o compartilhamento de informação entre aplicações. Lee et al. (2003) a definem, ao tratar do conceito de EAI (*Enterprise Application Integration*), como um termo computacional de negócio para os planos, métodos e ferramentas destinados a modernizar, consolidar e coordenar as funções computacionais da organização.

Há certa analogia na relação entre as modalidades de integração (dados e sistemas) e a estrutura organizacional. Um organograma não nos permite ver o que, para quem e como fazemos nosso negócio. A estrutura organizacional baseada em funções faz com que as unidades tenham suas responsabilidades, podendo deixar de lado como realmente o trabalho flui por dentro da organização.

Além de seu papel, cada área nessa visão organizacional reúne informação que lhe é própria. Isso é semelhante à integração de dados, com seus modelos e fontes de dados padronizados.

Os processos, ao contrário, permitem que visualizemos como as coisas funcionam: onde estão os clientes e fornecedores, como interagimos com eles e com outras áreas da empresa e quais são as responsabilidades de cada um dentro de um fluxo de trabalho. Nesse caso cabe a integração de sistemas.

Rummler e Brache (1992) indicam que a visão vertical ou funcional, que seria afim à integração de dados, cria silos que enterram oportunidades de melhoria de desempenho que, para os autores, estão nas “interfaces” entre as funções do negócio.

Onde não for preciso ou desejado distinguir as duas modalidades de integração (sistemas ou dados), foram utilizados no trabalho os termos **integração eletrônica** ou **comunicação eletrônica**.

Um termo que vem atraindo a atenção em torno da integração de sistemas é o de **serviços computacionais**, que são geralmente citados como **serviços**. Para Papazoglou e Gerogakopoulos (2003), eles são componentes abertos e auto-descritivos que provêm a integração rápida e com menor custo das aplicações distribuídas. O padrão mais usual em torno desse conceito é o de **web services**, que se apóia em padrões de Internet.

Uma proposta de arquitetura de software que gira em torno desses serviços é **SOA** (*Service-Oriented Architecture*). Segundo Marks e Bell (2006), uma **arquitetura orientada a serviços** é um conceito de arquitetura de negócios onde a funcionalidade do negócio ou a lógica de aplicações são disponibilizadas como serviços compartilhados e reutilizáveis.

**Interoperabilidade** ou **conectividade** dizem respeito estritamente à comunicação entre os sistemas. O IEEE (1990) as define como a habilidade de dois ou mais sistemas, ou componentes deles, de trocar e utilizar informações

comuns. O âmago desse princípio está relacionado à capacidade de realizar qualquer troca de informações. Segundo Souza (2003), não deve haver a necessidade de equipamentos, dispositivos ou programas especiais para integrá-los, mesmo quando se empregam diferentes tecnologias e de fornecedores distintos.

O conceito de **acoplamento** acompanha os de interoperabilidade e conectividade, definindo-se pela interdependência entre sistemas de informação que estejam conectados. Não se prega através desse conceito que esses sistemas devam estar mal ligados, porém é ideal que tenhamos o mínimo de trabalho possível para substituí-los. Quanto menor for esse esforço, menor o nível de acoplamento entre as aplicações. Sutherland e van den Heuvel (2002) apontam como tendência a máxima independência entre as aplicações, culminando em seu funcionamento como organismos vivos.

Segundo Barney (2001), **estratégia** pode ser definida como a teoria da firma sobre como competir com sucesso. Mintzberg (1987) elenca cinco pontos (os P's) que compõem a estratégia: Planejamento, Pretexto, Padrão, Posicionamento e Perspectiva. O mesmo autor ressalta duas características da estratégia: ela é concebida antes das atividades às quais ela se aplica e é desenvolvida de forma consciente e proposital (MINTZBERG, 1987).

Já a **estratégia de TI** consiste no enfoque na área de TI para a concepção da estratégia. Os cinco P's de Mintzberg (1987) devem ser definidos dentro do escopo da área. Henderson e Venkatraman (1993) argumentam que a gestão estratégica dos recursos de TI alinhada ao negócio permite à organização atingir desempenhos superiores.

**Governança de TI** é definida por Sambamurthy e Zmud (2000) como o padrão de autoridade da organização ligado à tecnologia. Já Schwarz e Hirschheim (2003) a tratam com as estruturas e arquiteturas relacionadas a TI, implementadas para a realização de atividades em resposta ao ambiente e às questões imperativas frente à estratégia. Há alguns arcabouços para reger a governança de TI que estão em voga atualmente no mercado, como ITIL (OGC, 2006) e CobiT (ISACA, 2006).

Unindo definições propostas por alguns autores, consideraremos os sistemas **ERP** como compostos por módulos provedores de um amplo escopo de

funcionalidades em áreas determinadas e que propiciam a integração pelo compartilhamento de dados armazenados em uma base central.

Adotaremos para o trabalho a definição de Gardner (1998) para *Data Warehouse*, que o retrata como um processo para reunir e gerir dados de múltiplas fontes sob o propósito de obter uma única e detalhada visão de parte do negócio ou de seu todo.

## **2.4.Estratégia de TI**

Se a firma busca alavancar os seus recursos para melhorar seu desempenho (BARNEY, 2001) e a informação, pelo conhecimento que ela proporciona, é fundamental para o seu crescimento (NONAKA e TAKEUCHI, 1997), então a qualidade com que uma organização manuseia e utiliza a informação pode ser determinante na construção de seu planejamento estratégico. Segundo Stewart (2002), a disponibilidade de informações numa escala menor de tempo possibilita um ajuste estratégico contínuo e em tempo real, o que é fundamental no ambiente em constante mutação que se apresenta.

Assim, as empresas foram se municiando de aplicações computacionais para auxiliar na gestão eficiente de seus recursos. Goodhue et al (1992) aponta para o surgimento de uma interdependência entre a estratégia e estrutura das organizações e a tecnologia, de modo que a última não pode ser desconsiderada na concepção do planejamento e na determinação de metas da organização.

Henderson e Venkatraman (1993) advertem que o desempenho econômico está relacionado à capacidade da gerência de criar uma adequação entre o posicionamento da empresa no ambiente e a sua estrutura para executar a estratégia. Parte dessa estrutura corresponde à arquitetura de sistemas de informação da organização.

No modelo SAM de alinhamento estratégico de Henderson e Venkatraman (1993), arquitetura, processos e habilidades ligados à infra-estrutura de sistemas de informação devem se integrar funcionalmente à infra-estrutura organizacional e se adequar à estratégia de TI para garantir um alinhamento estratégico, conduzindo, segundo os autores, a um melhor desempenho (HENDERSON e VENKATRAMAN, 1993).

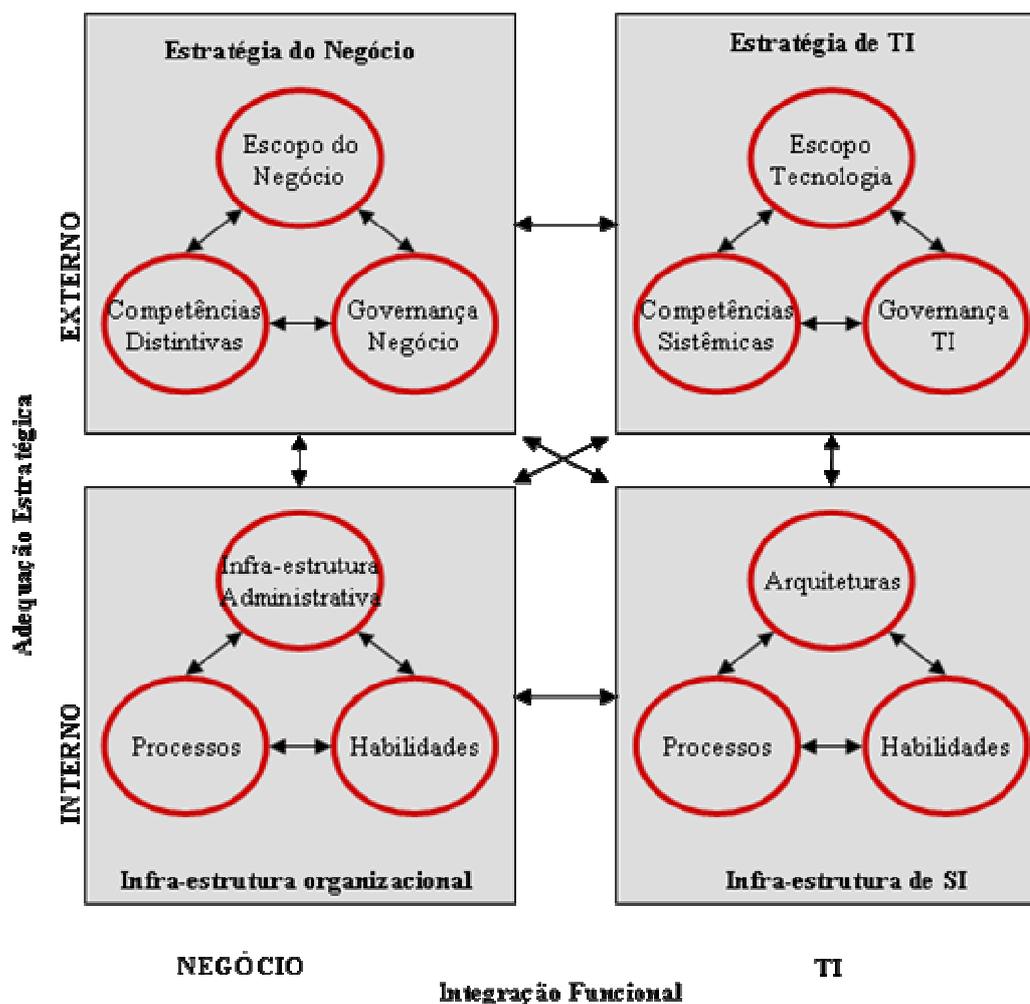


Figura 1: Modelo SAM de alinhamento estratégico de TI (adaptado de HENDERSON e VENKATRAMAN, 1993).

Tomando o compartilhamento da informação no contexto do modelo SAM, percebemos como a estrutura construída para a integração dessa informação é importante para o desempenho. Segundo Henderson e Venkatraman (1993), o dinamismo do mercado deve ser replicado no alinhamento estratégico de TI e, conseqüentemente, na estrutura dos sistemas de informação.

## 2.5. Integração eletrônica

Os sistemas próprios das áreas de negócio não podem mais ser exclusivos a elas, já que muitas vezes as informações armazenadas são de interesse de toda empresa. Em paralelo, Gokhale et al (2003) alertam para a busca realizada pelas organizações por pacotes de software para atender às suas necessidades. Segundo

Puschmann e Alt (2001), os processos principais do negócio devem ser apoiados nesse tipo de estratégia.

É preciso que a informação esteja acessível, consistente e no nível de detalhamento adequado para que a tomada de decisão seja rápida e eficiente. Modelos de avaliação da qualidade de informação e sucesso de sistemas (DELONE e MCLEAN, 1992; GOODHUE e THOMPSON, 1995) sublinham essa necessidade.

Mediante tal panorama, Hasselbring (2000) defende que, para o correto funcionamento dos processos de negócio, os sistemas de informação devem estar integrados. Em meio aos diversos padrões de integração levantados por Chari e Seshadri (2004), percebe-se que as organizações tomam essa iniciativa com base em duas modalidades: a integração de dados e a de sistemas.

## **2.6. Integração de dados**

Para Davenport e Prusak (1998), os dados são fatos distintos e objetivos, relativos a eventos. Eles por si só não têm relevância e significado, assimilando essas características quando contextualizados. Assim, de modo a se transformarem em conhecimento, insumo fundamental segundo os mesmos autores para a criação das vantagens competitivas, esses dados devem chegar aos membros das organizações, para que eles adicionem suas experiências, valores e idéias.

A integração de dados está relacionada às primeiras formas de compartilhamento automático da informação, como mencionado por alguns autores (PRESSMAN, 2002; SUTHERLAND e VAN DEN HEUVEL, 2002), culminando com as ondas de instalação dos pacotes ERP e os grandes repositórios de dados (*Data Warehouses*), que se são encaixados nesse perfil por alguns dos autores que compõem a revisão bibliográfica (ZANCUL, 2000; THEMISTOCLEOUS et al., 2001; BISPO, 1998; WIXON e WATSON, 2001). As organizações procuram reunir a informação de forma centralizada, promovendo a visão de múltiplas bases através de um panorama único das mesmas, conforme descrito por Gardner (1998).

Para a integração de dados, é necessário um arcabouço que permita a identificação e compreensão do fluxo de dados e de como eles são utilizados em

uma organização, como apontado por Souza (2003). Halevy (2005) destaca a proliferação pelas empresas das áreas de administração de dados e de O&M, criadas com o intuito de disseminar e contextualizar os modelos e padrões de dados.

O estabelecimento de modelos e padrões de dados é parte vital da integração de dados, conforme mencionado por Goodhue (1992) na definição adotada para o conceito. Gardner (1998) cita alguns dos requisitos a serem cumpridos, como definições técnicas e funcionais em torno dos modelos de dados, a indicação da fonte onde o dado está armazenado e a identificação do sistema que o registrou.

A integração de dados visa garantir que eles têm a mesma semântica, independente do tempo, usuário ou sistema (GOODHUE et al., 1992), ao contrário da disseminação das informações por via “humana”. Na falta de padrões e critérios, analistas de diferentes unidades de negócio podem realizar diferentes interpretações sobre o mesmo termo, provocando decisões erradas.

Outros objetivos mencionados por Goodhue et al (1992) para a integração de dados remetem à melhora na coordenação das ações e na tomada de decisão e à redução da incerteza e da ocorrência de equívocos, provendo informação suficiente (quantidade) e sem conflitos de interpretação pela unificação das múltiplas bases (qualidade).

Para Goodhue et al (1992), a integração de dados também pode ajudar a reduzir custos de desenvolvimento de software ao diminuir os esforços redundantes. Inmon (1996) exemplifica com a redução do tratamento dos dados em extrações automáticas de regras de negócio de repositórios de dados (*Data Mining*), apontando para a maior facilidade na identificação de regras e análise de resultados obtidos.

Em compensação, também existem custos para utilizar soluções ligadas à integração de dados. O forte acoplamento que é criado entre os atores envolvidos (aplicações e pessoas) para atestar a consistência dos dados leva as unidades de negócio à perda de flexibilidade e autonomia locais (EVGENIOU, 2002; GOODHUE et al., 1992). Enquanto a tecnologia avança e a organização muda, definições feitas previamente se tornam inválidas (HEVNER et al., 2004).

Para a criação dos padrões e modelos de dados consolidados, o que Goodhue et al. (1992) chamam de “linguagem comum”, é imprescindível a

execução prévia de um estudo das bases de dados dos sistemas da organização. Junto à definição das entidades, é preciso conhecer as estruturas internas dos sistemas. As aplicações que não expõem suas bases, como muitos pacotes de software corporativos que não fornecem seu modelo de dados, complicam essa missão.

Halevy (2005) mostra apreensão em torno de questões sobre escalabilidade e encargos financeiros decorrentes da implantação de soluções de integração de dados. Alguns estudos mostram que a produtividade caiu em empresas com grandes implantações de sistemas de informação (SUTHERLAND e VAN DEN HEUVEL, 2002), o que é uma característica própria de projetos de instalação de pacotes de ERP e *Data Warehouses*.

Sprott (2000) adverte sobre uma maior dificuldade de manutenção e o conseqüente aumento de custos em função do tamanho elevado das estruturas construídas com a integração como requisito. Goodhue et al. (1992) também ressaltam que, com a implantação de sistemas de informação de escopo corporativo, cresce o número de envolvidos nos processos que são atendidos por essas aplicações, tornando a motivação em torno de mudanças mais difícil.

Obedecendo as premissas estabelecidas para a integração de dados, diversas soluções foram e são utilizadas pelas organizações. Algumas delas foram utilizadas com maior frequência e ganharam destaque na literatura.

### **2.6.1. Transmissão de dados**

Sutherland e van den Heuvel (2002) argumentam que as primeiras trocas de informação entre sistemas computacionais se davam através da transmissão de arquivos pela rede (apesar dos meios “manuais” que eram usados, como o uso de discos e fitas magnéticas). Masseti e Zmud (1996) apontam esse tipo de comunicação eletrônica como um dos mais comuns na interação entre firmas.

O envio de arquivos foi adotado inicialmente para a comunicação interorganizacional e frequentemente para funções relacionadas ao setor de Compras, como mencionam Masseti e Zmud (1996).

Truman (2000) ressalta que uma grande variedade de protocolos de comunicação e de padrões de arquivos foi estabelecida por consórcios, como a ANSI, ou pelas próprias empresas.

### **2.6.2.ERP**

As primeiras ferramentas ERP surgiram com a evolução dos sistemas de informação para gestão dos recursos e insumos da manufatura das empresas, representados pelos produtos oferecidos sob as siglas de MRP (*Material Requirements Planning*) e MRP II (*Manufacturing Resources Planning*), e com a constante soma de novas funcionalidades acessórias. Davenport (1998) considera a introdução de sistemas de informação segundo o conceito de ERP como o mais importante desenvolvimento de uso corporativo de TI.

As organizações instalaram pacotes ERP em busca da solução para problemas existentes e outros esperados, como no caso do “bug do milênio” (SPROTT, 2000; THEMISTOCLEOUS et al., 2001). Themistocleous et al. (2001) mostram em uma pesquisa alguns dos motivos para essas implantações, como automação de processos, redução de custos e a melhora na tomada de decisão.

Lee et al. (2003) afirmam que os pacotes ERP têm atuação na integração operacional, apoiando as tarefas cotidianas da organização, com ênfase nas funções internas. Entretanto, muitas vezes as firmas precisam ajustar seus processos internos nas implantações. Na visão de Davenport (1998), os pacotes ERP impõem sua lógica à estratégia, à estrutura e à cultura da empresa que os adquirem. Canhete (2004) argumenta que a adaptação da organização ao ERP pode resultar na substituição e abandono de processos ineficientes, mas pode também levar a adoção de processos indesejados.

Volkoff et al (2005) alegam que os sistemas de informação segundo o conceito de ERP são concebidos com base em processos padronizados extraídos das melhores práticas propostas pelos fornecedores dessas soluções. Para Zancul (2000), essa arquitetura é desenvolvida para possibilitar a aderência dos produtos a diversos tipos de organização, transformando-os, segundo Halevy (2005), em “formas de se fazer negócio”.

O objetivo inicial apontado por Davenport (1998) para pacotes ERP é o de resolver a fragmentação da informação das grandes empresas. Themistocleous et al. (2001) ratificam essa sentença com pesquisa que mostra que muitas delas buscaram esse tipo de solução para resolver problemas de integração. Entretanto, o mesmo trabalho sublinha que a necessidade de integração aumentou com o andamento dos projetos de implantação, já que os sistemas de informação que já existiam em parte não puderam ser substituídos.

As definições encontradas na literatura para o conceito de ERP se dividem entre o lado da integração de sistemas e o de dados. Adotando o contexto da integração com foco nos dados, Zancul (2000) os trata como sistemas compostos por um amplo escopo de funcionalidades e pela integração dos dados da empresa. Themistocleous et al. (2001) definem que eles são compostos por módulos conectados entre si que propiciam integração pelo compartilhamento de dados.

Com a visão direcionada à integração de sistemas, Hehn (1999) considera os pacotes ERP como uma coleção de sistemas. Themistocleous et al. (2001), apesar de terem fundamentado sua definição em premissas da integração de dados, misturam em sua pesquisa ERP e EAI (*Enterprise Application Integration*) sem ter o cuidado de distinguir bem dois os conceitos.

Um dos motivos que podem levar a essa “divisão” de opiniões é a composição desses sistemas de informação em módulos. Apesar das áreas de negócio contempladas serem relacionadas entre si, esses conjuntos de funcionalidades mantêm certa independência. O conceito de ERP está tratado no trabalho dentro da parte de integração de dados porque a unificação das bases de dados e padronização dos modelos de dados proporcionadas são características intrínsecas e marcantes.

Considerando o escopo, a estratégia de implantação de pacotes de ERP pode ser caracterizada de três formas segundo Lee et al. (2003): intensiva, quando o pacote é aplicado por completo; *vanilla*, quando se adota aquilo que é estritamente necessário; e meio-termo.

Em alguns casos, as organizações não partem para a instalação completa dos pacotes, adotando as melhores soluções de diferentes fornecedores para cada tipo de problema. Esse tipo de estratégia é chamado pelos autores de “*best of breed*” (LEE et al., 2003; SPROUT, 2000; SCHEER e HABERMANN, 2000;

DAVENPORT, 1998). Davenport (1998) defende que esse caminho trouxe bons resultados para seus seguidores, mas Themistocleous (2000) argumenta que ele pode intensificar a necessidade de integração por causa dos sistemas de informação que não são substituídos.

Lee et al (2003) citam dois modos de implantação de pacotes ERP quanto ao método: “*big bang*”, quando todos os módulos são instalados de uma única vez, e em fases. Sprout (2000) levanta que muitas das organizações não são consistentes na concepção dos objetivos e da estratégia para esses produtos, o que, segundo Lee et al (2003), é um “caminho sem volta” em função dos altos custos decorrentes.

### **2.6.3.Data Warehouse**

Os *Data Warehouses* representam a forma de integração de dados mais fiel à sua definição, pois, segundo Bispo (1998), são repositórios de dados e dependem de modelos únicos para as entidades encontradas nas bases de dados. Para Wixon e Watson (2001), produtos segundo esse conceito provêm a infra-estrutura que integra dados de diferentes fontes e flexibiliza o acesso por usuários e aplicações já existentes ou mesmo futuras (WIXON e WATSON, 2001).

A definição de Gardner (1998) surpreende ao remeter à existência de um processo para reunião de dados de múltiplas fontes, obtendo-se uma visão única de parte do negócio ou de seu todo. Wixon e Watson (2001) se referem a um repositório único, que possa ser usado por analistas e gestores como base de apoio para a tomada de decisões.

Encontramos aplicações desse conceito com diversos fins. Em geral, vemos iniciativas com foco no relacionamento com o cliente, visando construir um arcabouço de dados para ferramentas de CRM (*Customer Relationship Management*) e de BI (*Business Intelligence*) (SWIFT, 2000).

Wixon e Watson (2001) ressaltam que os *Data Warehouses* não devem ser confundidos com sistemas de informação. A definição de Gardner (1998) é bem explícita ao tratá-lo como um processo, e não como um produto. Mostra-se a discordância nos discursos encontrados na literatura.

Bispo (1998) elenca uma série de ferramentas que auxiliam no bom uso do conceito. Além dos sistemas gerenciadores de bancos de dados, responsáveis pelo seu armazenamento, são necessárias funções de extração dos dados, refinamento e limpeza, transferência e replicação, gerenciamento e administração das ferramentas envolvidas, gerenciamento de consultas e de relatórios e um repositório de metadados (BISPO, 1998).

Para que a massa de dados seja útil, ela deve estar disposta de modo ordenado e sem inconsistências. A qualidade dos dados é imprescindível para o suporte adequado às operações (WIXON e WATSON, 2001). Gardner (1998) ressalta que uma das primeiras dificuldades a serem contornadas em projetos de *Data Warehouse* é a distinção entre dados operacionais e analíticos. A dinâmica do ambiente de *Data Warehouse* pode gerar resultados bem diferentes com mínimas variações nas consultas, confundindo usuários menos preparados (BISPO, 1998; INMON, 1996).

A implantação de *Data Warehouses* nas firmas requer uma preparação cuidadosa. Wixon e Watson (2001) argumentam que são envolvidas grandes somas para investimento, os projetos têm longa duração e, em grande parte, não atingem os objetivos almejados. Para os mesmos autores, muitos dos problemas técnicos enfrentados são oriundos do elevado número de sistemas de informação que acessam os dados, a heterogeneidade das fontes, o grande volume de dados e as complicadas transações realizadas com eles. Torna-se, assim, ainda mais importante obedecer às premissas em torno da integração de dados, como a rigidez na gestão de modelos de dados (GOODHUE et al, 1992).

Gardner (1998) aponta cinco razões primárias para fracasso de projetos de *Data Warehouse*: falta de parceria entre grupo técnico e de analistas de negócio, arquitetura de *Data Warehouse* incorreta, falta de experiência da equipe, planejamento mal concebido e equipamento insuficiente.

O mesmo autor também cita cinco requisitos para o sucesso: alto apoio do nível executivo, identificação de problemas específicos a serem resolvidos, planejamento bem definido, aplicação de tecnologia dominada e preparação eficiente da equipe. Watson et al. (2002) mencionam alguns outros motivos, dos quais destacamos a disseminação de um senso de urgência em torno do projeto, a indicação clara dos benefícios almejados e a institucionalização da mudança.

#### 2.6.4. As diferentes abordagens da literatura

Os trabalhos consultados na revisão da literatura abordam a integração de dados através de pontos de vista distintos. Alguns dão destaque à influência no negócio da empresa, outros analisam as transformações organizacionais que são decorrentes e a maioria se concentra no aspecto tecnológico.

Assim, três enfoques podem ser tomados para a interpretação das considerações encontradas: o **Negócio**, que consiste na interação entre a organização e o ambiente externo através da integração; a **Organização**, que remete à própria estrutura organizacional e sua relação com a informação; e o **Tecnológico**, que se refere à tradução técnica para as questões levantadas nos outros enfoques.

Complementando a contextualização da análise, selecionaram-se categorias para auxiliar na disposição no tempo dos pontos considerados.

Ao estabelecer a categoria de **Requisitos**, a intenção é reunir ações que devem ser realizadas e marcos a serem alcançados para a implantação de soluções de integração. Nesse item são feitas alusões a questões de custo, tempo e recursos importantes para a execução de uma estratégia orientada à integração.

As duas categorias restantes estão relacionadas a efeitos e conseqüências que são enfrentados pelas organizações ao buscar a integração para melhorar o seu desempenho. **Benefícios** são os proveitos que a empresa almeja obter com essas iniciativas. Em contrapartida, a coluna de **Custos** atenta para as dificuldades e prejuízos que podem surgir, além de indicar alguns riscos que devem ser mitigados.

A Tabela 1 retrata a compilação segundo esse método do resultado da revisão da literatura para a integração de dados. Destaca-se que a idéia não é concluir se estratégias baseadas na integração de dados são as mais adequadas para proporcionar o compartilhamento eficiente da informação organizacional, mas prover subsídios para os gestores verificarem a sua aderência à situação que querem tratar.

### **2.6.5. Síntese das abordagens sobre a integração de dados**

Dentre os requisitos, encontraram destaque a maior necessidade de apoio da alta gerência e de governança (WIXON e WATSON, 2001; GARDNER, 1998; EVGENIOU, 2002). Apesar do termo “governança” não ter sido citado em nenhum dos artigos relacionados à integração de dados, esse conceito é sugerido quando se menciona a imprescindibilidade de uma autoridade central para controle dos aspectos lógicos dos dados (GOODHUE et al., 1992; HALEVY, 2005), a mudança no processo de desenvolvimento de software e a criação de uma “linguagem comum” a toda a organização para seus dados (GOODHUE et al., 1992).

Para Lee et al (2003), tomar uma decisão de implantar soluções baseadas na integração de dados requer uma avaliação cuidadosa em virtude dos altos custos financeiros e organizacionais decorrentes.

O ganho central proposto na maior parte dos trabalhos consultados é aperfeiçoar o acesso à informação para melhora na tomada de decisão (GOODHUE et al., 1992; EVGENIOU, 2002; WIXON e WATSON, 2001).

Esse benefício é explicitado em diversas “promessas” pelos autores: ganho de controle e visibilidade em relação à informação (EVGENIOU, 2002), redução da sua fragmentação (DAVENPORT, 1998; SUTHERLAND e VAN DEN HEUVEL, 2002), aumento da coordenação nas ações e da comunicação entre as unidades de negócio (GOODHUE et al., 1992), redução da incerteza e da chance de equívocos (GOODHUE et al., 1992) e possibilidade de rastreamento de respostas em função de eventos e processos (GARDNER, 1998).

De maneira inversa, o maior custo oriundo da implementação da integração de dados gira em torno da perda de flexibilidade (SUTHERLAND e VAN DEN HEUVEL, 2002; EVGENIOU, 2002; GOODHUE et al., 1992; LEE et al., 2003; DAVENPORT, 1998). Evgeniou (2002) argumenta que as unidades de negócio têm de sujeitar a informação pela qual são responsáveis às definições estabelecidas para toda a organização, podendo, assim, ficar engessadas em suas especificidades.

Alguns pontos mencionados são causas da diminuição da flexibilidade: dificuldade em implementar a integração de dados entre unidades de negócio

muito diferentes (EVGENIOU, 2002), demanda pela concordância entre um número maior de *stakeholders* para novas definições (GOODHUE et al., 1992) e maior interdependência dos sistemas de informação da organização pela obediência às definições estabelecidas para os dados (EVGENIOU, 2002).

Se bons princípios de governança de TI não são inculcados na organização, o aumento do tamanho e da complexidade dos sistemas pela implantação da integração de dados pode trazer maiores dificuldades para a modificação dos sistemas de informação no caso de alterações na semântica dos dados (HEVNER et al., 2004; CANHETE, 2004). Florescem questões quanto à escalabilidade (HALEVY, 2005) e ao aumento de incidência de problemas técnicos e de manutenção (GOODHUE et al., 1992; SPROTT, 2000; WIXON e WATSON, 2001).

Não há consenso sobre os benefícios e custos de soluções de integração de dados. Na contramão dos benefícios encontrados na literatura, Sutherland e van den Heuvel (2002) intuem que há perda de produtividade com projetos de soluções baseadas na integração de dados.

Davenport (1998) declara que a utilização de pacotes de ERP traz maior liberdade de ação à organização pela maior disponibilidade de informação oriunda da integração de dados proporcionada com a unificação das bases, opondo-se ao princípio da perda de flexibilidade defendido em alguns trabalhos (GOODHUE et al., 1992; SUTHERLAND e VAN DEN HEUVEL, 2002; EVGENIOU, 2002). Bhatt e Trout (2005) também alimentam a contradição, ao suporem que a integração de dados permite novas formas de trabalho pela gestão de múltiplas tarefas em paralelo.

No enfoque técnico, Wixon e Watson (2001) atestam que a integração de dados provê flexibilidade, ao facilitar o acesso aos dados por usuários e aplicações existentes e futuras.

Nota-se com surpresa que não há nenhuma referência a requisitos ligados ao enfoque do negócio para a integração de dados. A transformação estrutural pela qual a empresa pode passar implica em cuidados com os clientes e fornecedores, já que as conseqüências previstas podem exercer influência no relacionamento com eles. Além disso, a integração pode ser, às vezes, imposta pelos próprios parceiros (TRUMAN, 2000; CHWELOS et al, 2001).

O uso de uma “linguagem comum” (GOODHUE et al., 1992) é fundamental, pois é importante que os dados representem adequadamente o negócio e tenham consistência semântica para toda a organização. Entretanto, pouca atenção foi dada na literatura à necessidade de seu conhecimento pela área de TI em geral.

O desempenho das aplicações integradas através dos dados não foi citado em nenhum artigo encontrado. Imagina-se que, quando adequadamente desenhado, o acesso às informações direto à camada de dados seja mais rápido do que quando utilizamos meios com um nível maior de abstração.

No tocante à relação do tema com a estratégia organizacional, a tipologia de Porter (1986) pode ser útil para interpretar o alinhamento de TI. Quando nos referimos à perda de flexibilidade que a integração de dados nos impõe (SUTHERLAND e VAN DEN HEUVEL, 2002; EVGENIOU, 2002; GOODHUE et al., 1992; LEE et al., 2003; DAVENPORT, 1998), podemos ter maiores dificuldades em executar uma estratégia baseada na diferenciação, pois a empresa teria problemas em se desvencilhar de normas mais rígidas (GOODHUE et al., 1992; EVGENIOU, 2002) para atender aos clientes.

Analogamente, ao pensarmos nos altos custos iniciais de investimentos exigidos (LEE et al., 2003), pode surgir uma incoerência na implementação de estratégias de liderança ou com foco em custo se as economias não forem vislumbradas e obtidas em um espaço de tempo determinado.

Enfoque/ Categoria	Requisitos	Benefícios	Custos
<b>Negócio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prontidão deve ser própria de todas as partes envolvidas para a integração (CHWELOS et al, 2001)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganho de controle e visibilidade para identificação de problemas (EVGENIOU, 2002)</li> <li>• Aumenta a coordenação das ações (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• Melhora a comunicação entre as unidades de negócio (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• Melhora a tomada de decisão (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• Reduz incerteza e chance de equívocos (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• Maior velocidade no acesso às informações integradas (fontes únicas)</li> <li>• Permite a identificação de regras por iniciativas de Data Mining sem tratamento dos dados (INMON, 1996)</li> <li>• Permite compreender a razão e a forma como determinadas respostas são obtidas a partir de eventos e processos (GARDNER, 1998)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perda de produtividade (SUTHERLAND e VAN DEN HEUVEL, 2002)</li> <li>• Perda de flexibilidade (SUTHERLAND e VAN DEN HEUVEL, 2002; EVGENIOU, 2002)</li> <li>• Perda de flexibilidade e autonomia das unidades (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• Inviabilidade de desistência por custos altos iniciais de investimento (LEE et al., 2003)</li> <li>• Ineficiência em alguns casos para acesso à informação em tempo real</li> <li>• Dificuldade de adoção de estratégias baseadas na diferenciação pela perda de flexibilidade</li> <li>• Dificuldade de adoção de estratégias com foco em custo pelos altos investimentos necessários</li> </ul>
<b>Organização (estruturais)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinação de autoridade central para controle dos aspectos lógicos dos dados (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• Criação de áreas de administração de dados e O&amp;M (HALEVY, 2005)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite novas formas de trabalho pela possibilidade de gestão de múltiplas tarefas em paralelo (BHATT e TROUT, 2005)</li> <li>• Resolve fragmentação da informação das firmas (DAVENPORT, 1998; SUTHERLAND e VAN DEN HEUVEL, 2002)</li> <li>• Direciona as ações dos funcionários e a cultura (DAVENPORT, 1998)</li> <li>• Provê maior liberdade de ação pela maior disponibilidade de informação (DAVENPORT,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior complexidade na atualização dos sistemas com mudanças na organização e a conseqüente obsolescência das definições anteriores de entidades de dados (HEVNER et al., 2004, CANHETE, 2004)</li> <li>• Questões de escalabilidade em função do aumento da complexidade (HALEVY, 2005);</li> <li>• Aumento da incidência de problemas técnicos em virtude do crescimento do</li> </ul>

Enfoque/ Categoria	Requisitos	Benefícios	Custos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação de “linguagem comum” (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• Suporte gerencial (WIXON e WATSON, 2001; GARDNER, 1998; EVGENIOU, 2002)</li> </ul>	<p>1998)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garante consistência semântica independente de tempo, usuário ou sistema (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• A utilização de EDI reduz a necessidade de esforço de administração (TRUMAN, 2000)</li> </ul>	<p>volume de dados acessado, do número de usuários e da complexidade das operações (WIXON e WATSON, 2001)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconstrução dos processos para adoção daqueles padronizados por ERP (LEE et al., 2003)</li> <li>• Mais difícil quando implementada entre unidades de negócio muito diferentes (EVGENIOU, 2002)</li> <li>• Demanda concordância entre um número maior de <i>stakeholders</i> para definições (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• Altos custos financeiros e organizacionais em virtude do tamanho dos projetos (LEE et al., 2003; HALEVY, 2005)</li> </ul>
<b>Tecnológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudança no processo de desenvolvimento de sistemas (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• Disseminação dos modelos e padrões de dados pela organização</li> <li>• Mapeamento das bases de dados dos sistemas</li> <li>• Conhecimento das estruturas internas e processos dos sistemas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminui esforços redundantes (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• Diminui ciclos de desenvolvimento</li> <li>• Usuários não precisam conhecer a disposição dos dados nas bases (CODD, 1970)</li> <li>• Reduz custos de desenvolvimento ao diminuir esforços redundantes (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• Flexibiliza o acesso por usuários e aplicações existentes e futuras (WIXON e WATSON, 2001)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior acoplamento (obediência às entidades definidas) (EVGENIOU, 2002)</li> <li>• Dificuldade com sistemas que não expõem suas bases</li> <li>• Aumento do tamanho e complexidade dos sistemas (GOODHUE et al., 1992)</li> <li>• Aumenta necessidade de integração com outras aplicações</li> <li>• Dificuldade de manutenção (GOODHUE et al., 1992; SPROTT, 2000)</li> </ul>

Tabela 1: Painel sobre integração de dados

## 2.7.Integração de sistemas

### 2.7.1.Lacunas deixadas pela integração de dados

As soluções de integração de dados, conforme ilustrado pela Tabela 1, geraram, além dos benefícios almejados, algumas conseqüências indesejadas. A perda de flexibilidade (SUTHERLAND e VAN DEN HEUVEL, 2002; EVGENIOU, 2002; GOODHUE et al, 1992), a maior interdependência e a complexidade dos sistemas de informação (EVGENIOU, 2002; GOODHUE et al, 1992; SPOTT, 2000) se opõem à necessidade de agilidade para reagir às constantes mudanças do ambiente.

Em muitos casos, segundo alguns autores, as soluções ligadas ao conceito de integração de dados aumentavam a demanda de integração, como na instalação de pacotes ERP (LEE et al, 2003, THEMISTOCLEOUS et al, 2001; SPOTT, 2000). Spott (2000) menciona que alguns fornecedores de software também olharam para essa questão e, tentando resolvê-la, estimularam outras empresas do ramo de TI a construir componentes acessórios para disponibilizar funcionalidades do próprio ERP a outras aplicações.

### 2.7.2.Construtos para a integração de sistemas

A literatura oferece alguns construtos que podem ser úteis para entender melhor o conceito de integração de sistemas e no que ele consiste na prática.

Hasselbring (2000) propõe uma matriz para a integração, onde duas dimensões são declaradas, com três graus cada: a *integração vertical*, que corresponde ao nível de abstração (quão próxima camada de software está de nossa compreensão usual ou da linguagem computacional), e a *horizontal*, referente ao escopo do processo integrado.

Para a integração vertical, temos os níveis de *camadas de negócio*, *aplicação* e *tecnologia*, utilizando um sentido decrescente de abstração. Para a horizontal, partimos da *integração de camadas de software de níveis diferentes de abstração* (ex: camada de aplicação com o banco de dados), passando pela

*integração de aplicações da própria empresa e atingindo a integração dos processos interorganizacionais.*

Bhatt e Trout (2005) propõem um construto composto por três dimensões: integração de dados, conectividade da rede de comunicação e flexibilidade da rede de comunicação. As duas primeiras dimensões correspondem às definições de integração de dados (Goodhue et al, 1992) e de interoperabilidade (IEEE, 1990) utilizadas no trabalho.

A flexibilidade da rede de comunicação consiste na parte *soft* do construto, referindo-se ao grau de utilização de padrões e protocolos comuns ao mercado para a comunicação entre sistemas de informação (BHATT e TROUT, 2005). Alguns desses padrões são propostos por consórcios de âmbito internacional (como IEEE e ISO) e outros, promovidos pelos grandes fornecedores de software.

Chari e Seshandri (2004) mencionam três camadas de integração: o nível de transporte, correspondente à transmissão de arquivos ou replicação de dados entre aplicações; o nível de padronização de dados, que remete à definição utilizada no trabalho para integração de dados (Goodhue et al, 1992); e o nível de processos, com a coordenação das transações entre as aplicações.

### **2.7.3. Aspectos humanos da integração**

Para obter agilidade e a flexibilidade, não basta que nos foquemos na parte técnica da integração de sistemas. O conceito não se limita à conexão das aplicações, abrangendo também aspectos humanos.

Assim como na integração de dados, a literatura sobre a integração de sistemas evidencia a necessidade de controle e gestão da estrutura da integração. Governança é um termo extensamente citado e defendido, como, por exemplo, por Thompson (2006) e Marks e Bell (2006).

Lee et al (2003) propõem que responsabilidades devem ser definidas para a equipe. Se cada sistema de informação tem o seu papel dentro da estrutura da organização, conforme sugerido por Marks e Bell (2006), o mesmo deve acontecer para as pessoas na arquitetura de sistemas de informação.

Fazer com que a organização pense mais em processos e menos em funções pode tornar imprescindíveis transformações organizacionais e comportamentais

(HEVNER et al, 2004; LEE et al, 2003). Além dos dilemas pessoais que podem fazer com que profissionais não reajam positivamente quanto às mudanças ligadas à implementação de soluções de integração, Robbins (2002) trata alguns pontos importantes do ponto de vista organizacional. A inércia estrutural e de grupo e o foco limitado podem estar ligados à falta de traquejo com a visão de processos. Hevner et al (2004) e Lee et al (2004) falam da imposição de novas formas de trabalho em decorrência dessa mudança para os analistas, que podem não recebê-las com muito prazer.

A segurança ganha importância, principalmente quando levamos em consideração o aumento do volume de comunicação eletrônica e, em consequência, das invasões empreendidas por *hackers* nas aplicações das empresas (MASSETI e ZMUD, 1996; ALBRECHT, 2004). As organizações se tornam mais vulneráveis a ataques em sua rede de computadores ao buscar a integração eletrônica com parceiros externos. Albrecht (2004) defende que, por esse motivo, as organizações devem encontrar um equilíbrio entre o desejo de integrar seus sistemas de informação com os de *stakeholders* externos e a necessidade de proteção.

#### **2.7.4.A evolução da integração de sistemas**

Nickerson (2006) alerta que é importante acompanharmos os conceitos de arquitetura de software porque eles podem traduzir a evolução de ferramentas e metodologias dedicadas à integração.

Sutherland e van den Heuvel (2002) desenvolveram um diagrama, exibido na Figura 2, onde é mostrada a evolução da prática sobre integração de sistemas. A partir de 1970, quando predominavam transferências programadas de dados (ou *batch*), geralmente compostas pela transmissão de informações armazenadas em arquivos ou bancos de dados, as integrações foram se tornando mais “independentes” das aplicações a que estavam ligadas.

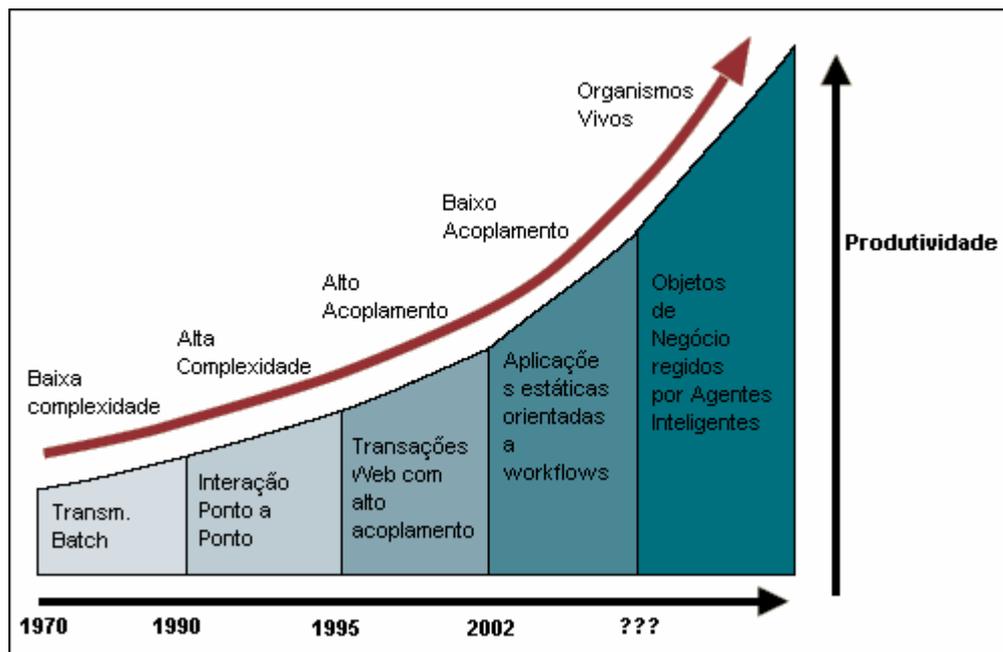


Figura 2: Evolução da integração de aplicações das empresas (adaptado de SUTHERLAND e VAN DEN HEUVEL, 2002).

O gráfico sugerido por Sutherland e van den Heuvel (2002) exhibe cinco fases. A primeira delas, composta pelas transmissões *batch*, corresponde ao início do software corporativo. Com o aumento da complexidade dos sistemas, interações ponto a ponto (entre dois sistemas, de forma direta) foram sendo implementadas para atender às necessidades de informação que surgiam nas organizações. Em seguida, com o advento da Internet, transações Web começaram a ser utilizadas para esse fim, mas os padrões utilizados continuavam a gerar forte interdependência entre as aplicações. Tal problema seria focado no quarto estágio sugerido pelos autores, onde se encaixariam propostas como SOA. Sutherland e van den Heuvel ainda vislumbram um momento onde os sistemas de informação terão a capacidade de se adaptar automaticamente ao ambiente.

A preocupação com a interdependência dos sistemas de informação na arquitetura das organizações é presente em grande parte das propostas. Plataformas frequentemente utilizadas no mercado, como CORBA, J2EE e .NET, permitem que se desenvolvam sistemas de informação sem a necessidade de conhecimento de detalhes de comunicação de rede, banco de dados e sistemas operacionais (SIEGEL, 1998; KON et al, 2002; STAL, 2002). Outros autores ainda falam da busca da independência de linguagens de programação, proposta

em padrões como os *Web Services* (FERRIS e FARREL, 2003; ELFWING et al, 2002).

Pressman (2002) esboça a evolução da arquitetura de sistemas através de uma taxonomia composta por cinco tipos: centrada em dados, em fluxo de dados, “chamada e retorno”, orientada a objeto e em camadas. Os dois primeiros tipos estão relacionados ao que já foi tratado para a integração de dados.

Percebe-se, contudo, que uma nova modalidade de arquitetura de sistemas, orientada a serviços, vem ganhando a atenção de praticantes (THOMPSON, 2006; SINUR, 2006; MARKS e BELL, 2006) e de trabalhos acadêmicos (PAPAZOGLU e GEORGAKOPOULOS, 2003; FERRIS e FARREL, 2003; CURBERA et al, 2003; STAL, 2002; ELFWING et al, 2002).

Na carona de SOA, um padrão de comunicação vem sendo considerado pelos grandes fornecedores como o assunto do futuro (STAL, 2002): os *web services*. Ferris e Farrel (2003) ressaltam a praticidade de sua utilização, pois suas interfaces podem ser definidas, descritas e dispostas através de arquivos texto e padrões próprios da *Internet* (FERRIS e FARREL, 2003).

### **2.7.5. Estratégia e conseqüências da integração de sistemas**

Gokhale et al (2003) listam, apesar de não contarem justificativas consistentes, a desregulamentação de setores da economia e a maior pressão competitiva como fatores que estimulam as organizações a procurar pacotes de software de prateleira para atender às necessidades do seu negócio. Está montado o “quebra-cabeça” de sistemas, que exige um melhor encaixe entre as peças para exibir a “figura correta”.

Por outro lado, a construção dos sistemas de informação com base em processos possibilita a escolha de componentes de software segundo a estrita necessidade da empresa. Stal (2002) destaca a importância dessa ação, argumentando que a heterogeneidade da arquitetura de sistemas de informação não deve ser removida, mas gerida de forma eficiente para que traga diferencial competitivo.

Bhatt e Trout (2005) ressaltam que o mapeamento dos processos e a identificação dos mais críticos são passos fundamentais para que o benefício total

da integração seja alcançado. Themistocleous et al (2001) argumentam que a integração de sistemas incorpora funcionalidades de múltiplas aplicações, levando a lógica do negócio à rede formada pelos sistemas. Puschmann e Alt (2001) falam da elevação da integração de sistemas a um nível mais pragmático, quando se abandona o foco na interconexão de sistemas de informação em prol de uma visão de serviços.

A implementação dos processos através da conjunção de pacotes de software adquiridos ou desenvolvidos segundo a necessidade da organização leva à concepção de uma estrutura de sistemas de informação única e de difícil imitação. Segundo o arcabouço VRIO de Barney (2001), se essa arquitetura de sistemas de informação agregar valor ao negócio, a organização adquire uma fonte de vantagem competitiva sustentável.

A heterogeneidade dos parques de sistemas de informação das organizações pode ser identificada por diversos fatores, como a utilização de diferentes tecnologias, dispositivos, sistemas operacionais, soluções de *middleware*, paradigmas de comunicação, tecnologias de interface, formatos de dados e documentos (STAL, 2002) e arquiteturas (GARLAN, 2000).

Alguns autores enaltecem os benefícios que a construção de uma estrutura consistente de integração proporciona. Chwelos et al (2001) apontam para a redução nos custos de comunicação, o aprimoramento da transferência de informação, a possibilidade de reengenharia dos processos de negócio e o apoio à integração da cadeia de valor. Lee et al (2003) mencionam que essa visão de integração de aplicações conduz a um enfoque orientado ao negócio a partir do mapeamento de processos, sem a necessidade de uma reengenharia tecnológica, incorrendo em menores custos com menos programação.

A proposta em torno da arquitetura orientada a serviços (SOA) visa proporcionar uma estrutura que garanta esses benefícios. Outros pontos positivos são citados na literatura com a sua utilização: suporte a processos compostos, baixo acoplamento entre aplicações, atendimento de grande volume de transações, compatibilidade com enfoque *best of breed* (aproveitar os sistemas de informação e seus componentes que sejam mais adequados para uma determinada necessidade), flexibilidade em arquiteturas de TI heterogêneas, redução nos custos de implementação e de manutenção de aplicações e maior agilidade na integração

de *stakeholders* externos pela facilitação da aplicação de pacotes de software (PUSCHMANN e ALT, 2001; ELFWING et al, 2002; FERRIS e FARREL, 2003; MARKS e BELL, 2006).

Papazoglou e Georgakopoulos (2003) argumentam que a mudança para a visão de processos e da integração de sistemas pode ser dada de forma gradual, sendo, assim, menos traumática. Ao tomar essa direção, Marks e Bell (2006) exaltam a maximização do valor dos sistemas de informação já existentes. Para os autores, pode ser desvantajoso substituí-los por motivos financeiros e de outras naturezas, como resistência e despreparo da equipe de TI e relação com fornecedores.

Entretanto, nem sempre os gestores e as organizações em geral têm em mente um planejamento sólido para a integração. Se esse movimento não é feito de forma consistente, a conexão dos diferentes níveis dos processos de negócio pode criar problemas com maior complexidade, já que aumentamos a quantidade de relacionamentos entre a informação e a organização (VOLKOFF et al, 2005).

Bhatt e Trout (2005) discorrem sobre o aspecto mais diretamente relacionado ao negócio, indicando que a integração de sistemas ajuda a alcançar agilidade para responder à necessidade dos clientes, a entregar eficientemente produtos e serviços e a dinamizar as iniciativas de melhora dos processos de negócio.

Hasselbring (2000) cita três campos de problemas decorrentes da integração de sistemas: a autonomia, pois é exigida uma participação de um maior universo de pessoas para decisões a esse respeito, a heterogeneidade e a distribuição, já que as aplicações podem, por definição, estar disponíveis em qualquer lugar. Segundo Volkoff et al (2005), a integração se torna ainda mais difícil e com menos benefícios quando é realizada entre unidades de negócio muito diferentes.

#### **2.7.6. Síntese das abordagens sobre a integração de sistemas**

Analogamente ao que foi feito sobre a integração de dados, montou-se um quadro composto pelas mesmas dimensões, categoria e enfoque, sobre a integração de sistemas. A Tabela 2 resume os achados.

Assim como na revisão sobre a integração de dados, os requisitos no âmbito do negócio para a integração de sistemas também não atraem grande atenção dos pesquisadores. O único comentário relevante se refere à necessidade de prontidão das partes para a integração (CHWELOS et al, 2001).

Quanto ao enfoque organizacional sobre os requisitos, a atenção se volta à visão de processos. É preciso mapeá-los (LEE et al, 2003; SINUR, 2006, MARKS e BELL, 2006), identificar os mais críticos à organização (BHATT e TROUT, 2005) e fomentar as mudanças organizacionais e comportamentais para essa nova forma de trabalho (HEVNER et al, 2004; LEE et al, 2003).

Os benefícios sugeridos para o enfoque de negócio concentram-se no ganho de agilidade e dinamismo (BHATT e TROUT, 2005; MARKS e BELL, 2006; LEE et al, 2003; PUSCHMANN e ALT, 2001; ELFWING et al, 2002; FERRIS e FARREL, 2003; MARKS e BELL, 2006). A facilidade na utilização de recursos de *outsourcing* também pode trazer benefícios (THOMPSON, 2006), pois incorrer em menores custos e ser útil para o desenvolvimento aplicações sem fins estratégicos.

Os custos se concentram nas conseqüências da mudança para um paradigma de integração baseado em processos (LEE et al, 2003; SINUR, 2006, MARKS e BELL, 2006; BHATT e TROUT, 2005), como as mudanças organizacionais e comportamentais decorrentes (HEVNER et al, 2004; LEE et al, 2003). Também ganha destaque a preocupação com a segurança do parque de sistemas de informação, que pode ser afetada em função da maior comunicação externa (ELFWING et al, 2002; ALBRECHT, 2004).

Não há menção a problemas do negócio. Fica a dúvida se a busca de flexibilidade e a instalação de mecanismos rígidos de governança não trazem conseqüências ao relacionamento da empresa com seus parceiros externos.

Ademais, benefícios como a entrega incremental de aplicações (THOMPSON, 2006) e a independência de local, plataforma, sistema operacional e rede para a utilização de componentes de software (SIEGEL, 1998; KON et al, 2002; FERRIS e FARREL, 2003; ELFWING et al, 2002) estão intrinsecamente ligados às premissas técnicas da integração de sistemas.

A Tabela 2 exhibe uma síntese dos pontos encontrados.

Enfoque/ Categoria	Requisitos	Benefícios	Custos
<b>Negócio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prontidão deve ser própria de todas as partes envolvidas para a integração (CHWELOS et al, 2001)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuda a desenvolver produtos com maior qualidade (BHATT e TROUT, 2005)</li> <li>• Ajuda a alcançar agilidade para responder às necessidades dos clientes (BHATT e TROUT, 2005; MARKS e BELL, 2006; LEE et al, 2003; PUSCHMANN e ALT, 2001; ELFWING et al, 2002; FERRIS e FARREL, 2003; MARKS e BELL, 2006)</li> <li>• Dinamiza iniciativas de melhora dos processos de negócio (BHATT e TROUT, 2005)</li> <li>• Permite uma orientação ao negócio a partir do mapeamento dos processos (LEE et al, 2003)</li> <li>• Facilidade para <i>outsourcing</i> (THOMPSON, 2006)</li> <li>• Dificuldade de imitação pela composição única dos processos como vantagem competitiva</li> </ul>	
<b>Organização (estruturais)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeamento de processos (LEE et al, 2003; SINUR, 2006, MARKS e BELL, 2006)</li> <li>• Identificação e transformação de processos críticos (BHATT e TROUT, 2005)</li> <li>• Mudanças organizacionais e comportamentais (HEVNER et al, 2004; LEE et al, 2003)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provê maior flexibilidade para integrar processos da empresa e entre organizações (PUSCHMANN e ALT, 2001)</li> <li>• Permite a integração de <i>stakeholders</i> externos com aplicações de pacotes de software (PUSCHMANN e ALT, 2001)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custos inerentes à mudança de paradigma (THOMPSON, 2006)</li> <li>• Necessidades de investimentos de longo prazo em desenvolvimento (LEE et al, 2003)</li> <li>• Exigência de forte coordenação entre TI e áreas de negócio (LEE et al, 2003)</li> <li>• Gera problemas com maior complexidade (VOLKOFF et al, 2005)</li> </ul>

Enfoque/ Categoria	Requisitos	Benefícios	Custos
<b>Tecnológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Governança mais rígida (THOMPSON, 2006; MARKS e BELL, 2006)</li> <li>• Definição de papéis e responsabilidades (LEE et al, 2003)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega e promoção incrementais de aplicações (THOMPSON, 2006)</li> <li>• Clareza na arquitetura (THOMPSON, 2006)</li> <li>• Exige menos programação (LEE et al, 2003)</li> <li>• Permite a utilização de pacotes e componentes segundo a estrita necessidade da empresa (PUSCHMANN e ALT, 2001)</li> <li>• Leva a lógica de negócios à rede de aplicações (THEMISTOCLEOUS et al, 2001)</li> <li>• Flexibilidade para os componentes de software em relação a local, plataforma, sistema operacional e rede (SIEGEL, 1998; KON et al, 2002; FERRIS e FARREL, 2003; ELFWING et al, 2002)</li> <li>• Ligação dinâmica entre componentes (FARRIS e FARREL, 2003)</li> <li>• Padrões livres e independentes de plataformas (ELFWING et al, 2002)</li> <li>• Diminui custos de integração em longo prazo (CHARI e SESHADRI, 2004)</li> <li>• Coordenação e controle mais eficientes (PUSCHMANN e ALT, 2001)</li> <li>• Redução nos custos de implementação e manutenção de aplicações (PUSCHMANN e ALT, 2001)</li> <li>• Redução de ciclos de desenvolvimento (BHATT e TROUT, 2005)</li> <li>• Provê acesso uniforme a múltiplas bases de dados sem necessidade de carregá-las em um grande repositório (HALEVY, 2005)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infra-estrutura mais distribuída (THOMPSON, 2006)</li> <li>• Requer maior cuidado na manutenção;</li> <li>• Maior vulnerabilidade com a comunicação eletrônica (MASSETI e ZMUD, 1996; ALBRECHT, 2004; ELFWING et al, 2002)</li> <li>• Soluções proprietárias, de difícil utilização e sem boa comunicação entre si (STAL, 2002)</li> <li>• Padrões prematuros e incompletos (STAL, 2002) com escopo sobreposto e em constante transformação (CHARI e SESHADRI, 2004)</li> <li>• Proliferação de tecnologias (GOKHALE et al, 2002; MASSETI e ZMUD, 1996)</li> <li>• Possível perda de desempenho para os sistemas (PUSCHMANN e ALT, 2001)</li> </ul>

Tabela 2: Painel sobre integração de sistemas.

## 2.8. Integração entre organizações

Ao tratarem da rede de relacionamentos das organizações, Gulati et al (2000) destacam que ela pode ser composta por interações que atravessam as fronteiras de indústrias e países. Hasselbring (2000) levanta uma consequência desse fenômeno, ao mencionar a dificuldade em se definir quem gere a informação em um processo que pode envolver *stakeholders* externos.

Em virtude da busca de alianças com outras organizações, indicada por Barney (2001) como uma promissora fonte de vantagens competitivas sustentáveis, a dificuldade de controle e manuseio da informação pode se tornar maior. Se a integração se torna complicada quando engloba muitos envolvidos, conforme citado por Goodhue et al (1992), precisa-se de uma gestão mais apurada ao abranger parceiros externos.

A utilização de conceitos como a gestão da cadeia de suprimentos pode interferir nos sistemas de informação da organização e dos parceiros envolvidos. Masseti e Zmud (1996) desenvolveram uma pesquisa onde esse movimento já se mostrava forte, com foco na integração dos sistemas de informação da área de Compras das empresas com o de seus fornecedores.

Para algumas empresas, a integração de seus sistemas de informação com os de seus parceiros pode parecer estratégica. Entretanto, também pode se caracterizar como uma imposição por parte de quem envia o “convite” para participar da rede. Truman (2000) alerta sobre o uso por clientes e fornecedores do poder de barganha, conferido pelo contexto do negócio, para a imposição de soluções.

Chwelos et al (2001) apontam alguns fatores que mais influenciam na adoção da integração entre organizações, como a pressão competitiva, a pressão de parceiros, a confiança entre eles, o seu tamanho, os benefícios almejados e a capacidade para fazê-la. A Figura 3 fornece uma visão mais ampla do construto proposto pelos autores para estimar a intenção de uma organização em implementar um meio de integração eletrônica.

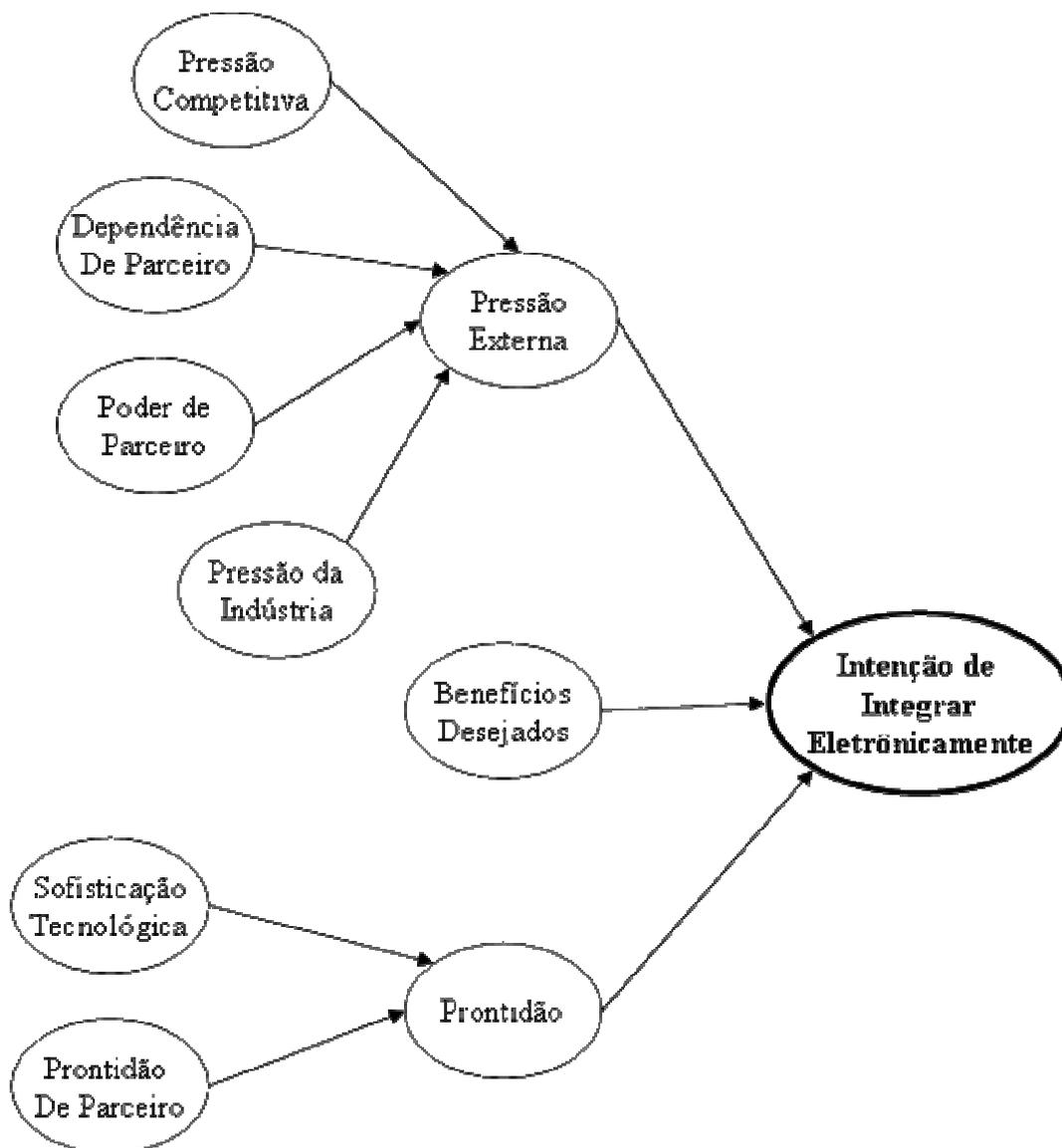


Figura 3: Construto de intenção de integração eletrônica (adaptado de Chwelos et al (2001))

## 2.9. Síntese da revisão de literatura

Notou-se ao longo da revisão da literatura uma falta de clareza para os conceitos que estão relacionados à integração. Essa é uma impressão que condiz com o cotidiano de TI, onde os praticantes e fornecedores não demonstram uma forte preocupação com a mistura de modelos e metodologias.

A confusão se reflete nos quadros que sintetizam os resultados da revisão sobre a integração de sistemas e de dados (Tabela 1 e Tabela 2). Alguns autores trazem opiniões contrastantes sobre as mesmas questões.

Ao abordarem a integração da informação das organizações, muitos dos artigos consultados não distinguiam a integração de sistemas e a de dados. Encontramos citações da integração de dados como parte da integração de sistemas (EVGENIOU, 2002; BHATT e TROUT, 2005) e a menção de padrões de integração de dados junto a produtos de integração de sistemas, sem uma distinção clara (SUTHERLAND e VAN DEN HEUVEL, 2002). A integração de dados foi também colocada como um dos segmentos de mercado atendidos por ferramentas de EAI (EVGENIOU, 2002), que, segundo o próprio significado da sigla (*Enterprise Application Integration*), trata da integração de aplicações.

A mistura entre a integração de sistemas e a de dados é ainda mais evidente na análise dos pacotes ERP. Esse conceito é definido tanto como uma coleção integrada de sistemas de informação que atendem a todas as necessidades de um negócio (HEHN, 1999) ou como um tipo de sistema caracterizado por um amplo escopo de funcionalidades e pela integração dos dados da empresa (ZANCUL, 2000).

As soluções podem carecer de qualidade por não serem concebidas mediante princípios claros. A ausência de consenso sobre as definições pode criar problemas de coordenação e de desobediência a padrões.

Encontra-se certo grau de prematuridade para o corpo teórico, que é dominado por trabalhos essencialmente técnicos. Ressente-se de mais estudos de caso, o que dá a impressão de que as empresas ainda estão “engatinhando” nesse caminho.

A literatura sobre a integração de sistemas e as tecnologias e metodologias correlacionadas apresentam um grau de maturidade inferior ao que encontramos para a integração de dados. A inconsistência dos discursos é ainda maior e poucos deles se aventuram a sair do óbvio.

Outro sintoma é a ausência de quaisquer considerações sobre custos arcados com a integração de sistemas sob o enfoque do negócio. A realização de estudos de caso no futuro poderá contribuir, mostrando conseqüências que ainda não percebemos. Será que, por exemplo, problemas de desempenho e segurança que tomam maior importância no contexto da integração de sistemas (ELFWING et al, 2002; ALBRECHT, 2004) não interferem no negócio?

Em grande parte dos trabalhos, os autores não se alongam muito em justificar os benefícios que defendem na implementação das soluções de integração. Não é mostrada nenhuma pesquisa ou evidência sobre, por exemplo, a diminuição de custos de integração em longo prazo (CHARI e SESHADRI, 2004) e de implementação e manutenção de aplicações (PUSCHMANN e ALT, 2001) e redução de ciclos de desenvolvimento (BHATT e TROUT, 2005).

Poucos trabalhos relacionaram explicitamente a integração de sistemas e dados à estratégia da empresa ou mesmo da área de TI. O trabalho de Bhatt e Trout (2005) foi uma exceção, consistindo em um estudo estatístico sobre a relação da estrutura integrada dos sistemas à gestão dos processos de negócio e ao foco no cliente.

A pesquisa de campo que também faz parte do presente trabalho auxiliará na visão do que temos atualmente na prática sobre o assunto.