

# **APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO - COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS GERENCIADORES DO NEGÓCIO (ERPS) E SISTEMAS DE EXECUÇÃO DA MANUFATURA (MES): CONDIÇÕES DE INTEGRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES**

## **CARLOS CAETANO DE ALMEIDA**

Doutorando em Engenharia Mecânica pela UNICAMP/FEM, Mestre em Engenharia Mecânica pela UNICAMP/FEM, Especialista em Projetos Mecânicos por Computador pela UNICAMP/CTC, Especialista em Gestão de Qualidade e Produtividade pela UNICAMP/CTC, Especialista em Automação Industrial pela UNICAMP/CTC, Especialista de Gestão em Administração Pública pela Universidade Federal Fluminense/UFF, Especialização de Gestão em Saúde Pública pela Universidade Federal Fluminense/UFF, Engenheiro de Controle e Automação (Mecatrônica) pela UNICAMP/FEM  
E-Mail: ccaetanoa@gmail.com

## **LUIZ FELIPE FERREIRA**

Diretor da DMF Consultoria. Professor e Coordenador do curso de Projetos Mecânicos da FATEC de Mogi Mirim. Formado em Administração de Empresas e Ciências Contábeis pela PUC Campinas. Mestre em Engenharia e Ciências dos Materiais pela USF de Itatiba. Pós-graduado em Administração da Produção e Materiais pela UNIMEP de Piracicaba.  
E-mail: lferreira55@uol.com.br

## **MARCIO ROBERTO LABIGALINI**

Doutorando em Engenharia Mecânica pela UNICAMP, Especialista em Desenvolvimento Gerencial para Universidades pela UNICAMP, Mestre em Wireless Systems & Related Technologies pela Politecnico Di Torino, Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá  
E-mail: labig@unicamp.br

## **ALENCAR JOSÉ DE OLIVEIRA SCAFI**

Administrador de Empresas, Pós graduado em Gestão Financeira Avançada e de Negócios, especialização em Finanças Corporativas pela Fundação Getúlio Vargas/D. Cabral, sócio proprietário de uma empresa de Consultoria Empresarial, Cursos, Treinamentos e Workshops, professor de educação profissional.  
E-mail: alencar.scafi@ig.com.br

## **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo a identificação das condições de integração de informações em Sistemas de Informação (SIs), especificamente quando se tem a composição de um Sistema Gerenciador de Negócios (ERP – *Enterprise Resource Planning*) e um Sistema de Execução de Manufatura (MES – *Manufacturing Execution System*). Além disso, visa efetuar uma análise dos mecanismos, dificuldades e benefícios que circundam a integração de sistemas, desde aplicativos internos (EAI) ou externos (B2B), incluindo o *Middleware* que faz essa tarefa, utilizando a XML

como padrão de integração na troca de documentos eletrônicos, e os *Web Services*; sendo que um dos fatores que explicam isso é a adoção de SOA (Arquitetura Orientada a Serviços) pelas empresas fornecedoras de Sistemas, pois devem construir serviços (como *web services*), os quais agrupam as funções discretas contidas em vários aplicativos. Obteve-se como resultado deste trabalho, um novo Indicador de Comunicação, que, em conjunto com o anterior, acredita-se que possa identificar o nível de integração entre sistemas.

**Palavras-chave:** Integração da Manufatura, Sistemas de Informação, ERP, MES, Automação e Comunicação.

## ABSTRACT

This paper aims to identify the information integration conditions in Information Systems (ISs), specifically when it has the composition of a Business Management System (ERP - Enterprise Resource Planning) and Manufacturing Execution System (MES - Manufacturing Execution System). In addition, it aims to make an analysis of the mechanisms, difficulties and benefits surrounding the integration of systems, from internal applications (EAI) or external (B2B), including middleware that makes this task using XML as a standard of integration in exchange electronic documents, and Web Services; and one of the factors that explain it is the adoption of SOA (Service Oriented Architecture) by suppliers of systems because must build services (such as web services), which bring together the discrete functions contained in multiple applications. Obtained as a result of this work, a new window communication, which together with the above, it is believed that can identify the level of integration between systems.

**Keywords:** Manufacturing Integration, Information Systems, ERP, MES, Automation and Communication.

## 1 - INTRODUÇÃO

Atualmente, a dependência de qualquer organização de SIs (Sistemas de Informação) tornou-se de tamanha importância, que não consegue mais ser competente e, por conseqüência, sobreviver sem esses Sistemas. Por isso, a integração entre os diversos sistemas utilizados, tornou-se imprescindível; tornando assim possível uma integração entre os diversos setores da organização, inclusive externamente a ela, de modo que todos os usuários, dentro de suas limitações e responsabilidades, podem se beneficiar das facilidades que proporciona, da agilidade dos processos e do fluxo de informações.

Segundo K.Laudon e J.Laudon (1999), com o crescimento no uso da informática, as

empresas, sejam elas de pequeno, médio ou grande porte, passaram a depender cada vez mais dos Sistemas de informação (SIs) para reagir aos problemas e oportunidades do mundo de negócios. Os resultados são visivelmente positivos: produtos de alta qualidade, serviços entregues nos prazos, precisão no armazenamento das informações, redução de custos, pequena carga de trabalho manual, aumento da produtividade, tomadas de decisões mais direcionadas e acertadas.

A necessidade pela troca de informações, sejam elas entre os indivíduos de um mesmo setor, ou entre diferentes setores de uma organização e também entre as organizações é uma realidade cada vez mais freqüente num mundo globalizado por diversas razões, como por exemplo: expor informações

de seus sistemas na Web, participar do mercado eletrônico, integrar sua cadeia de fornecedores e compartilhar informações comuns distribuídas entre suas bases de dados e sistemas corporativos ( LINTHICUM, 2003).

Porém, a tarefa de integrar sistemas de informação não é fácil. Isso porque os sistemas podem estar localizados de forma distribuída, armazenados em bases heterogêneas (estruturadas, semi-estruturadas e não-estruturadas), possuem SGBDs (Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados) diferentes, e ainda, no caso da integração entre organizações, aspectos como protocolo de roteamento, segurança, confiabilidade e garantia na troca de informações devem ser analisados.

Diante dessas informações, este trabalho visa identificar as condições necessárias para a Integração de Informações entre Sistemas de uma mesma organização, especificamente quando se utiliza ERP (Enterprise Resource Planning) e MES (Sistema de Execução de Manufatura). Além disso, procura abordar as tecnologias utilizadas, bem como as dificuldades e benefícios que circundam o processo de integração de sistemas. E por fim, elaborar uma proposta (ou modelo) para identificar matematicamente (ou metodologicamente) o grau de Integração entre SIs.

Com a popularização no uso da informática nas organizações e, conseqüentemente, o uso de SIs, a necessidade de comunicação entre esses sistemas, dentro de uma mesma empresa ou entre empresas, é uma realidade cada vez mais freqüente no mundo de TI (Tecnologia da Informação).

Somente a implantação de SIs, entretanto, não garante que o real valor dos sistemas sejam atingidos, pois dependem da integração entre eles.

Neste cenário, surgiu o interesse em estudar e analisar os passos que envolvem o processo de Comunicação entre sistemas (além da Automação), processo este conhecido como integração de sistemas EAI, quando se trata da integração entre sistemas internos, e B2B, quando se trata da integração entre sistemas externos.

O objetivo principal deste trabalho é a identificação das condições de integração de informações, aplicadas em Sistemas de

Informação (SIs); além disso, visa efetuar uma análise dos mecanismos, dificuldades e benefícios que circundam a integração de sistemas, desde aplicativos internos (EAI) ou externos (B2B).

### **Metodologia de desenvolvimento**

A metodologia a ser utilizada neste trabalho é baseada em pesquisa exploratória, pois objetiva que os assuntos relacionados à Integração entre SIs sejam analisados, de modo que se possa entender e identificar as condições necessárias para a integração de Informações. Após avaliar a documentação existente sobre os assuntos relevantes, é esperado que se chegue a determinadas conclusões, algumas delas amparadas nas hipóteses iniciais geradas.

Para alcançar os objetivos traçados, foram utilizados levantamento bibliográfico em livros, revistas, dissertações, artigos e sites da Internet, sobre o tema em questão, buscando analisar diferentes visões sobre os assuntos apresentados.

O foco das pesquisas era sempre direcionado levantamento teórico sobre a Integração de Sistemas: problemas, dificuldades, benefícios, vantagens e tecnologias utilizadas.

## **2 - REFERENCIAL TEÓRICO**

### ***SIs (Sistemas de Informação): Integração de Informações***

Segundo Giunchetti (2004), indiscutivelmente, ERP é hoje uma importante ferramenta para assegurar a competitividade das empresas.

Por outro lado, os benefícios advindos dos sistemas de automação de processos também já são conhecidos a bastante tempo, tais como: aumento de produtividade e de eficiência, redução de erros operacionais, melhoria nas condições de segurança e qualidade do produto, redução de custos e de mão de obra, dentre outros.

No entanto, mesmo em empresas onde existem esses dois sistemas é raro encontrar uma efetiva integração entre ambos.

Devido à complexidade e à importância do tema, diversos esforços têm sido feitos por associações, instituições de pesquisa, universidades, fornecedores de sistemas e usuários com o intuito de facilitar e promover essa integração, com resultados ainda distantes do desejável.

## ERPs

De acordo com Eduardo Souto, da UFAM, o ERP é um sistema interfuncional que atua como uma estrutura para integrar e automatizar muitos dos processos de negócios que devem ser realizados pelas funções de Produção, Logística, Distribuição, Contabilidade, Finanças e Recursos Humanos de uma empresa. Porém ele ressalta que a implantação do ERP, por si só, não torna uma empresa realmente integrada.

De acordo com Oliveira et al (2003), os sistemas ERP apresentam-se, simplificada, como sendo uma ferramenta de tecnologia da informação para integrar os processos empresariais e as atividades dos vários departamentos, podendo também integrar todas as empresas da cadeia produtiva.

A sigla *ERP*, traduzida literalmente, significa algo como "Planejamento dos Recursos da Empresa", o que pode não refletir o que realmente um sistema ERP se propõe a fazer. Estes sistemas, também chamados no Brasil de Sistemas Integrados de Gestão Empresarial, não atuam somente no planejamento. Eles controlam e fornecem suporte a processos operacionais, produtivos, administrativos e comerciais da empresa. Todas as transações realizadas pela empresa devem ser registradas, para que as consultas extraídas do sistema possam refletir ao máximo possível sua realidade operacional.

O *ERP* é um sistema de informação orientado para identificar e planejar todos os recursos da empresa necessários para atender aos pedidos dos clientes em termos de manufatura, distribuição e serviços. Essencialmente, o ERP tenta englobar toda a empresa.

Uma das grandes vantagens dos sistemas ERP é a consistência das informações, ou seja, o sistema acaba com as

divergências entre dados relativos ao um mesmo assunto fornecido por departamentos diferentes, a partir da utilização de um único banco de dados.

De forma geral, os sistemas ERP fornecem suporte às atividades administrativas (finanças, recursos humanos, contabilidade e tributário), comerciais (pedidos, faturamento, logística e distribuição) e produtivas (projeto, manufatura, controle de estoques e custos).

Apesar dos sistemas ERPs parecerem ser um sistema completo, capaz de integrar toda a

empresa, estudos tem demonstrado que existe uma lacuna entre os ERPs e o chão de fábrica, ou seja, os ERPs não possuem funcionalidades que suportem as atividades que ocorrem no ambiente operacional.

O mercado intermediário de ERP, onde se situa o mercado brasileiro, é muito fragmentado, e é servido por centenas de vendedores cobrindo cada geografia e indústria. De acordo com os dados do Grupo Gartner (2009) sobre participação de mercado para software ERP para o grande mercado e para o mercado intermediário em 2007, os cinco top vendedores em participação do mercado eram **SAP** (28%), **ORACLE** (14%), **SAGE** (7%), **INFOR** (6%) e **MICROSOFT** (4%). Dos top cinco, três (Sage, Infor e Microsoft) estão focados no mercado intermediário, enquanto SAP e Oracle servem o mercado intermediário com partes dos seus portfólios de ERP: SAP com *Business All-in-One*, e Oracle com JD Edwards e as ofertas *Accelerate* para *E-Business* Suíte (EBS). Descendo o mercado em termos de participação, há um grande número de vendedores focados no mercado intermediário, tais como Epicor, IFS, Lawson, QAD, Exact Software e outros, que são focados especificamente em regiões ou nichos de indústrias. A diversidade de vendedores, portanto, demonstra quão importante e vibrante este segmento particular de mercado é.

As seguintes grandes tendências têm influenciado os sistemas ERP para companhias centradas em produtos no mercado intermediário durante os últimos poucos anos:

Funcionalidade específica para indústrias ou verticalização dos sistemas;

Uma modernização fundamental usando SOA para transformar os sistemas em *model-driven packaged applications* (aplicações empacotadas a partir de modelos) com analítica incorporada;

Globalização, que não é mais uma característica exclusiva de grandes corporações globais;

Uma consolidação no mercado por um número de fusões e aquisições de vendedores de ERPs.

## MES

Segundo Giunchetti (2004), o conceito primordial do MES remonta aos anos 70 quando falava-se muito em CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) onde, teoricamente, o processo de manufatura seria automaticamente controlado e executado através de um sistema computadorizado.

Vários produtos surgiram desse conceito, mas de duas naturezas distintas: sistemas de controle de produção voltados aos processos ou sistemas de informação corporativa voltados aos clientes.

Assim, criou-se um *gap* entre essas duas regiões de dados que não trocavam informações entre si de maneira automática, ou seja, não compartilhavam do mesmo banco de dados.

O termo MES foi dado pela AMR (*Advanced Manufacturing Research of Cambridge*) para descrever o sistema de informações que localiza-se no chão de fábrica entre os sistemas de planejamento corporativos (ERP) e os sistemas de controle industriais de processos de fabricação (SCADA).

Algumas literaturas referem-se também a MES como EPS ou *Enterprise Production System*. Este trabalho utilizará preferencialmente a nomenclatura MES.

Pode-se dizer que MES assumiu um papel muito importante na área da manufatura, tanto que motivou o surgimento de uma associação internacional de fabricantes de hardware e software chamada MESA com o objetivo de mostrar aos potenciais usuários os benefícios desse sistema.

O MES está dentro do conceito de informática e automação de uma empresa e o foco de atuação de cada sistema de

informações, ou seja, sistemas de controle voltados ao processo, MES ao produto e ERP ao cliente.

O MES tem como objetivo principal captar e executar informações em tempo real da produção no chão de fábrica através dos sistemas supervisórios e também informações do sistema corporativo para moldá-las em forma de relatórios gerenciais a fim de facilitar a tomada de decisão em diversas áreas da empresa: planejamento, controle de estoques, manutenção, qualidade, vendas, etc.

Assim, ficam disponíveis as informações de quanto foi e de quanto deveria ter sido produzido, quanto foi liberado pelo controle de qualidade, causas de paradas de máquinas e de não cumprimento de programas de produção por falta de matérias-primas ou materiais de embalagem, e tantas outras quanto a empresa que implementou o MES deseje obter para facilitar seu processo de tomada de decisão.

É importante lembrar que essa tomada de decisão pode e deve ser em tempo real a fim de minimizar os impactos de problemas com produção.

A figura a seguir ilustra de maneira resumida um fluxo típico de informações entre sistemas de controle, MES, ERP e como as bases de tempo para atualização de dados entre eles são diferentes. Desse modo, podemos dizer que o MES filtra e resume as informações do chão de fábrica em uma base de tempo intermediária, confrontando e consolidando esses dados com os do ERP com a finalidade de gerar relatórios gerenciais e dados de acompanhamento.

Segundo Enari et al (2009), O sistema MES tem a função de coletar e tratar dados coletados no chão de fábrica por meio de sensores eletrônicos ou ainda com intervenção humana, com a entrada de dados diretamente no sistema. Os dados coletados são tratados inicialmente como informação sobre a produção, sendo posteriormente analisados e transformados em conhecimento que possibilite diminuir defeitos de produto e perdas de processos, sem comprometer a produtividade das linhas. O **MES** trabalha como um sistema de chão de fábrica orientado para melhoria de desempenho. Os sistemas MES destinam-se a aumentar a dinâmica dos sistemas de planejamento e controle de

produção a partir de uma boa integração com o ERP.

### **Composição de Sistemas: Porque usar MES se já existe ERP?**

De acordo com Bartholomew (2006), o ERP foi projetado para gestão de alto nível, e por isso se mantiveram distantes do mundo real do chão de fábrica.

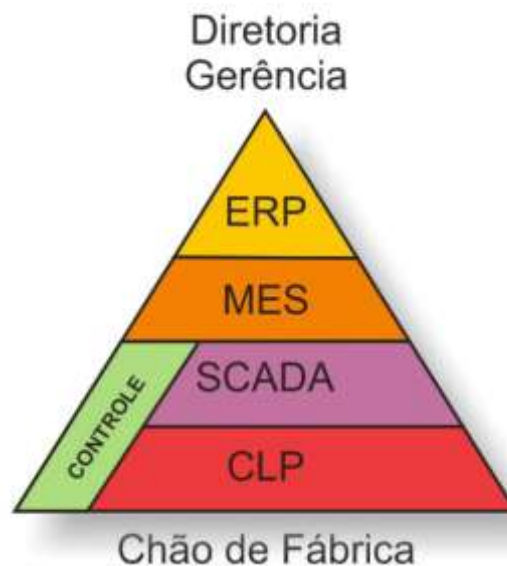
Segundo Vanderlei (2009), como o ERP não controla o chão de fábrica, a produção tem de controlar as etapas de manufatura e gerar indicadores de desempenho de diversas maneiras. Cabe à gestão de produção determinar as atividades relacionadas ao planejamento empresarial, manufatura, controle e programação da produção, engenharia, suprimentos, logística, melhoria da produtividade, tecnologias e equipamentos, qualidade, meio ambiente (NEVES; SANTOS, 2008), o que cria a necessidade de um maior controle do processo de produção das empresas. Obter ferramentas que facilitem ao gestor da produção tomar decisão é importante para o resultado global da empresa.

Geralmente, o ERP não possui aplicativo referente ao controle de chão de fábrica e os dados obtidos são genéricos e de difícil acesso. Isso acontece porque o ERP é projetado com foco financeiro (pedidos, compras, recebimentos, pagamentos, estoque, custo), em detrimento a outros processos gerenciais (qualidade, produção, manutenção, segurança). Ainda Oliveira (2008), aponta outras dificuldades, tais como: ordens de produção sendo encaminhados por papeis, inventários com diferenças, ordens de manutenção abertas após horas de linha parada, pouco controle sobre horas trabalhadas, entre outros. As empresas que implantaram o ERP em seus negócios, começam a se dar conta que as possibilidades de ganho se tornam mais raras e que as possibilidades mais claras se encontram na linha de produção (EGREJA, 2008).

Vários trabalhos têm tratado da implantação de ERP enfocando suas vantagens, dificuldades, sucessos, impactos nas pessoas e no negócio, possível aumento da competitividade.

Porém, conforme afirma Neves e Santos (2008), tem-se observado uma lacuna

que distancia os sistemas ERP e as tecnologias utilizadas no chão de fábrica, referente à troca de informações. Esse vazio é evidenciado pela falta de conhecimento do que acontece nos processos em tempo real. Por isso, a necessidade da integração do chão de fábrica, de forma simples, instantânea e confiável, com o sistema ERP é fundamental à melhoria dos processos produtivos. A , apresenta o cenário mais usual nas empresas, em relação a integração do ERP com o chão de fábrica.



**Figura 1** – Lacuna preenchida pelo MES.

### **Integração de Sistemas**

A adequada integração dos dados de controle e supervisão do chão de fábrica com as informações corporativas estratégicas do ERP possibilitam uma ampla visão e domínio do negócio. Permite o estabelecimento de objetivos claros, rapidez na decisão, sincronismo de atuação dos processos, controle pelo uso de indicadores, uso de procedimentos adequados, enfim, usa a informação como um importante instrumento de gestão empresarial, ferramenta básica para a obtenção de um *Supply Chain* competitivo e de classe mundial.

Segundo Vieira (2010), há mais de duas décadas, a indústria investe intensamente em sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) e em sistemas de controle de processos. A integração entre os dois, porém,

tem sido alvo de discussões entre as equipes de TI, engenharia e automação e gerou uma série de modelos e normas adotados de diversas formas entre desenvolvedores de softwares e integradores.

Os sistemas ERP são responsáveis pela gestão dos recursos corporativos, desempenhando atividades como controle de estoque, gerenciamento de ordens de compra, ordens de venda, ordens de produção e contabilidade. Muitas dessas funções dependem de dados vindos do chão de fábrica que são normalmente reportados manualmente pelas equipes de operação. No entanto, a coleta direta desses dados dos sistemas de automação traria maior agilidade e confiabilidade para as operações.

Vêm da década de 80 os primeiros modelos de integração como o CIM (*Computer-Integrated Manufacturing*), com sua divisão dos sistemas industriais em cinco níveis: Instrumentação, Automação, Supervisão, Planejamento de Produção e Planejamento Estratégico. Essa nomenclatura ainda é bastante utilizada no jargão da automação, pois apresenta uma separação tecnológica dos sistemas.



**Figura 2** – Níveis CIM

Na prática, porém, essa troca de dados entre as diversas camadas se mostrou bastante complexa. Além da evidente diferença de tecnologias e protocolos entre os sistemas de TI e de chão de fábrica, diferenças culturais entre as equipes gestoras e de modelos de dados apresentaram certas barreiras.

Na década de 90, a *AMR Research* se concentrou em definir as características de três níveis de sistemas: o sistema ERP, o sistema intermediário – já começando a ser conhecido por MES (*Manufacturing Execution System*) – e o sistema de automação, que agrega os três primeiros do modelo CIM. Segundo esse novo modelo, os sistemas de automação são os responsáveis por lidar com

dados temporais, tipicamente gerados pela instrumentação de campo, como temperaturas e status de equipamentos. O ERP trabalha com transações, gerenciando processos e fluxos de trabalho, modelando as regras de negócio da empresa como procedimentos de manutenção ou seqüenciamento de ordens de produção. Como um sistema intermediário, o MES tem a função de traduzir os dados temporais capturados do chão de fábrica em eventos, atribuindo um contexto a eles e, então, reportar aos sistemas de TI o resultado.

Um exemplo desse modelo integrado seria uma medição de vibração de um motor, continuamente tratada pelos sistemas de chão de fábrica, apresentando valores que indicam necessidade de manutenção do equipamento. Essa tradução seria feita pelo MES que, comparando algumas variáveis a padrões de valores, geraria um evento de anomalia que seria reportado ao ERP. O sistema ERP seria o responsável por abrir uma ordem de manutenção e tratar todas as suas ocorrências.

### **Middleware**

Segundo Barbieri (2001), com o advento da abordagem cliente/servidor onde os processos foram divididos e localizados em camadas lógicas diferentes (interface, aplicação e dados), um grande arsenal de alternativas foi desenvolvido para promover a integração entre essas partes, o que aumentou ainda mais com a chegada da computação cliente/servidor Web, onde o browser veio substituir os aplicativos na estação cliente, e os servidores Web se associaram aos servidores de Aplicação. Com a computação Web, novos componentes passaram a fazer parte do cenário (linguagem Java, por exemplo, com os seus *applets*, *beans* e *javabeans*).

Ainda de acordo com Barbieri (2001), todas essas camadas integradoras, no fundo, pretendem executar o papel de uma “cola mágica”, de certa forma permitindo que uma estação cliente faça uma requisição a um servidor, e este forneça o dado solicitado, independente de marcas de estações, protocolos de rede, logotipos de software intermediário, padrões de acesso e de tipos de Bancos de Dados. Sendo assim, o *Middleware* foi produzido para definir essa camada de software, realizando essa proeza de diálogo universal.

Segundo Silva (2007), os programas de computadores classificados como *middlewares* são destinados a implementar (prover) a conectividade entre componentes utilizados por sistemas. Estes programas são formados por um conjunto de serviços que viabilizam múltiplos processos a serem executados em uma ou mais máquinas através da rede, segundo BRAY (2007). *Middleware* são essenciais para prover comunicação entre plataformas e sistemas distintos. Devido ao grande e contínuo crescimento de novas aplicações e conseqüentemente novas customizações, em ambientes cada vez mais multiplataformas, o *middleware* se apresenta como sendo um programa de computador crítico de segundo nível de infra-estrutura corporativa de TI. Diante desta realidade, o *middleware* vem para suprir a necessidade das corporações terem ambientes centralizados e de fácil comunicação. Um ambiente onde seja possível notar fatores como: facilidade de desenvolvimento, aumento de robustez do ambiente, suporte para gerenciamento de dados e ganhos na eficiência da operação. Neste momento já é possível começar a notar a ligação direta com conceitos de integração de sistemas.

De acordo com Bray (2007), para que um serviço ou aplicação apresente características de necessidade de um *middleware*, ela deve se enquadrar em um desses três pontos a seguir:

Serviços de sistemas distribuídos, que engloba uma comunicação crítica, programa a aplicação e gerenciamento de dados. Este tipo de serviço inclui MOM (*Message-Oriented Middleware*), RCP e ORB.

Serviços de aplicações, que dão acessos para serviços distribuídos e a base da rede. Este tipo de serviço inclui monitoramento de transações e serviço de banco de dados, como o SQL (*Structured Query Language*).

Serviço de gerenciamento de *middleware*, que habilitam aplicações e funções de sistemas a serem continuamente monitoradas para garantir melhor desempenho do ambiente distribuído.

Segundo STANTON (2002), para prover a conectividade, interoperabilidade e, sobretudo, a integração de sistemas dentro de um ambiente de rede de computadores, o *middleware* utiliza serviços como:

- Gerenciamento de diretórios e identidades.
- Autenticação.
- Autorização.
- Contas.
- Compartilhamento de grupos.
- Listas de e-mails.
- Serviço de política de trazer informações.
- Política de ponto de decisão.
- Política de ponto de coação.
- Integração de dados, entre outros.

O *middleware* é normalmente utilizado para prover suporte a sistemas complexos ou aplicações distribuídas ou até mesmo gerenciamento de dados. Como exemplo de uso de suas funcionalidades é citável: *Web services*, sistemas de gerenciamento de conteúdo, servidores de aplicações (incluindo os serviços de gerenciamento de componentes) e ferramentas para desenvolvimento de sistemas, além ferramentas usadas para fazer a liberação em produção dos sistemas. Ele é um programa de computador que oferece total interoperabilidade com as principais tecnologias do mercado (como XML, SOAP e SOA, por exemplo). Ou seja, o *middleware* pode ser visto como programa responsável por prover a conectividade e interoperabilidade entre dois programas de computadores que estejam interligados por uma rede de computadores e precisem trocar dados.

Uma outra definição muito bem aceita no meio de integração de dados é de que *middlewares* são programas de computadores que gerencia a comunicação entre uma ou mais aplicações de computadores e a rede. Ele gerencia a interação entre elas, podendo ocorrer através de plataformas totalmente heterogêneas.

Como pode-se notar desde as definições mais genéricas até as mais voltadas para o ambiente de integração de sistemas, o *middleware* se apresenta como peça fundamental na integração seja ela feita por meios físicos ou lógicos.

Na integração de sistemas, o *middleware* é visto como via única para receber e distribuir todas as informações entre diferentes sistemas, independentes de suas respectivas plataformas ou sistemas operacionais ou tecnologias. Ele é responsável por gerenciar ações de integração, como a distribuição de dados, de forma transparente para todas as pontas da integração (sistemas



que estão fornecendo e/ou recebendo informações).

Existem três tipos de *middlewares* que se destacam muito no cenário de integração de sistemas:

MOM;  
RCP e  
ORB.

### **Middleware orientado a mensagem (MOM)**

*Middleware* orientado a mensagem, cujo nome original é *Message Oriented Middleware*, permite o transporte de dados empacotados como mensagens entre aplicações independentes de plataforma. Além disso, garantem a entrega das mensagens (dados empacotados).

O MOM é usado em ambientes de redes distribuídos para assegurar a distribuição das mensagens mediante a confirmação de recebimento e tratamento avançado de erros.

O fato de permitir que uma mesma aplicação seja distribuída em diferentes plataformas de computadores, agrega ganhos consideráveis na interoperabilidade, portabilidade e flexibilidade da arquitetura MOM. Esta arquitetura é formada pelo mecanismo cliente-servidor básico.

O MOM prove um encapsulamento de inúmeros detalhes de interfaces de redes e dos próprios sistemas operacionais, proporcionando assim uma grande redução de complexidade de desenvolvimento de aplicações que utilizam comunicação e execução de componentes distribuídos dentre diferentes plataformas ou protocolos de rede.

Partindo para uma definição mais técnica, o MOM é uma aplicação que fica hospedada tanto no lado do cliente quanto no lado do servidor de aplicações e permite a comunicação via chamadas assíncronas entre cliente e servidor. Esse tipo de comunicação assíncrona é efetivado utilizando um mecanismo de armazenamento temporário, em filas, das mensagens recebidas, uma vez que o programa destino esteja inoperante no momento (ocupado ou não conectado). Devido a tais características, o MOM reduz o envolvimento dos desenvolvedores com detalhes complexos do mecanismo principal-escravo (*master-slave*) adotado pela arquitetura cliente-servidor.

Todavia, o MOM não é uma arquitetura exclusiva de comunicação assíncrona, existem muitas implementações que também dão suporte a comunicação síncrona. Isso depende muito da arquitetura planejada para conter a implementação da MOM.

A forma de processamento (execução) privilegia muito o quesito flexibilidade, uma vez que ele aumenta a flexibilidade de uma arquitetura por permitir que aplicações, devidamente autorizadas, troquem mensagem com outros programas sem ter que necessariamente conhecer o outro lado. Neste ponto se nota uma total abstração da outra ponta da comunicação. Tendo a mensagem enviada ou recebida, a aplicação não precisa se preocupar com o tipo de plataforma ou qual a tecnologia empregada na construção do outro programa. Já em relação as mensagens, elas podem conter dados formatados, requisições por ação ou os dois.

Normalmente, os sistemas MOM proveem uma fila de mensagens entre processos que estão sendo executados em grupos. Desta forma, caso o processo de destino esteja ocupado, a mensagem é armazenada temporariamente num local, até que possa ser processada.

É importante ressaltar que no contexto que engloba a utilização do *middleware* orientado a mensagem, dentro da integração de sistemas, como mensagens, pode-se entender a transmissão de pacote de dados (ou dados empacotados, conforme citados anteriormente).

Esta área de *middlewares* apresenta franco crescimento na área de TI, principalmente no que diz respeito à integração de sistemas. Prova disso é o nível de investimento que empresas chamadas “gigantes” do mercado vêm aplicando. Como exemplo, pode-se citar:

IBM: WebSphere MQ.

Sun: *Java Message Service and ONE Middleware*.

Microsoft: *Message Queue Server*.

ObjectWeb: JORAM.

BEA Systems Inc: *MessageQ*.

TIBCO Software Inc: *ActiveEnterprise*.

Para estes exemplos, cada aplicação possui características particulares, mas sempre respeitando os padrões definidos pelo conceito de *middleware*.

### **Chamada remota de procedimento (RPC) Middleware**

A chamada remota de procedimentos, que pode ser traduzida para *Remote Procedure Call* (RPC), se define como sendo a sincronização entre o serviço de comunicação orientado à conexão e a transição do tipo de dados básico, podendo fazer uso de produtos que possuam suporte a linguagem de definição de interface (IDL) para utilizar a lista de parâmetros tanto de entrada quanto de saída para a chamada. Aplicações como SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) e *Database Gateways* já possuem implementações internas de RCP.

O RPC é uma poderosa técnica para construir aplicações cliente/servidor distribuídas. Lê é baseado na noção da extensão da convencional ou local chamada de procedimentos, de forma que o procedimento chamado não precisa existir no mesmo espaço de endereço que o procedimento invocador. Os dois processos podem ser do mesmo sistema ou podem ser de diferentes sistemas conectados na mesma rede. Por usarem RPC, os programadores de aplicações distribuídas evitam os detalhes de interface com a rede. O transporte de informações independe do RPC isolar a aplicação a partir de elementos físicos e lógicos dos mecanismos de comunicação de dados e permite a aplicação usar uma variedade de transportes.

O processo que envolve o RCP é muito semelhante ao processo convencional que envolve uma chamada de uma função em qualquer linguagem de programação. Ao ser criado um RCP, o processo invocador passa os parâmetros esperados pelo procedimento remoto e neste ponto passa a aguardar por uma resposta.

Para simplificar o entendimento do processo, pode-se dizer que quando o cliente (invocador) faz uma chamada a um procedimento remoto, ele envia uma requisição ao servidor e aguarda. O processo de execução (*thread*) é bloqueado a partir do processamento até receba uma resposta ou o time de espera atinja o limite estipulado. Quando a requisição chega, o servidor chama uma rotina de despacho que realiza o serviço requisitado e envia a resposta ao cliente. Depois que o chamado do RCP é finalizado, o programa do cliente continua sua execução normalmente.

Tecnicamente, para fazer a chamada de determinadas partes de aplicações em servidores remotos, que podem ser funções e/ou procedimentos, o RCP fica embutido dentro das aplicações do lado do cliente, na estrutura cliente-servidor. Pelo fato de serem uma sub aplicação residente dentro de outras aplicações, os RCP não possuem vida separada (sozinha) da aplicação principal, por isso não podem sobreviver sozinhos numa camada de *middleware*. Ou seja, toda vez que é compilada a aplicação principal, o compilador cria um link (tronco) entre o RCP residente e seu servidor de aplicação, que são usados todas as vezes que o computador cliente aciona o RCP para efetuar suas chamadas.

### **Objeto de requisição ao corretor (ORB) Middleware**

ORB *middleware*, *object resquest broker*, pode ser definido como um Middleware que conecta no nível lógico do negócio pelo uso de padrões definidos e conexões de objetos, tal como clientes, contas e transações. Este é o mais apropriado para as organizações obterem novas aplicações ou desenvolver internamente aplicações novas.

Este *middleware* é responsável por gerenciar todos os detalhes pertinentes a requisição do cliente para o objeto e a resposta para seu destino. Ele guarda o repositório de interface (IR – *Interface Repository*, um banco de dados que contém definições de interfaces IDL (*Interface Definition Language*) – este acervo de dados é padronizado e distribuído pela OMG).

Os serviços oferecidos pelo ORB são:

Definição de interface.

Criar invocação para uso com DII, *Dynamic Invocation Interface*.

Conversão de referência de objetos e formato de texto entre sessões.

Conversão de formatos de objetos URL (*Uniform Resource Locator*) *corbaloc* e *corbaname* para referências de sessão.

As atividades realizadas pelo ORB no lado do servidor são mais complexas. Ele é responsável por gerenciar o estado (ativo ou inativo) de cada objeto.

Entendendo um pouco melhor essa atividade do ORB no lado do servidor tem-se: toda vez que um cliente faz uma referência a

um objeto, ele assume que a referência efetivamente está válida. Ou seja, o cliente entende que a referência ativa a um objeto implica em uma interface rodando. Mas isso nem sempre é verdade, porque o ORB desativa os objetos que não estão em execução, para aprimorar e otimizar o uso de recursos no servidor. Toda vez que chegar a requisição a um objeto que esteja inativo, o ORB o coloca como ativo, de forma transparente ao cliente que está fazendo a sua invocação. Uma vez que o ORB suporta vários tipos de padrões de invocação, diferentes objetos podem ter seus estados gerenciados pelo ORB de acordo com sua real e efetiva utilização.

O ORB é a aplicação de computador que atua como “corretor” das requisições, provenientes do cliente, para um dado serviço de um objeto distribuído ou um componente suas associações aos respectivos objetos a serem executados. Tendo o ORB suporte a rede implica que um programa cliente pode requisitar serviços sem necessariamente ter que conhecer onde o servidor está na rede distribuída ou como exatamente a interface para o programa servidor parece. Componentes podem descobrir sobre cada outro componente e trocar interfaces de informações tão logo eles estejam rodando.

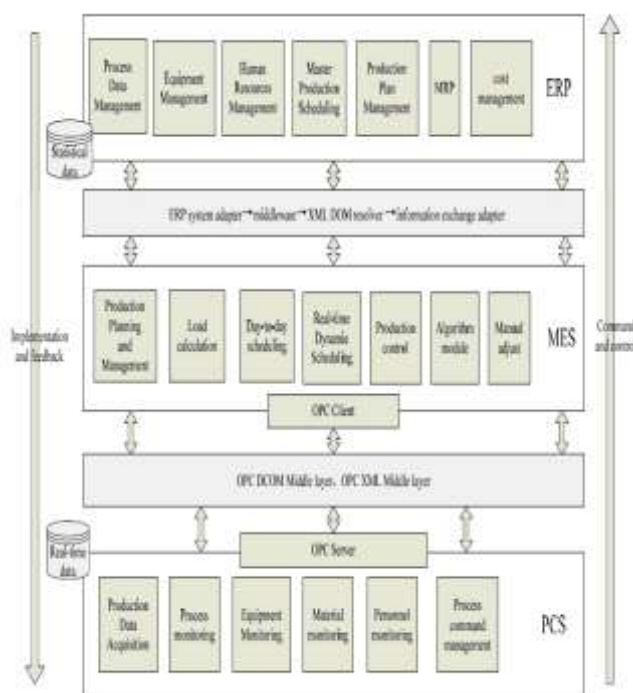


Figura 3 – Middleware entre Sistemas

A figura acima, extraída do artigo de 2009: *Study on Complex Products Job-shop Scheduling System Based on MES*, mostra o *Middleware* fazendo a integração entre o ERP e o MES e entre o MES e o PCS; onde os autores (SU Xiang, SUN Hongxia, LIAN Chunguang e YUE Xima) esclarecem que a Integração entre o ERP e o MES adota a método de integração através de um *Middleware*; isto é, integração de informações seguindo o padrão S95, que será abordado neste trabalho.

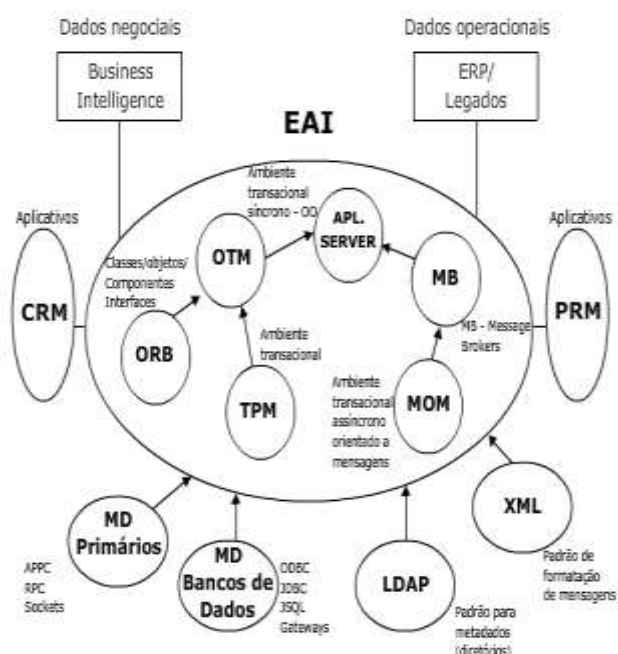


Figura 4 – Soluções de Middleware. Extraída de Barbieri (2001).

A apresentação de Eduardo Souto, da UFAM, indica algumas soluções que utilizam este middleware (baseado em XML) para integração de sistemas. Neste trabalho nos aprofundaremos em uma delas, a solução BizTalk da Microsoft.

## XML

Criada em 1996, a XML (*eXtensible Markup Language* – Linguagem de Marcação Extendida) surgiu com a esperança de resolver um dos maiores problemas da Web: a dificuldade de encontrar o item de informação procurado. Isso por que, apesar de seu incontestável sucesso, a linguagem HTML (*HyperText Markup Language* – Linguagem de Marcação de Texto) trata a informação de forma superficial, descrevendo basicamente

como um browser deve apresentar textos ou imagens, impedindo qualquer tratamento de permita extrair alguma semântica dessa informação.

Basicamente, XML descreve uma classe de objetos de dados chamada documentos XML, e permite descrever parcialmente o comportamento de programas que processam estes objetos. A meta de XML é permitir que SGML genéricos possam ser enviados, recebidos, e processados na Web do mesmo modo atualmente possível com HTML. A linguagem XML foi projetada para interoperar com SGML e HTML.

Dessa forma, o uso da XML se tornou à sintaxe preferida para troca de mensagens, seja ela na mesma empresa ou interorganizacionais. De acordo com Turban, Rainer e Potter (2005), uma tecnologia emergente que suporta sistemas interorganizacionais e está sendo usada para integrar sistemas de parceiros comerciais é uma linguagem conhecida como XML.

## Web Services

Em setembro de 2000, foi criado um grupo de trabalho formado por representantes das maiores empresas de software do mundo, tais como Microsoft, IBM, Oracle e Sun Microsystems, com o objetivo de desenvolver uma arquitetura onde diversos protocolos permitissem a interoperabilidade entre aplicações e sistemas, de plataformas, ambientes e arquiteturas diferentes. Esse grupo definiu então uma nova arquitetura computacional, chamada de *Web Services*.

Os *Web Services* recebem uma série de nomes diferentes: a Microsoft o chama de “.NET”; a Oracle associa-se aos “*network services*”; a IBM identifica-o por “*web services*”. No entanto, todos o tratam como serviços providos através da Internet.

De forma simplificada, pode-se dizer que *Web Services* é um padrão para integrar sistemas através da utilização de protocolos de Internet como HTTP. Os *Web Services* se diferenciam dos outros padrões de integração, por se utilizarem de tecnologias neutras como os protocolos de Internet e da tecnologia XML.

Os *Web Services* suportam o envio de mensagens XML, encapsuladas em

envelopes SOAP (*Simple Object Access Protocol*), para serem processadas em um servidor. Dependendo do tipo de transporte, por exemplo, HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), MOM, SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), FTP (*File Transfer Protocol*) os *Web Services* podem ser implementados usando diferentes tecnologias de *middleware* e estilos de comunicação.

Para o seu funcionamento, as seguintes camadas devem ser identificadas:

**Camada de transporte:** é responsável por disponibilizar o serviço ao meio externo de comunicação. Podendo utilizar qualquer um dos protocolos de comunicação, como por exemplo, o HTTP.

**Troca de mensagens XML:** é a camada que define o formato da mensagem que será utilizada na interação entre as aplicações envolvidas no processo. O protocolo SOAP é normalmente o mais utilizado para esse fim. Esse protocolo é escrito em XML, o que faz independente de plataforma de hardware, sistema operacional ou linguagem de programação.

**Descrição do serviço:** sua função é fornecer um mecanismo de descrição da funcionalidade a qual os *Web Services* proporcionam. O padrão que segue a especificação XML é o WSDL (*Web Services Description Language*). O documento WSDL apresenta uma descrição geral da interface para comunicação com *Web Services*, de maneira a descrever suas operações, parâmetros de entrada e tipos de retorno, e uma forma de como interagir com o serviço, fornecendo a localização do serviço, os tipos de dados e o protocolo de Internet utilizado.

**Publicação e localização de serviços:** é onde os serviços são publicados, e onde os clientes irão encontrar os serviços que procuram antes de utilizá-los. Uma tecnologia padrão desta camada é o UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*).

Os *Web Services* podem ser utilizados em vários cenários de integração de aplicações, sejam eles com a finalidade de compartilhamento de dados internos, simples e ao comércio em larga escala através da Internet.

Segundo Dextra Sistemas (2007), as vantagens de utilização dessa abordagem são:

**Simplicidade:** é mais simples de se implementar que as soluções tradicionais que utilizam CORBA ou DCOM;

**Padrões abertos:** utilizam padrões abertos como HTTP, SOAP, UDDI, ao invés de tecnologias proprietárias;

**Flexibilidade:** alterações nos componentes são muito mais simples para o sistema como um todo do que alterações nos adaptadores tradicionais;

**Custo:** as soluções tradicionais são muito mais caras.

Por utilizar tecnologias neutras e apresentar as vantagens citadas acima, os Web Services tem ganhado um grande espaço no cenário de integração de aplicações corporativas, e um exemplo disso, é a sua utilização na implementação da Nota Fiscal Eletrônica (NFe).

### ***BizTalk Server***

Com a crescente necessidade por soluções EAI e B2B vistas no decorrer desse trabalho, a Microsoft apresentou aos desenvolvedores e arquitetos de software de todo o mundo em dezembro de 2000, o BizTalk Server 2000, um servidor de integração de processo de negócio. Desenvolvido com o objetivo de integrar, gerenciar e automatizar processos de negócios dinâmicos, para integrar aplicativos internos (EAI), aplicativos externos (B2B) e alavancar o uso do XML na troca de documentos de negócio com parceiros comerciais, o BizTalk Server 2000 abriu um novo diálogo entre as companhias, com o valor centrado em otimizar processos de negócios e integrar sistemas.

Em março de 2004, a terceira geração do servidor de integração de processo de negócio da Microsoft, o BizTalk Server 2004, trouxe os benefícios da integração com o Microsoft Visual Studio .NET 2003 e com o Microsoft Office System. O BizTalk Server 2004 também melhorou a funcionalidade da orquestração de processos de negócios, introduziu novas capacidades para o monitoramento de atividades comerciais (BAM), workflow baseado em trabalho humano e um mecanismo de regras altamente escalável.

Já em 2006, chegou ao mercado sua quarta e mais recente versão do produto, o

BizTalk Server 2006. Segundo a Microsoft BizTalk Server A (2006), a versão 2006 inclui novos recursos e melhorias no mecanismo que permitem ao desenvolvedor criar soluções mais flexíveis a processos de negócios integrados. Além disso, o BizTalk 2006 permite que os administradores e usuários corporativos monitorem com mais eficiência os processos de negócios em andamento.

O BizTalk Server 2006 foi construído a partir do software de servidor integrado do Microsoft Windows Server System e do Microsoft .NET Framework. Esse framework permite às empresas conectar e automatizar as transações entre diversas aplicações, e fornece um meio contínuo e intuitivo para que usuários de negócios criem e modifiquem os processos para ajudar a otimizar as práticas de negócios diárias.

De acordo com a Microsoft BizTalk Server A (2006), o BizTalk Server 2006 permite a integração e automatização não só dos sistemas que suportam fluxos de trabalho de negócios diários em sua organização, mas também a integração, automatização e proteção das transações entre organizações e parceiros comerciais. Além disso, o BizTalk Server disponibiliza aos analistas de negócios ferramentas simples com as quais podem ganhar visibilidade e discernimento nos processos em divisões funcionais, fornecendo o meio para otimizar o funcionamento organizacional em toda a empresa.

O BizTalk Server 2006 fornece dois tipos de soluções de integração: a integração business to business (B2B), cuja função é integrar e automatizar informações entre organizações como, por exemplo, entre fornecedores, parceiros e clientes, e a integração de aplicações corporativas (EAI – *Enterprise Application Integration*), cuja integração e automatização ocorre entre várias aplicações dentro de uma mesma organização, independente da plataforma ou software subjacente.

O cliente entra em um site de uma loja virtual na Internet (Aplicação Web) e adquire um produto qualquer. Logo após a efetivação da compra é encaminhado para o BizTalk um documento (podendo ser um arquivo texto, XML, mensagem, etc) contendo as informações do produto e do cliente. Então o BizTalk analisa estas informações, valida se estão corretas e verifica no Sistema de Estoque se existe a mercadoria. Em caso

afirmativo, ele recebe uma resposta do Sistema de Estoque e encaminha o pedido para o Sistema de Faturamento que emite uma nota de compra e outra de transporte. Depois que o Sistema de Faturamento emitir a nota e faturar o produto o BizTalk recebe outra resposta com as informações da nota de transporte e encaminha para o Sistema de Entrega, que por sua vez irá enviar um pedido de entrega para a Empresa de Transporte, que no fim irá entregar o produto na casa do cliente.

O papel do BizTalk é ser o maestro deste processo, toda a lógica de negócio está dentro dele, além do fluxo de informações e as interfaces com cada sistema que são necessárias. Cada seta do caso acima pode ser um padrão de comunicação como arquivos textos ou XML, protocolos de comunicação como HTTP, FTP, MSMQ, SMTP, POP3, entre outros.

Já a figura abaixo o cenário agora é a integração entre parceiros de negócio (B2B).

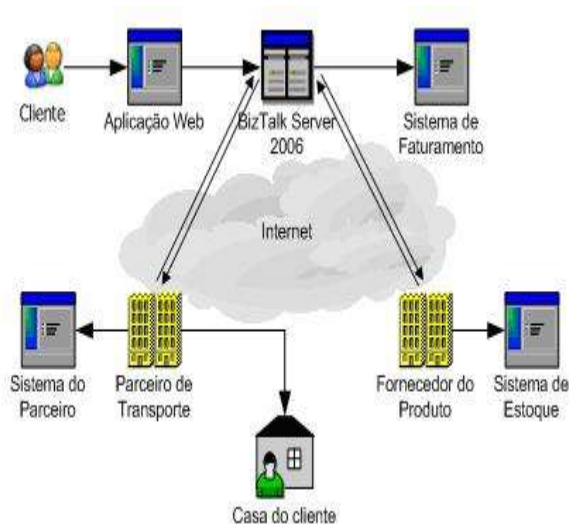


Figura 5 – Integração B2B utilizando o BizTalk Server 2006.

No exemplo acima, o cliente executa uma compra em um sistema web qualquer (Aplicação Web), logo após a efetivação da compra o BizTalk captura as informações e verifica se o produto adquirido existe no estoque do fornecedor (neste caso o fornecedor não possui estoque, ele adquire os produtos sob demanda para comercialização). Após o retorno do fornecedor o BizTalk encaminha o pedido para o Sistema de Faturamento, onde é emitida a fatura que será encaminhada para o cliente. Ao mesmo tempo o BizTalk já encaminha um pedido de entrega

do produto para o Parceiro de Transporte, onde contém as informações do cliente para entrega e as informações do produto que será entregue.

De acordo com os dois exemplos visto acima, conclui-se que o papel desempenhado pelo BizTalk é fazer a interface (integração) entre os diferentes sistemas envolvidos nos processos de compra, independente de serem externos ou internos à organização.

Além disso, segundo a Microsoft BizTalk Server A (2006), o BizTalk Server 2006 inclui 23 adaptadores de tecnologias e aplicações por padrão, permitindo a conexão com sistemas legados (*mainframe* e *mid-range*) e aplicações de negócio como SAP, Siebel, PeopleSoft, Oracle e JD Edwards.

De acordo com Stockler (2006), com as funções acima apresentadas de forma geral do BizTalk Server, conclui-se que essa ferramenta pode ser útil para:

- 1) Empresas que tiverem dois ou mais aplicativos (softwares) que precisem trocar informações entre eles;
- 2) Empresas que tiverem implantado ou estiver em vias de implantação de um ERP. Invariavelmente este ERP precisa trocar dados, informações ou ser integrado em processos de outros legados ou com parceiros (outras empresas);
- 3) Empresas que tiverem implantado ou estiver em vias de implantação de um CRM. (mesmo caso acima);
- 4) Empresas que possuem ou estejam implantando um *E-commerce*, *E-procurement* ou um B2B qualquer;
- 5) Empresas que tem unidades geograficamente distantes com dados a serem integrados;
- 6) Empresas com necessidades de troca de informações com parceiros. Ex: Clientes, fornecedores, franquias, etc;
- 7) Empresas que usam EDI ou tem necessidade de se comunicar com fornecedores ou clientes que usam EDI; e
- 8) Empresas com necessidades de automatização de processos internos ou com outros parceiros de negócio.

De acordo com a Microsoft A (2006), a *Nucleus Research*, empresa de pesquisa especializada em análise de ROI

(Retorno do Investimento) de tecnologia, comparou o BizTalk Server com uma série de outros produtos de integração da cadeia de fornecimento. Com base nos critérios de integração: facilidade e velocidade de implantação, usabilidade e escalabilidade de adoção, habilidade da solução de funcionar com custos limitados de suporte interno, potencial da solução de trazer benefícios de negócios claros e repetíveis, e registro de acompanhamento do fabricante, o BizTalk Server da Microsoft é classificado com uma pontuação de 4,8 dentro de uma contagem de 5 pontos possíveis, a mais alta dos produtos avaliados.

Além dessa avaliação, em 2005, o BizTalk Server foi selecionado pela revista InfoWorld como um vencedor do *Technology of the Year Award* (Prêmio de Tecnologia do Ano) na categoria *Enterprise Applications and Integration* (Aplicações Corporativas e Integração).

#### **B2MML**

B2MML ou Business To Manufacturing Markup Language é uma implementação XML do padrão ANSI/ISA 95, conhecido internacionalmente como IEC/ISO 62264. B2MML consiste de um conjunto de "schemas" do XML escrito usando o consórcio *World Wide Web schema language* (XSD) que implementa o modelo no padrão ISA-95.

B2MML é uma maneira de uniformizar o formato de dados trocados entre o ERP e os sistemas de manufatura e MES.

#### **Considerações sobre Integração: Domínio do ambiente**

Técnica e objetivamente falando, a equipe envolvida no projeto de integração deve dominar as arquiteturas e linguagens que simplificam a criação de sistemas capazes de favorecer a troca de dados em ambientes distribuídos heterogêneos.

No caso das arquiteturas, destaca-se a de padrão Corba (*Common Object Request Broker Architecture*), criada pelo *Object Management Group* (OMG) e DCOM (*Distributed Components Objects Model*, ou Modelo de Componentes de Objetos).

No caso das linguagens, as mais usadas são J2EE, XML (*EXtensible Markup Language*, ou linguagem extensível de

formatação) e seus diferentes sabores: DOM, Xpath, XSLT, XML Schemas, RDF e OWL.

O planejamento do projeto de integração dos sistemas também compreende a gestão de fluxo de trabalho, o que inclui modelagem do processo, mas, principalmente, os aspectos gerenciais e tecnológicos (ferramentas necessárias), além do indispensável cálculo do impacto que as mudanças terão no tecido corporativo.

O esforço de integração pressupõe a capacitação das equipes em sistemas avançados de gestão, tais como ERP (*Enterprise Resource Planning*), CRM (*Customer Resource Management*), SCM (*Supply Chain Management*), MES (*Manufacturing Execution System*), data warehouse e BI (*Business Intelligence*).

#### **Aspectos críticos**

Planejar a integração dos sistemas significa atentar para os aspectos críticos no processo. Um deles é a visão estratégica da organização, incluindo inteligência competitiva, gestão do conhecimento, capital intelectual e planejamento geral. Outro fator crítico é o sistema que garante a consolidação dos muitos bancos de dados criados ao longo de anos de operação em um único ambiente, de acesso fácil e controlado. Isso implica a adoção de técnicas, métodos e ferramentas adequados à integração de sistemas heterogêneos.

Outra providência importante é a definição dos modelos e ferramentas a serem adotados no trabalho de integração, envolvendo, entre outros aspectos, infraestrutura, rede, fluxo de trabalho, armazenamento de dados corporativos, acesso às informações/conhecimento, serviço de mensagens, redes virtuais e portais corporativos.

Mas o que requer planejamento especial são os serviços web, considerando a importância estratégica que hoje têm para os negócios. Nesse sentido, é preciso pensar em um modelo que garanta, ao mesmo tempo, disponibilidade, desempenho e segurança.

#### **Oportunidade adequada**

Desde a conversão dos sistemas legados, em 1999, para que pudessem ingressar no terceiro milênio sem o sobressalto de um *bug*, a fase de planejamento do projeto

de integração das ilhas de informação que compõem o organismo corporativo é a melhor oportunidade que as empresas tiveram de repensar os próprios processos.

Naquela época, o saldo positivo ficou por conta da adesão aos sistemas integrados de gestão, que revolucionaram a forma de administrar os negócios. Agora, o projeto de integração dos muitos ambientes computacionais cria oportunidades para que se verifiquem vários aspectos importantes na gestão de negócios. Um deles é o alinhamento dos processos com as estratégias e ações previamente definidas, nas áreas institucional e comercial. O outro é o fluxo de informações no organismo corporativo.

E assim é por uma razão simples: planejar a integração dos sistemas resulta em fazer o inventário, seleção, valoração e reorganização das informações. Mas, antes, leva à pergunta sobre o quê, naquele acervo, é, de fato, relevante para o negócio. Nesse exercício, não é raro que a empresa chegue à conclusão de que os tempos mudaram, recomendando que a reforma vá muito além da planta de TI, para estender-se à revisão da missão, objetivos, estratégia e ações.

Ao planejar o projeto de integração dos sistemas, a empresa tem chance de identificar os conhecimentos de importância estratégica na melhoria do desempenho profissional dos colaboradores.

A integração dos sistemas também conspira a favor de uma visão global e sistemática da governança em TI, porque inspira a discussão acerca não apenas da aplicabilidade das soluções de hardware e software, mas, acima de tudo, sobre a gestão dos relacionamentos nas organizações e indicadores de desempenho.

Em resumo, o planejamento do projeto de integração dos sistemas, com o objetivo de alcançar melhores condições de produtividade e de lucratividade, cria o ambiente propício para a compreensão da importância estratégica da governança e do alinhamento dela com os objetivos da organização.

Planejar o trabalho de integração em escala corporativa é um exercício que conduz, necessariamente, ao conhecimento das diferentes metodologias e ferramentas adotadas na área de TI. Mas que, igualmente, leva a entender os indicadores de desempenho, as métricas e os riscos; bem

como a procurar saber como garantir a continuidade dos negócios pelo gerenciamento de serviços de TI, de projetos e de processos de software. O exercício da integração permite, finalmente, identificar as competências e até que ponto elas estão contempladas no processo de gestão.

Em resumo, em linhas gerais, planejar o projeto de integração leva ao conhecimento da realidade em escala corporativa, orientando a correção de rumos, se necessário. No sentido específico, pontual, patrocina o melhor desempenho profissional no que diz respeito à gestão de TI: envolvidos na tarefa de planejar, os profissionais da área podem ter uma visão global e sistemática da governança em TI, reforçando a consciência da importância que ela tem para que se alcancem objetivos de negócio previamente definidos.

### ***Middleware: Sinônimo de integração***

Hoje, a despeito de todos os significados que assumiu, desde o começo dos anos 90, *middleware* é basicamente uma ferramenta de software a serviço da integração de sistemas e que dá conta dos processos de negócio nas três camadas que compõem o ambiente de TI: comunicação, distribuição e controle de mensagens, e processos relativos a fluxo de trabalho (*workflow*).

No rastro do mercado de soluções para integração, a categoria de softwares conhecida como *middleware* é também conhecida como *Application Infrastructure*, ou aplicação de infra-estrutura, e engloba, tradicionalmente, produtos como servidores de aplicações, servidores de integração (por vezes, chamados de EAI) e portais.

O mercado está em franco crescimento e um dos fatores que explicam isso é a adoção de SOA (Arquitetura Orientada a Serviços) pelas empresas. Na implementação de projetos envolvendo SOA, as empresas devem construir serviços (como *web services*), os quais agrupam as funções discretas contidas em vários aplicativos.

Aplicada ao gerenciamento dessas arquiteturas orientadas a serviços, uma nova categoria começa a emergir, a partir do *middleware* – a *Service Infrastructure*, em analogia à conhecida *Application Infrastructure*.

O conceito de *middleware* surgiu em 1995, ano em que a Internet comercial



chegou ao Brasil e modificou para sempre o ambiente das comunicações interpessoais e de negócios. A rede mundial inspirou a criação de uma terceira camada: a web, que se coloca entre o cliente e o banco de dados. Ali é que nasceu a palavra *middleware*, que, segundo alguns especialistas, também pode ser traduzida, de maneira genérica e abrangente, como “qualquer software que se coloca entre o sistema operacional e a aplicação”.

Antes da rede mundial, no começo da década, o espaço se compunha, basicamente, de duas camadas (cliente e servidor), criadas pela ascensão da arquitetura distribuída. Não é por acaso que se atribui ao surgimento da Internet comercial a gestação do termo *middleware*. Afinal, o servidor web é uma típica ferramenta de *middleware*. Mas não apenas isso.

Hoje, quando a grande preocupação dos profissionais de TI é vencer o desafio da integração, a web é o ambiente onde mais fácil e rapidamente é possível integrar aplicações de negócios. E por um motivo simples: enquanto que nas redes convencionais, de arquitetura cliente-servidor, as informações estão dispersas, elas se concentram na Internet, o que facilita o processo, argumentam os especialistas.

Isso representa um avanço importante: no começo dos anos 90, quando precisavam desenvolver alguma aplicação, analistas e programadores tinham de pensar em tudo – da lógica do negócio aos mecanismos de acesso a bancos de dados. O *middleware* revogou essa lei. Depois dele, cada dia mais, as empresas estão preocupadas com o negócio e nem tanto com a infra-estrutura.

Atualmente, as ferramentas de *middleware* contemplam quatro aplicações, juntas ou separadas: segurança, comunicação, gerenciamento e integração de aplicações. Aquela à qual o conceito está mais intimamente ligado é a integração, embora a tendência que se divisa no horizonte seja de adoção de ferramentas completas.

### **Integração de Aplicações**

Além dos sistemas citados anteriormente, nos últimos anos segundo Barbieri (2001), presenciou-se um forte crescimento do portfólio de sistemas de

informação (SI) existentes nas empresas, como por exemplo: os sistemas de gestão empresarial integrada (ERP – *Enterprise Resource Planning*); os sistemas de gestão do relacionamento com clientes (CRM – *Customer Relationship Management*); os sistemas de gestão do relacionamento com fornecedores (SRM – *Suppliers Relationship Management*); os sistemas de gestão da cadeia de suprimentos (SCM – *Supply Chain Management*); os sistemas de gestão do desenvolvimento colaborativo de produtos (PLM – *Productlife-cycle Management*); os sistemas de compras de materiais indiretos (*e-procurement*); os sistemas de compras de materiais diretos (*e-sourcing*); etc.

Porém, com o surgimento e a utilização cada vez mais freqüente desses sistemas nas organizações, veio à tona o seguinte problema: Como fazer a comunicação dos diversos sistemas de informação existentes dentro ou entre as organizações?

Dessa forma, segundo Murphy (2003), o desafio atual é desenvolver um **ambiente de comunicação**, que permita aos diversos SIs da organização ou das organizações trocar dados de forma eficaz, atendendo à crescente demanda dos processos de negócio por comunicação instantânea, ou seja, em tempo-real.

De acordo com Barbieri (2001), vários são os motivos que estão levando a comunidade de Informática a se interessar pela **integração de sistemas**:

1) Com a crescente oferta de produtos na porta de entrada (CRM – *Customer Relationship Management*) e na porta dos fundos (PRM – *Partner Relationship Management*), como conseguir uma espécie de cola mágica que una todas essas camadas, oferecendo algo integrado, com certa gerência e dentro de um framework corporativo?

2) O surgimento de novas aplicações de negócio vinculadas à Internet está demandando uma abordagem mais rápida e integrada entre as peças de sistemas já existentes (e as novas que estão chegando), com necessidade de cruzamento de fronteiras, inclusive entre sistemas e empresas.

3) A crescente onda de fusões e incorporações, onde empresas engolem

empresas. Por isso mesmo, torna-se vital uma alternativa digital para ligar sistemas, que em outros tempos sequer se conheciam, e que agora necessitam de um diálogo próximo e corporativo.

Segundo BARRAL (2007), independente da forma de integração utilizada, o objetivo da integração é acabar com as chamadas **ilhas de informação**, fazendo com que sistemas diferentes funcionem como um único sistema, somando assim suas funcionalidades, que são integradas.

Diante das necessidades apresentadas acima, surgiram os softwares de integração de aplicações (também conhecidos como **Middleware**), projetados para “unir” ou integrar os sistemas, sejam eles internos (EAI – *Enterprise Application Integration*) ou externos (B2B – Business to Business) às organizações.

### **EAI – Enterprise Application Integration**

Segundo Cummins (2002), a EAI (*Enterprise Application Integration – Integração de Aplicações Corporativas*), surgiu da necessidade de integrar aplicações, sejam elas COTS, sistemas legados ou qualquer outro tipo de SI.

A EAI é uma prática conhecida como integração interna, por se tratar da integração de aplicações pertencentes a uma mesma organização.

Segundo Lee, Siau e Hong (2003), a EAI surgiu na metade da década de 90 como uma alternativa para tornar possível a integração de aplicações empresariais com menor customização que a exigida pelos sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*).

A EAI contempla as ferramentas, os métodos e o planejamento que possibilitam à organização obter vantagem competitiva com a integração de todas as aplicações em um sistema empresarial unificado, capaz de compartilhar as informações e suportar os processos de fluxos de negócios. Segundo Cummins (2002), a abordagem do EAI busca o irrestrito compartilhamento de dados e processos de negócios, reduzindo a complexidade da integração.

### **B2B – Business to Business**

Já a integração entre sistemas externos, ou seja, sistemas pertencentes a organizações diferentes, é conhecida como B2B (Business to Business).

O B2B pode ser definido como a comunicação entre empresas através da Internet, Extranet ou Intranet. Esta comunicação pode ser realizada entre a empresa e sua Cadeia de Suprimentos ou com outras empresas, através da integração de seus sistemas de informação.

Segundo Barbieri (2001), através da integração B2B, as empresas estabelecem relacionamentos de negócios, com certo nível de acoplamento eletrônico entre os seus sistemas de compras, vendas, distribuição, logística, etc.

### **Benefícios da Integração de Sistemas**

Nesta seção são abordados os principais benefícios alcançados com a integração de sistemas:

A integração de sistemas reduz o retrabalho e favorece a automação de atividades. Redigitação de dados de um SI para outro é uma das atividades eliminada quando da integração entre sistemas. Ambos passam a acessar o mesmo dado ou transportam dados de um sistema para outro sem esforços humanos;

Cresce a capacidade da empresa em adaptar seus processos de negócios, que, tradicionalmente, envolvem grande número de SIs, tanto internos quanto externos à empresa. O ambiente de integração permite alterar de forma rápida, segura e com menores custos, os SIs utilizados para implementação de um novo processo de negócio;

Viabiliza novos modelos de negócios, pela facilidade de incorporar e integrar novos SIs, por exemplo, facilitando a integração dos diversos softwares necessários à empresa que deseja implementar uma estratégia de gestão de relacionamento;

Processamento direto, o que permite a propagação da informação “*real-time*” por toda a empresa;

Capacidade de estender a empresa a fim de ter um relacionamento mais próximo com funcionários, clientes e parceiros;

Melhora a qualidade dos serviços para o cliente integrando todos dados relevantes do cliente e disponibilizando os mesmos ao próprio cliente e representantes de vendas; Diminui os custos de operação centralizando a implementação das integrações. A manutenção desse tipo de infraestrutura será bem mais baixa do que a utilização de múltiplas e totalmente diferentes abordagens.

### **Problemas relacionados à Integração de Sistemas**

Quanto mais forte for esta Integração (no sentido de rigidez, que exija que as coisas aconteçam em uma determinada ordem), logicamente, menor será a flexibilidade para mudanças, ou adaptações, em casos de falhas nos processos.

Além disso, vários são os problemas que dificultam o processo de integração de sistemas. Dentre eles destacam-se os mais comuns:

**SGBDs heterogêneos:** Um sistema corporativo pode utilizar SGBDs diferentes, que acarreta problemas quanto a linguagens de manipulação de dados, estruturas de armazenamento e interfaces não padronizadas.

- 1) **Diversidade de SI:** As organizações têm optado pela estratégia *best of breed*, ou seja, buscar o melhor SI para cada finalidade, o que eleva a variedade de bases de dados e aplicações;
- 2) **SGBDs dispersos:** atualmente a maioria das grandes empresas possuem diversos escritórios, espalhados por todo o mundo, fazendo com que seus SGBDs estejam localizados de forma remota.
- 3) **Consultas diversas:** é necessário realizar consultas em sistemas legados, arquivos convencionais, páginas HTML, planilhas eletrônicas, etc. Ou seja, os dados podem ser estruturados, semi-

estruturados ou até mesmo não estruturados;

- 4) Itens como roteamento, segurança, confiabilidade e garantia na troca de informações, devem ser analisados, principalmente na integração entre organizações (B2B).

### **Normalizações: MESA**

Segundo Giunchetti (2004), as onze possíveis funcionalidades para um sistema MÉS definidos pela MESA, destacando sua relação com o universo maior da empresa através do gerenciamento da cadeia de suprimentos, vendas e serviços, o que gera necessidades que são avaliadas e transformadas em realidade pela engenharia de processo e/ou produto.

Sendo assim, as principais funções de um sistema MES definidos pela MESA são:

#### ***i. Operações e scheduling detalhado de produção***

O sistema deve ser alimentado com todas as informações disponíveis a fim de executar de maneira adequada o seqüenciamento de produção baseado em prioridades, receitas e outras características dos produtos. A programação global da produção geralmente é feita em sistemas ERP. Entretanto, os seqüenciamentos corretos são executados no chão de fábrica, já que dependem de liberação de equipamentos ou equipes de produção, por exemplo.

Como resultado, tem-se a programação detalhada considerando a capacidade finita de produção, redução de tempos de set up, atendimento aos prazos de entrega, sobreposição de operações, turnos de trabalho, etc.

#### ***ii. Status e alocação de recursos***

Inclui o gerenciamento de equipamentos, mão de obra, materiais e documentos.

Fornecer histórico detalhado dos recursos garantindo que sejam adequados ao trabalho, além do status em tempo real de cada um deles e de reservas e alocações para atender programas de produção.

### **iii. Comunicações de unidades de produção ou despacho de UPs**

Gerencia o fluxo das ordens de produção. A partir do momento no qual o MÊS recebe as ordens do ERP, passa a gerenciar o status das mesmas e dos eventos que acontecem no chão de fábrica.

### **iv. Controle de documentos**

Controla registros e documentos que devem ser mantidos com a área de produção, incluindo procedimentos e instruções, desenhos de equipamentos e instruções a serem transmitidas em mudança de turno. Garante o fluxo de informações exigidas por regulamentações internas da Companhia, ISO's, procedimentos ou ações corretivas, além de armazenar dados históricos. Um dos grandes benefícios do MES é a eliminação do fluxo de papéis, que fica bastante claro com essa ferramenta.

### **v. Aquisição de dados**

Todos os dados de processo são coletados de diversos sistemas do chão-de-fábrica, com diferentes protocolos de comunicação e são armazenados em uma base de dados relacional única. Inclui também informações de estoques fornecidos pelo WMS (Warehouse Management System), dados de qualidade fornecidos pelo LIMS (*Lab Information Management System*) e apontamentos de produção feitos de maneira automática ou através de código de barras. Com todas essas informações, é possível a emissão de relatórios diários, semanais ou mensais contendo dados de processo ou gerenciais para fornecer um laudo confiável da operação e facilitar a tomada de decisões da empresa.

### **vi. Gerenciamento do trabalho**

Inclui todos os recursos humanos envolvidos na operação, sejam diretos ou indiretos e suas devidas atribuições de responsabilidades, horas trabalhadas divididas por áreas para cada operador, etc. Esse recurso é de grande valia para a apropriação de custos para benchmarking entre linhas.

### **vii. Gerenciamento da Qualidade**

Essa função é geralmente desempenhada por um módulo do ERP, mas o MÊS pode ser aplicado como interface com os operadores que executam os ensaios e testes, ou ainda por análises estatísticas em tempo real para

recomendação de ações emergenciais e corretivas. Pode também estar conectado a equipamentos no laboratório para armazenar automaticamente resultados de análises para futura utilização em avaliação de problemas de produção relativos à qualidade do produto final.

### **viii. Gerenciamento de Processo**

Gerencia o consumo de matérias-primas, materiais de embalagem, tempos de execução em cada etapa produtiva, valores de variáveis de processo e outras informações de interesse. Desse modo, os índices de eficiências e perdas são calculados fornecendo um dado real ao gerente da planta.

Essa é uma das funções mais importantes do MES, já que fornece informações em tempo real para ação do gerente, e não apenas dados de uma produção passada.

### **ix. Gerenciamento de manutenção**

Pode fornecer informações como tempo de operação previsto por linha, tempo efetivamente trabalhado, tempo de parada e causas das paradas obtidas por inputs automáticos através de sensores ou mesmo manuais em Panel View por meio do operador do equipamento.

### **x. Tracking ou rastreabilidade de produtos**

Permite recuperar todos os dados relativos à determinada produção, ou seja, todo o histórico de matérias-primas, materiais de embalagem e dados de processo associados.

### **xi. Análise de performance**

Fornecer dados da operação no momento atual: quantidades produzidas, valor envolvido, taxa de utilização de recursos, tempos de ciclo e estoques intermediários, permitindo comparações com metas estabelecidas ou dados históricos.

A figura abaixo mostra a função de cada nível de gerenciamento de informação/automação e a sequência dos dados desde a entrada (que pode ser automática ou mesmo manual) até a consolidação da informação no ERP para o planejamento estratégico.

## **SOA**

Segundo o Gartner Group, SOA é uma abordagem arquitetural corporativa que

permite a criação de serviços de negócio interoperáveis, que podem facilmente ser reutilizados e compartilhados entre aplicações e empresas.

Ainda segundo HESTERMANN et al (2009 - Gartner Group), muitos dos sistemas ERP que estão no mercado hoje têm raízes nos anos 1980, tendo feito uma transição do *Material Requirements Planning* (MRP) para ERP e ERP II. A chegada de SOA mudou o foco de sistemas monolíticos, inflexíveis em direção a uma coleção de serviços que podem ser compostos mais flexivelmente em aplicações, e podem ser adaptados mais facilmente aos rápidos e mutantes requisitos de negócios.

O SOA, *Service Oriented Architecture*, cuja tradução significa arquitetura orientada a serviços, chega no mercado não apenas como modismo, mas sim como solução para um problema que muitas empresas enfrentam: a integração de seus sistemas. Por se tratar de uma metodologia e não de uma ferramenta específica, o SOA tem grande tendência de adoção pelas empresas, não apenas empresas de grande porte, mas as de médio e pequeno porte também.

Esta nova metodologia permite que as empresas aproveitem seus sistemas existentes, tanto aplicações COTS quanto legados, para fazer a integração com novos processos de negócios, fazendo utilização da tecnologia de *Web Services*.

A grande vantagem do SOA é a redução de tempo de desenvolvimento de aplicações, considerando que ele faz uso acentuado da reutilização de processos de negócios. Ou seja, uma vez que o processo esteja definido qualquer nova aplicação (ou mesmo as existentes) pode fazer uso dos dados disponibilizado por esse processo de negócio.

Como em qualquer seguimento de TI, algumas boas práticas de estudo e análise devem ser feitas antes da sua adesão. Com o SOA não é diferente. Segundo especialista, antes de engrenar no uso desta metodologia, alguns pontos devem ser considerados:

Geração de valores agregados ao negócio deve sempre ser o foco na adoção do SOA.

O retorno e completa adoção não deve planejada com expectativas a curto prazo.

Um bom período seria entre 3 e 5 anos.

A criação de um *Business Case* é muito importante. Entender os objetivos reais e os requerimentos que deverão ser atendidos pelo SOA é fundamental para ter sucesso.

Não deixe que o projeto restrinja a utilização do SOA. Quanto mais abrangente o seu uso maiores serão os resultados futuros.

O real valor do SOA surge com o passar do tempo e dos projetos. A idéia de começar com um projeto piloto, de menor porte, e passar a aumentar o tamanho dos projetos gradativamente é uma boa estratégia.

O compartilhamento de conhecimento com empresas que já adotaram o uso de SOA é uma boa tática para empresas que estão começando. Assim evitam passar por alguma surpresa desagradável.

O SOA deve ser moldado visando a reutilização de processos e componentes. E jamais deve ser fiel a uma única tecnologia (as tecnologias mudam e a metodologia fica).

A arquitetura e serviços do SOA devem ser baseados em processos de negócios, independentes de seus departamentos, e não em sistemas específicos. A fato de ter um sistema sendo utilizado não significa que este sistema seja o responsável pelo processo.

Ao se falar de SOA é impossível não se falar de serviços, pois os dois caminham juntos. Mas é interessante entender qual o escopo de serviços ao se falar de SOA.

Considerando o contexto de SOA, serviços são porções (ou pedaços ou partes, como for preferido) de aplicações que podem ser aproveitados por outras aplicações que fazem uso da mesma funcionalidade. Neste caso essas porções de aplicações podem ser mais tecnicamente chamada de componentes.

De frente com essa conceitualização de serviços, os componentes são entendidos como partes de códigos das aplicações que podem ser inicialmente isoladas de sua aplicação originadora em pró da reutilização por todas as demais aplicações da corporação.

Independentemente de suas respectivas plataformas – uma vez que o mínimo necessário para que a aplicação faça uso deste componente é que a sua plataforma tenha meios de comunicação com o servidor de aplicações onde o serviço está constantemente rodando e aguardando novas

requisições. Ou seja, um protocolo de comunicação. O mais utilizado e já padronizado para este tipo de comunicação é o SOAP.

As características relevantes dos serviços SOA são:

Os serviços possuem interfaces que se descrevem, independente de qual plataforma estejam, através da padronização do uso de documentos no formato XML. A linguagem padrão utilizada para descrever serviços é o WSDL (*Web Service Description Language*).

A comunicação dos serviços com as mensagens enviadas pelos requisitantes é oficialmente padronizada através do uso de XSD (*XML Schema Definition*), também conhecida como XML *schema*. Essa comunicação é tipicamente feita, em grande parte das vezes, entre sistemas que estão em ambientes heterogêneos.

Os serviços são mantidos em servidores de aplicações que possuem registros que normalmente atuam como um diretório de lista de componentes, onde as aplicações podem consultar pelos componentes e ao encontrá-los chamar a sua execução.

Os serviços possuem um controle de qualidade, que está associado a autenticação e autorização para uso de um componentes e mensagens de que o componente a ser usado é confiável.

Como vantagens da utilização do SOA, pode-se citar:

Reutilização de componentes.

Crescimento de produtividade.

Ganhos de agilidade.

Economia de recursos financeiros.

Gerenciamento de uso por autenticação.

Política de controle de componentes.

O grande desafio desse cenário é encontrar uma solução que seja compatível e flexível ao negócio de forma a se encaixar e a remodelar os processos dos diferentes departamentos, quando necessário. Substituir os sistemas legados para que eles se encaixem a essas novas demandas que surgem com o crescimento do negócio, pode ser, além de caro, uma ação que resulte em ineficiência.

O conceito de SOA permite encontrar uma solução relativamente barata e com melhor custo-benefício, para determinados sistemas que precisam conversar entre si e para processos que demandam mais flexibilidade e agilidade para atender as revoluções do mercado.

A definição da arquitetura, de forma prática, pode ser colocada como um desenvolvimento orientado a serviços. Isso significa que as aplicações estarão alocadas de uma forma interdependente, reflexo de uma infraestrutura de tecnologia preestabelecida e pensada para criar serviços com flexibilidade suficiente para serem reutilizados entre os sistemas. Assim, com SOA, é possível acessar apenas uma parte dos serviços existentes, sem a necessidade de utilizar o processo completo.

Quando uma empresa opta por utilizar o conceito, imediatamente se anula a questão de a TI não acompanhar os negócios, por não ter capacidade de tratar um processo como um todo. Com ele, a estrutura anterior fica para trás, com os muitos sistemas distintos cuidando de pequenos passos do processo e sendo redundantes entre si, além de exigir uma base de dados para cada um, dando lugar a maior inteligência e a otimização do ambiente de Tecnologia da Informação.

Um exemplo interessante da aplicação desse assunto é observar um mecanismo de recrutamento e seleção do RH. Esse processo envolve cadastro de candidatos, recrutamento, entrevista, testes, seleção e contratação. Todas essas etapas são feitas com o objetivo de fazer a contratação de um funcionário específico. Porém, como reprogramar esse caminho quando o funcionário a ser contratado é uma mão de obra que já trabalha na empresa e precisa apenas ser transferida de área?

Nesse caso, algumas fases dessa linha de contratação seriam excluídas, como, por exemplo, cadastro do candidato e seleção, por exemplo. Para modificar esse padrão, tradicionalmente era necessário fazer uma mudança, manualmente, para driblar os processos preestabelecidos. Já com a arquitetura orientada a serviços, basta utilizar apenas algumas partes desse processo existente, de acordo com a granularidade do sistema.

Com a chegada da tendência de Arquitetura Orientada a Serviços pode-se dizer que surge então uma mudança de paradigma

no lidar com os processos e os negócios. A necessidade de fortalecer os laços com os clientes e de tornar a gestão de serviços mais produtiva ganhou um foco maior com o SOA, que pode ser visto como uma ferramenta de quebra de antigos padrões e que vislumbra novas possibilidades entre TI e negócios.

Porém, é importante destacar que por ser ainda um conceito recente, o caminho para a chegada no estado da arte de SOA ainda é doloroso e trabalhoso em todos os departamentos de uma organização, afinal estamos falando de uma mudança de postura.

Vale lembrar que o conceito está intimamente ligado às pessoas, o que exige também um caminhar em direção à evolução organizacional e à conscientização e ao acultramento para mudanças. Além disso, é preciso que seja estabelecido um padrão de gerenciamento de pessoas que seja não apenas eficiente, mas que também reúna a avaliação dos objetivos das pessoas em detrimento dos objetivos da organização.

Nesse caso, temos uma estrutura que torna as questões e as expectativas da empresa aderentes à atuação do pessoal envolvido, o que pode ser um dos maiores desafios na mudança da gestão organizacional, mas também um dos pontos mais importantes.

O grande problema enfrentado pelas empresas nos últimos anos é que elas detêm uma tecnologia importante para a realização de suas metas, porém as mudanças do mercado não são rapidamente absorvidas por essa tecnologia que detém processos ainda pouco dinâmicos.

Com a utilização de SOA, o cenário ganha um aspecto diferenciado em relação a isso e consegue responder mais rapidamente as incidências do dia-a-dia.

Por exemplo, uma mudança no ambiente de negócios, um lançamento de produto concorrente ou mesmo uma fusão entre companhias provoca rápida reação por parte da empresa, já que com SOA, os processos podem ser alterados rapidamente, uma vez que os serviços são disponibilizados pelos aplicativos e sistemas, independentemente do fato de terem sido desenvolvidos internamente, ou adquiridos no mercado. Dessa forma, cria-se uma rotina de reutilização desses serviços por qualquer outro sistema ou processo.

Se o conceito, que ainda engatinha no que se refere à consolidação, for realmente implementado pelas companhias, haverá ainda uma otimização no próprio orçamento de TI. A razão disso é que hoje existe uma grande quantidade de fornecedores em uma composição de uma mesma infraestrutura e compartilhando informação com distintos padrões, porém, quando se opera com o SOA é possível criar um ambiente mais transparente e interoperável, ainda que haja muitos fabricantes em uma mesma cadeia tecnológica.

A conclusão disso é uma queda dos custos principalmente quando se fala de manutenção dos sistemas e às aplicações para integração, gerando uma lacuna de investimento, o qual pode ser direcionado para novas soluções ou tecnologias.

Outro ponto importante está na própria atuação da equipe de TI que poderá focar mais o trabalho em tarefas estratégicas do que apenas cuidar da manutenção da estrutura. Em destaque, porém, podemos colocar a transparência e a flexibilidade da estrutura de processos tecnológicos, resultando, conseqüentemente, em uma visualização mais concreta do retorno do investimento.

## SOBA

Com a ampla discussão em torno de SOA, o mercado vislumbra um olhar para o chamado SOBA (*Service-oriented Business Application*), que embora tenha um nome parecido, representa outra realidade. Ambos são usados para descrever infraestruturas de desenvolvimento de aplicativos, porém, a ideia é que SOBA possa ser desenvolvido sobre SOA ou qualquer outro modelo ou padrão de infraestrutura.

Essa nova sigla, criada por Charles Abrams, diretor de pesquisas do Gartner, coloca SOBA em uma posição de última encarnação das soluções cliente/servidor. O modelo do Gartner diz que SOBA pode variar desde uma simples interface XML baseada em um aplicativo até uma baseada na mais sofisticada infraestrutura que ainda possa aparecer. Além disso, ele possui variantes que incluem componentes para desenvolvimento de soluções para os mercados horizontal e vertical, suítes corporativas modulares de fabricantes ou uma construção a partir de múltiplos serviços desenvolvidos internamente.

Não apenas o mercado precisa se adequar ao novo conceito de SOA, mas quem vende também.

Nesse caso, não se trata dos fornecedores já citados, mas também dos canais que deverão olhar com mais atenção para o ambiente de TI e para os clientes.

A ampla adoção do conceito depende da ação dos três agentes: clientes, fornecedores e canais.

A IDC identificou um crescimento de 138% dos investimentos em SOA somente em 2006, o que representa 8,6 bilhões de dólares. Em 2010, o valor deve chegar aos 33,8 bilhões de dólares, principalmente como reflexo da demanda dos setores de finanças e telecomunicações.

Por esse motivo, todas as empresas que pretendem vender esse tipo de conceito precisarão estudá-lo, para entender de que forma serão afetadas pela onda. Isso se refere principalmente aos canais que oferecem desenvolvimento, integrações e migrações. É importante também que os integradores se aprimorem com certificações na área e estejam engajados no entendimento e difusão da arquitetura orientada a serviços.

#### ISA 95

ISA-95 é o padrão internacional de integração entre Sistemas; tais como, entre os próprios SIs, ou entre SIs e Sistemas de Controle, ou até entre Sistemas de Controle. O padrão ISA-95 consiste de modelos e terminologias. Estes podem ser utilizados para determinar quais informações precisam ser trocadas entre sistemas para vendas, finanças e logística e sistemas de produção, manutenção e qualidade, por exemplo. Estas informações são estruturadas em modelos UML, que são a base para o desenvolvimento de interfaces padrões entre o ERP e sistemas MES, por exemplo. Neste caso, o padrão ISA-95 pode ser utilizado como um guia para a definição dos requisitos do usuário, para a seleção dos fornecedores de MES e como uma base para o desenvolvimento de sistemas MES.

Segundo Giunchetti (2004), para que se possa desfrutar dos benefícios indicados nos capítulos anteriores advindos da integração entre sistemas de negócio e fabricação, ou seja, sistemas corporativos e sistemas de chão de fábrica, é necessária a adoção de método adequado de conexão entre

ambos e que deve ter algumas características, dentre elas:

1. O método deve ser completo o suficiente para lidar com a maioria das interações entre negócio e fabricação;
2. O método deve separar processos de negócios dos processos de fabricação, de modo a diminuir a complexidade da integração.
3. O método deve ser independente de qualquer sistema específico de negócios e da arquitetura do sistema de chão de fábrica.

A norma ANSI/ISA S-95.00, desenvolvida e compilada pela ISA, define um modelo eficaz e padronizado para atingir esses objetivos. Sua meta principal é evitar a criação de modelos distintos de integração entre ERP, MES e fabricação, facilitando a comunicação entre eles com interfaces seguras, confiáveis e compatíveis, além de precisas e com rapidez de informações.

É um padrão internacional que pode ser usado não somente por grandes indústrias multinacionais como também pelas pequenas e médias empresas com soluções mais simples e economicamente mais acessíveis.

Desse modo, a ISA S-95 tornou-se a norma mais aceita entre as empresas para integrar seus negócios.

### 3 - COMPOSIÇÃO DO TEMA E DISCUSSÕES

#### *Integração – segundo Steven Alter*

Muitas vezes, é difícil entender o que as pessoas querem dizer quando utilizam os termos Integração e Sistema Integrado. A confusão ocorre, em parte porque a integração não é uma simples variável, mas existe em vários níveis conceitualmente distintos. Um frame de referência também não seria adequado, uma vez que esses termos podem ser usados para descrever as relações entre os subprocessos dentro de um processo de negócios ou relações entre o que poderiam ser considerados processos separados. Vamos começar com uma única definição geral, mas, então, olhar em cinco níveis distintos de



integração, cada um dos quais pode fornecer uma pista sobre o nível adequado de integração em um sistema que está sendo analisado.

A **integração** é a conexão, receptividade mútua e colaboração entre as atividades ou processos distintos. Em geral, a extensão da integração entre dois processos ou atividades está relacionada com a velocidade com que um responde a eventos no outro. Esta velocidade depende da rapidez da comunicação e do grau em que os processos respondem às informações comunicadas. Os Sistemas de Informação podem desempenhar um papel em ambos os aspectos da integração; em primeiro lugar, apoiando a comunicação e segundo, tornando mais fácil para cada processo de negócio usar a informação para responder eficazmente.

Como exemplo, considere o caminho de integração entre o esforço de vendas e o esforço de produção se tornou uma questão competitiva importante em muitas indústrias. Quanto mais integrados esses processos, mais rápido o processo de produção responde a novos pedidos de vendas. A Motorola viu este tipo de integração como uma questão importante e conseguiu reduzir o tempo de ciclo de fabricação para a construção personalizada de pagers electrónicos de duas semanas para duas horas. A produção altamente automatizada de "pagers" começa dentro de 17 minutos de uma ordem de fabricação. A Integração com Fornecedores também se tornou uma tendência importante na fabricação (veja a figura de um exemplo relacionado). Por exemplo, um computador em uma fábrica da Nissan na Grã-Bretanha "visualiza" os carros que estão atualmente na linha de montagem e envia as ordens para Akeda-Hoover, que fornece seus assentos. A Akeda-Hoover agenda sua produção diária para bancos com a cor específica e estilo encomendado pela Nissan. Os assentos são movidos diretamente da Akeda-Hoover para um automóvel na linha de montagem da Nissan. Os Sistemas de Informação desempenham um papel crucial na integração, porque eles transmitem as informações e também são responsáveis por processá-las.

A integração pode ocorrer até mesmo através de várias etapas consecutivas da cadeia de valor do produto, tais como o caminho que a indústria têxtil e do vestuário

tem usado EDIs (Electronic Data Interchange) para acelerar a reorganização em toda as fases da cadeia de valor. Quando a loja de departamentos Dillard's constata que o inventário de um estilo de calças está abaixo de um nível específico, ela notifica o fato ao fabricante Hagggar eletronicamente. Se a Hagggar não tem o tecido para a fabricação das calças necessárias, ela notifica o fabricante têxtil Burlington Industries eletronicamente.

#### *Os cinco níveis de integração*

A questão fundamental no processo de negócio envolve o nível desejado de integração entre os diferentes processos de negócio. A figura resume cinco diferentes níveis de integração. Os primeiros dois níveis podem não ser tão aparentes quanto aos tipos de integração mencionados nos exemplos anteriores, mas vale a pena mencionar como métodos de manutenção dos alinhamentos e eficiência.

- 1) Cultura Comum;
- 2) Padrões Comuns;
- 3) Compartilhamento de Informações;
- 4) Coordenação; e
- 5) Colaboração.

1) **Cultura comum:** *compartilhar entendimentos e crenças.*

Pessoas envolvidas em dois processos independentes compartilham as mesmas crenças gerais e expectativas sobre como as pessoas se comunicam e trabalham juntas. Este ato de compartilhar crenças torna mais fácil o trabalho coletivo e resolve conflitos, quando necessário.

2) **Normas comuns:** *Usando a terminologia e procedimentos consistentes para tornar os processos de negócio mais fáceis de serem mantidos e interfaceados.*

Dois diferentes processos de negócio usam os mesmos padrões, mas de outra forma operar independentemente. Por exemplo, dois serviços diferentes podem usar o mesmo tipo de computador pessoal ou o software de processar palavras. Operando com acordo sobre normas deste tipo, pode-se criar economias de escala para o pessoal técnico, que pode ser capaz de aprender e memorizar um menor número de opções técnicas. Isso

também pode aumentar a possibilidade de outras formas de integração no futuro.

**3) Compartilhamento de informações:** *O acesso recíproco aos dados através de processos de negócios que operam de forma independente.*

Dois diferentes processos de negócio compartilham algumas das mesmas informações, embora o compartilhamento de informação não envolva diretamente receptividade mútua. Por exemplo, um departamento de vendas e um departamento de produção pode compartilhar o banco de dados de produção de tal forma que o departamento de vendas saiba qual a capacidade ainda está disponível para ordens de produção adicionais.

**4) Coordenação:** *Negociação e troca de mensagens permitindo que processos distintos, mas interdependentes, possam responder às necessidades e limitações um do outro.*

Diferentes processos de negócio mantêm sua função própria e única identidade, mas passam a informação de volta e adiante para coordenar os seus esforços em direção a um objetivo comum. Por exemplo, o departamento de vendas informa ao departamento de produção o que eles podem vender, o departamento de produção responde com um cronograma de fabricação provisório. Então, eles negociam para se chegar a um plano viável, de modo que cada um possa realizar o seu próprio trabalho do departamento.

**5) Colaboração:** *Interdependência forte o suficiente entre os processos de modo que a sua identidade única comece a desaparecer.*

Dois diferentes processos de negócio fundem sua identidade (parcial ou totalmente) para realizar os objetivos maiores da empresa. Por exemplo, com base na necessidade de introduzir mais facilmente os produtos fabricáveis no mercado mais cedo, muitas empresas mudaram para processos de desenvolvimento de produtos que envolvem colaboração estreita entre engenharia, marketing e manufatura.

A diferença entre o compartilhamento de informações, coordenação e colaboração é muito importante para compreender os potenciais benefícios de investimentos em sistemas de informação. Embora muitas vezes apontado como um dos

principais benefícios dos investimentos em tecnologia da informação, o compartilhamento de informações não implica necessariamente que uma verdadeira coordenação ou colaboração irá ocorrer. A tecnologia pode dar acesso à informação, mas a coordenação e colaboração requerem compromissos de ação por parte dos participantes. Portanto, os integradores de sistemas devem ter cuidado em procurar o nível de integração que as pessoas na organização estão dispostos a comprometer-se.

Por outro lado, muitas formas de compartilhamento de informação oferecem benefícios significativos, sem exigir receptividade entre os processos de negócio. Considere dois processadores comerciais em bibliotecas, o Processo de Catalogação, que registra o que a biblioteca possui, e o Processo de Circulação, que registra o que tem sido emprestado. Se estes são sistemas totalmente separados, você pode descobrir que a biblioteca possui alguma coisa, mas depois descobrir que não está nas prateleiras, porque está emprestado (ou perdido). Se os dois sistemas são integrados utilizando computadores, a tela do computador que identifica itens catalogados também pode indicar se eles estão emprestados. Este compartilhamento de informações entre os sistemas poupa muito tempo para os usuários da biblioteca.

### ***Problemas com integração forte:***

Repare como alguns sistemas parecem ser menos integrados do que deveriam ser. Por exemplo, a maioria dos sistemas atuais da ATM tem um atraso entre o momento em um depósito ATM é feito e o momento em que é reconhecido como dinheiro disponível para uso. Isto é especialmente evidente nos fins de semana, quando um depósito na sexta-feira a noite não pode ser reconhecido até segunda-feira, primeiro dia útil seguinte. Este intervalo de tempo mostra que o processo de "fazer" o depósito não é totalmente integrado com o processo de contabilização de verificação de saldos de conta.

Embora a integração total dos processos seja desejável, forçando os processos a responderem uns aos outros com muita frequência, isso pode tornar mais difícil

para cada processo fazer seu trabalho. Esta é uma das muitas razões que fábricas que produzem produtos não customizados "congelam" seus roteiros uma semana ou duas semanas antes da fabricação. Seus gestores acreditam que os cronogramas de produção mudando continuamente em resposta aos acontecimentos diários do departamento de vendas causa muito caos e ineficiência na produção. A dificuldade em responder rapidamente e, ao mesmo tempo, manter a qualidade da produção e eficiência, é uma das razões que faz com que a receptividade com os clientes seja uma questão genuína de competitividade.

Os integradores de sistemas de informação, por vezes, evitam sistemas de informação altamente integrados por suas próprias razões. Eles muitas vezes preferem construir dois sistemas de informação separados, além de uma interface que opera em um cronograma, que possa mudar diariamente ou semanalmente. Essa abordagem é geralmente muito mais simples do que a integração em tempo real, garantindo que todos os eventos registrados por qualquer sistema sejam imediatamente refletidos no outro. Pensando na conexão entre dois sistemas como uma interface, isto divide um grande problema em dois problemas menores, que podem ser resolvidos individualmente. Muitas vezes isso significa que um sistema de informação útil estará disponível mais cedo. Construir uma interface é especialmente adequado quando a capacidade desejada de um novo sistema está aberta ao debate, ou quando a situação dos negócios está mudando rapidamente. No entanto, o menor nível de integração que resultar pode ter consequências negativas. Por exemplo, pode haver um grande atraso na interface entre o sistema de devolução dos clientes e o sistema de inventário utilizado para ordens dos clientes. Este atraso pode resultar em situações em que o material devolvido por um cliente pode ser enviado para outra ordem, exceto se o sistema de inventário ainda não reconhecer que o retorno ocorreu.

Outro problema com sistemas fortemente integrados (também chamado fortemente acoplados) é que são mais propensos à falhas catastróficas, do que os sistemas menos integrados. Sistemas fortemente acoplados têm pequena folga, exigem que as coisas em uma ordem

específica e dependem de todos os componentes para que funcionem dentro dos limites específicos. Quando um componente falha, os outros também podem falhar imediatamente. Exemplos de sistemas fortemente acoplados em nossa sociedade incluem aviões, usinas nucleares, redes elétricas e sistemas de guerra automatizada. Em contraste, os sistemas fracamente acoplados são descentralizadas, têm recursos flexíveis e redundâncias, que permitem atrasos e substituições; além disso, permitem que as coisas sejam feitas em ordens diferentes. Neste caso, as falhas tendem a ser localizadas e, portanto, podem ser isoladas, diagnosticadas e corrigidas rapidamente. Assim, altos níveis de integração têm vantagens e desvantagens que devem ser analisadas cuidadosamente.

### ***Índice de Automação***

O principal objetivo é resumir e aplicar o método elaborado por Agostinho (2010) no caso específico abordado pelo nosso trabalho; ou seja, uma empresa com ERP e MES instalados.

Um modelo simplificado para se analisar o sistema de manufatura é mostrado na figura anterior. Este modelo divide o sistema de manufatura em 4 principais atividades:

- 1) Chão de Fábrica;
- 2) Negócios;
- 3) Engenharia; e
- 4) Negócios.

Cada atividade pode ser dividida em 3 principais subatividades:

- 1) Chão de Fábrica: Responsável pela Transformação de Forma e Característica, pelo Fluxo de Materiais e pelo Gerenciamento e Controle da Informação;
- 2) Negócios: Responsável por Marketing, Suprimentos e Planejamento
- 3) Engenharia: Responsável pela Geração do Produto, Geração dos Meios de Manufatura e pela Comunicação com o Chão de Fábrica; e

- 4) Suporte: Responsável por Suporte à Qualidade, Suporte à Operação e Suporte às Facilidades.

Cada atividade pode então ser representada por três eixos triortogonais; cada eixo representando as respectivas subatividades. A automação será quantificada, para cada uma das subatividades, pelo valor do índice de automação  $i_A$ ; sendo que o valor será maior (máximo = 1) proporcionalmente ao nível de automação de cada subatividade.

Então, a origem dos eixos cartesianos representará automação nula, ou seja, as subatividades são feitas pelo homem.

Nesta nossa análise, semelhante ao modelo estabelecido por Agostinho (2010), será considerado somente o emprego de automação programável; portanto, a automação rígida não faz parte da nossa análise.

Neste caso de automação programável (flexível), as interfaces de comunicação serão de mesma espécie e, para se prover integração com trânsito sinérgico das informações, será necessário que os valores dos índices de automação sejam aproximadamente iguais; pois caso contrário, haveria um desbalanceamento entre as subatividades, o que tenderia a dificultar a sinergia de integração.

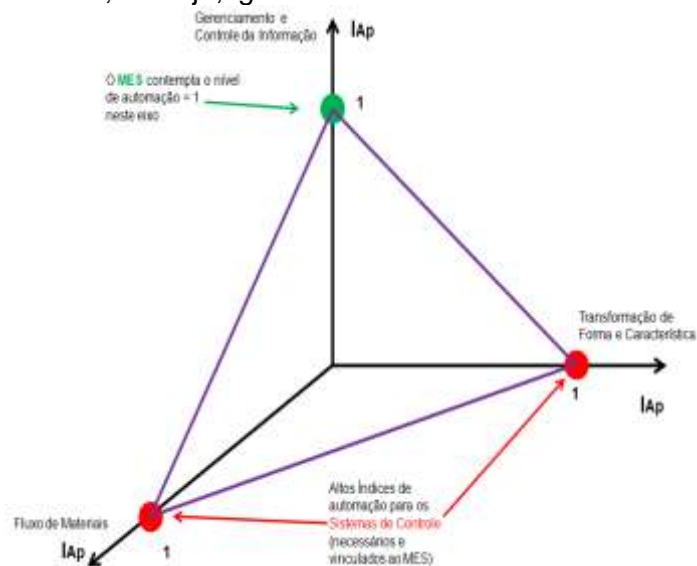
Em resumo, a evolução equilibrada da automação, medida pelos índices  $i_A$  nos três eixos coordenados evitará o aparecimento de "ilhas isoladas de automação", que não possibilitam integração futura. Outra explicação cita que, devido aos índices de automação flexível serem aproximadamente iguais, as interfaces para passagem de informação são aproximadamente as mesmas; com isso, as informações nas três subatividades transitam em ambientes com aproximadamente o mesmo grau tecnológico de automação, o que facilita a sua sinergia. Há que se destacar, também, que o nível de organização mantém, na grande maioria das vezes, coerência com o grau de automação para cada arquitetura mostrada.

Para que haja integração sinérgica, é necessário um índice de automação balanceado nos 3 eixos, conforme a figura anterior, que trata especificamente da atividade de Chão de Fábrica.

Nota-se que nesta figura, as 3 arquiteturas possíveis possuem índice de automação similar nos 3 eixos; sendo que, as 3 arquiteturas apresentadas são condições para que haja integração entre as subatividades; ou

seja, a arquitetura 3, que apresenta maior índice de automação nos 3 eixos não é, necessariamente, o melhor modelo de integração.

Neste caso, devido ao fato que se trata de um Sistema de Informação, o MES – *Manufacturing Execution System*, ou Sistema de Execução de Manufatura, aplicado ao Chão de Fábrica, o Índice de Automação no eixo relacionado às subatividades de Gerenciamento e Controle da Informação é máximo; ou seja, igual a 1.



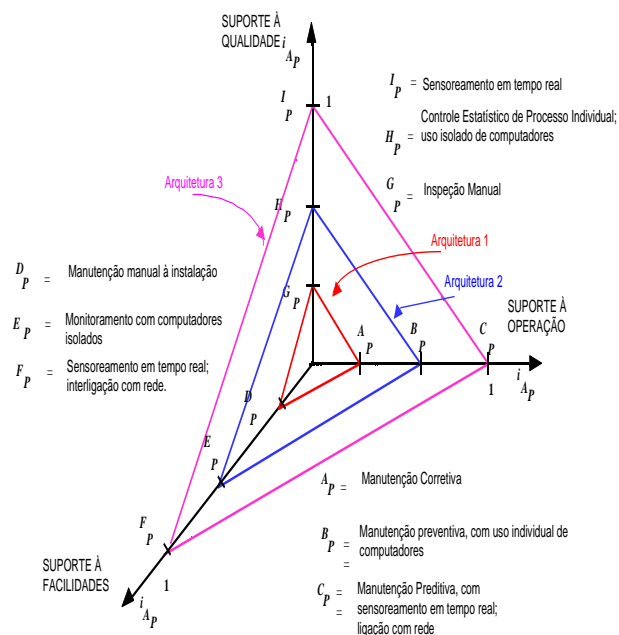
**Figura 6 – Atividade de Chão de Fábrica – Aplicação de Automação Programável – Arquitetura 3 com MES.**

Porém, se o MES foi implantado no Chão de Fábrica, isto somente se justifica se houver os Sistemas de Controle automatizados, que são necessários para a alimentação das informações do MES, apesar do fato que algumas informações necessitam da intervenção humana; porém, prevalece o Índice de automação máximo nos dois outros eixos, relacionados ao Fluxo de Materiais e Transformação de Forma e Característica.

Do mesmo modo, podemos analisar o Índice de automação da atividade de Suporte, que semelhante à atividade de Chão de Fábrica, necessitará que os índices dos 3 eixos sejam balanceados para facilitar a sinergia de Integração.

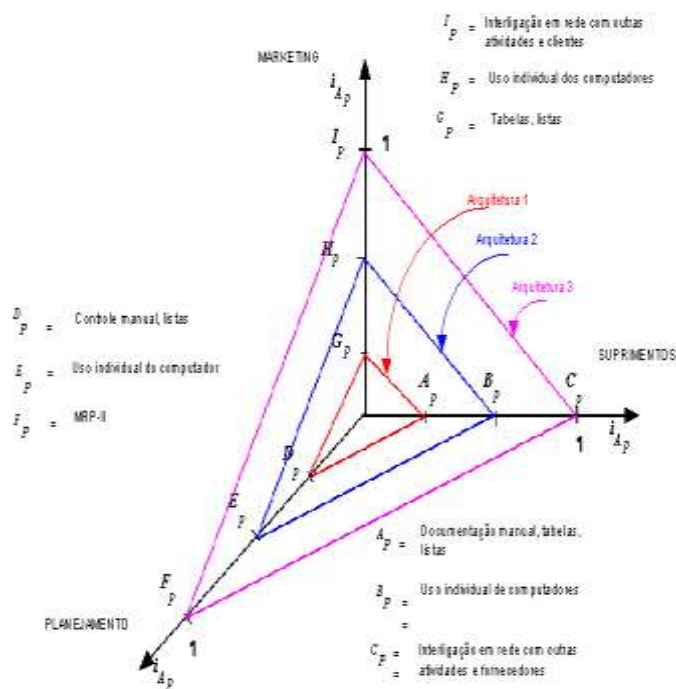
No nosso caso específico, onde há dois Sistemas de Informação implantados, um MES e um ERP, as subatividades de Suporte à Operação, Suporte à Qualidade e Suporte à Facilidades também possuem Índice de

Automação máxima, pois esta condição é fundamental para uma integração de sistemas computadorizada.

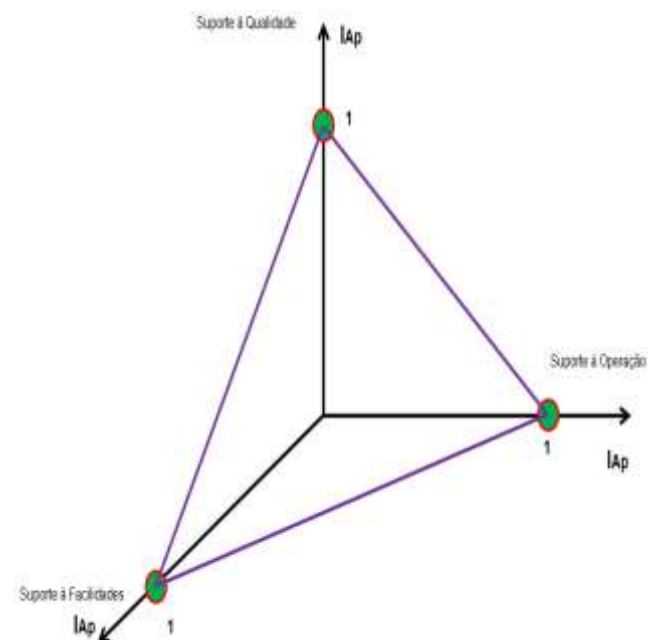


**Figura 7 – Atividade de Suporte – Aplicação de Automação Programável com características de Integração.**

automação da atividade de Suporte, vinculada a um MES e um ERP implantados, o que exigirá ainda mais das atividades de Suporte, principalmente relacionadas aos sistemas de controle.



**Figura 9 – Atividade de Negócio – Aplicação de Automação Programável com características de Integração.**



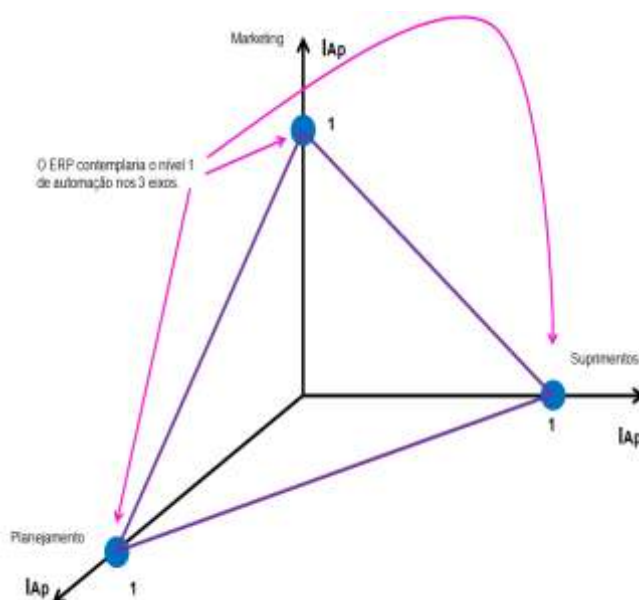
**Figura 8 – Atividade de Suporte – Aplicação de Automação Programável – Arquitetura 3 com MES e ERP.**

Repetindo-se, neste caso da figura acima, as mesmas condições anteriores sobre o Índice de Automação, que deve ser balanceado nos 3 eixos, o mesmo se aplica na análise das subatividades de Negócio, que são: Marketing, Planejamento e Suprimentos.

Do mesmo modo, podemos analisar a atividade de negócio para o nosso caso específico, cujo principal Sistema de Informação que atua é o ERP – *Enterprise Resource Planning*, que é um Sistema Gerenciador do Negócio.

Cabe ressaltar que o ERP já é um Sistema integrado; portanto, com certeza absoluta, se todos os módulos do ERP estiverem habilitados, o Índice de automação nos 3 eixos será máximo.

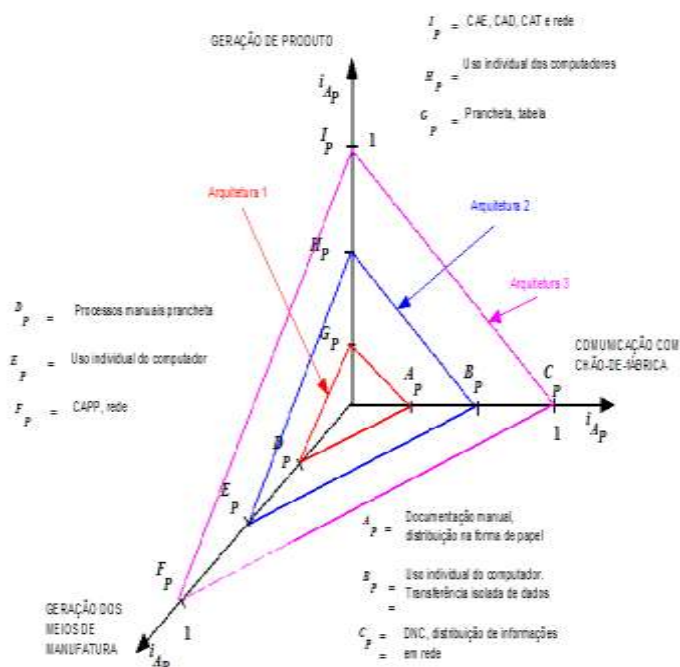
Por isso, o gráfico anterior demonstra esta condição máxima de



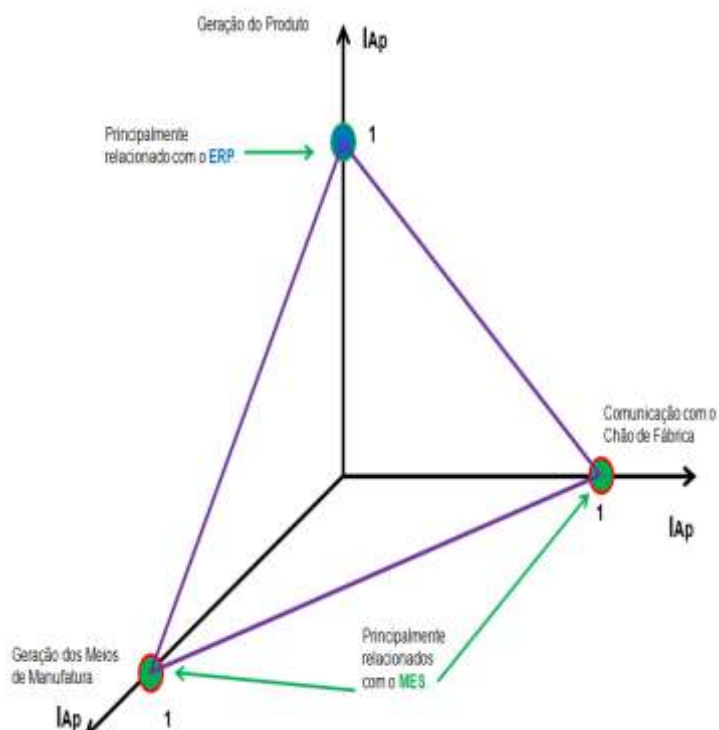
**Figura 10** – Atividade de Negócio – Aplicação de Automação Programável – Arquitetura 3 com ERP.

Similarmente às análises anteriores, finalmente analisamos a Atividade de Engenharia, que também deve ter os Índices de Automação balanceados em seus eixos, cujas subatividades são: Geração de Produto, Geração dos Meios de Manufatura e Comunicação com o Chão de Fábrica.

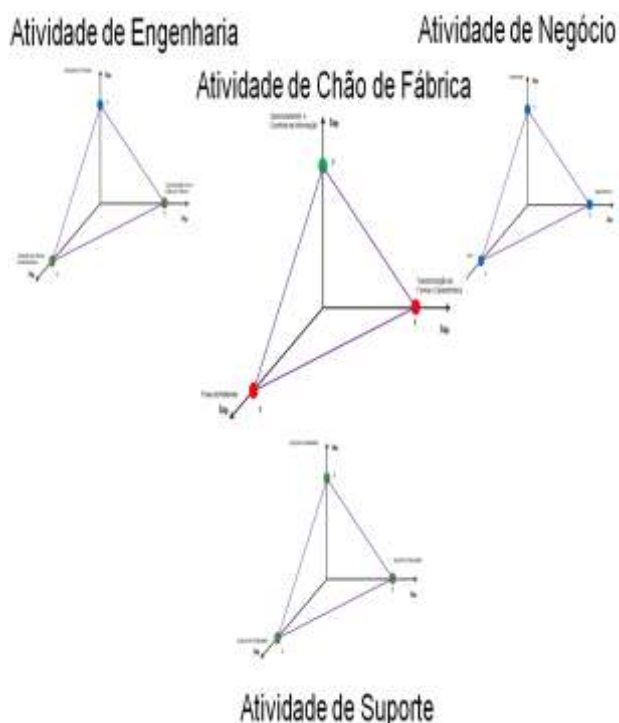
No nosso caso específico, com existe o MES e o ERP, há uma forte influência da automação nas subatividades, pois o MES deve principalmente influenciar na Comunicação com o Chão de Fábrica e na Geração dos Meios de Manufatura; já o ERP deve influenciar mais na relação com a Geração do Produto, pois envolve principalmente a subatividade de Marketing, que está vincula à atividade de Negócio.



**Figura 11** – Atividade de Engenharia – Aplicação de Automação – Arquitetura com características de Integração.



**Figura 12** – Atividade de Engenharia – Aplicação de Automação Programável – Arquitetura 3 com MES e ERP.



**Figura 13** – Caso de uma organização com ERP e MES – com Índice de automação Máximo nas 4 Atividades.

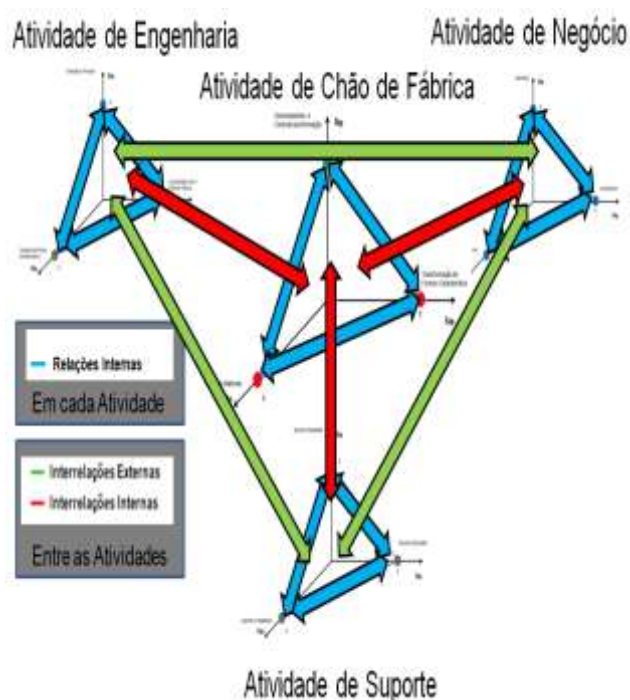
Juntando-se as 4 atividades do Sistema Simplificado, quando ocorre este índice de Automação máximo nas 4 Atividades, pode-se concluir que existe uma arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural Total, onde a palavra Estrutural indica que esta arquitetura potencializa a possibilidade e tende a facilitar a integração de informações.

Esta conclusão está baseada em alguns pontos destacados por Agostinho (2010), onde encontra-se o que se segue:

- 1) ... O **Sistema de Manufatura** é, na sua essência, um **Sistema de Informações**, e a sua **Integração** é função da **sinergia do fluxo das informações**... (cap 8)
- 2) ... A **integração** só se dará quando a passagem de informações **altera** a maneira pela qual a organização opera. (cap 8)
- 3) A **automação**, quando assumida como tecnologia disponível, **provê pré-condições** para o **tráfego das informações** em cada atividade do Sistema de Manufatura. (cap 8)
- 4) A **integração do Sistema de Manufatura** representa um **estado** de organização, refletido na capacidade de **transitar informações sinergicamente** entre suas atividades e subatividades. (cap 9).

Neste momento compreendemos que a sinergia da integração está vinculada ao fluxo de informações, cuja estrutura automatizada via ERP e MES já existe; porém, ainda há uma dependência da troca de informações.

Em resumo, a existência do ERP e o MES não garantem que exista a Integração no sistema; ou seja, índices de automação máximos em todas as atividades não necessariamente indicam índice máximo de integração do Sistema de Manufatura, pois a integração depende da sinergia do fluxo de informações.



**Figura 14** – Fluxo de Informações em uma organização com ERP e MES – com Índice de automação Máximo nas 4 Atividades.

Enfim, conclui-se que:

- 1) Somente a indicação de Índice de **automação máximo** em cada atividade, **não é condição suficiente** para comprovar que existe **integração** no sistema e, por consequência, das informações.
- 2) Esta indicação de Índice de **automação máximo** em cada atividade pode ser uma **condição que facilite a Integração**, pois é chamada de **Integração Estrutural**, indicando que existe uma **estrutura** que pode facilitar a **integração total do sistema de manufatura**.

3) As inter-relações entre as atividades e as relações internas de cada atividade são funções diretas **da troca de informações** entre os Sistemas utilizados.

4) No caso específico deste trabalho, se a organização já possui **MES** e **ERP** (com todos Módulos instalados), isso indica um **alto índice de automação** nas subatividades envolvidas; porém, a integração entre os dois Sistemas vai depender, principalmente, da **Troca de Informações**.

### **Índice de Comunicação**

Conforme detalhado na análise do Modelo de Integração Estrutural como Função de Automação, concluímos que, além da Automação, a **Integração** de Sistemas está diretamente relacionada com a **Troca de Informações**; conseqüentemente, está diretamente relacionada com a **Comunicação**.

Por isso, a partir deste ponto, faremos algumas análises levando-se em conta o fator Comunicação na Integração de Sistemas.

#### *Automação vs Comunicação*

Baseando-se nos 5 níveis de Integração estabelecidos por Steven Alter:

- 1) Cultura Comum;
- 2) Padrões Comuns;
- 3) Compartilhamento de Informações;
- 4) Coordenação; e
- 5) Colaboração.

Podemos concluir que a Comunicação tem relação direta com todos indicados anteriormente, fato que não ocorre com relação à Automação. Ou seja, percebemos que um Indicador de Comunicação, se existisse, poderia nos mostrar o grau de integração entre sistemas. Como não encontramos nada semelhante na literatura, passamos a elaborar um novo Método de Análise de Integração Baseado em Comunicação.

#### *Nova Proposta: Método de Análise de Integração Baseado em Comunicação*

Baseando-se na pesquisa realizada, a nova proposta de um Método de Análise de Integração Baseado em

Comunicação, teve as seguintes considerações Iniciais.

- A **Integração** de Sistemas está diretamente relacionada com a **Troca de Informações**; conseqüentemente, está diretamente relacionada com a **Comunicação**.
- Pensando em Sistemas de Informação, esta **integração** poderia apontar para duas condições principais, relacionadas à **Automação** e **Comunicação**.
- O Índice de automação e a sua forma de análise (balanceada nos 3 eixos) já sabemos fazer; portanto, basta encontrar um **método** para mensurar o Índice de **Comunicação** entre cada Sistema.
- O indicador de Comunicação proposto pode ser obtido através de 3 medidas:

- 1) **Confiabilidade** (nas informações trocadas);
- 2) **Padronização** (mesma linguagem); e
- 3) **Utilidade** (em benefício da organização).

**1) CONFIABILIDADE:** Esta medida, basicamente, é o grau de **conformidade da troca de informações**; ou seja, a confiança de que as informações enviadas são realmente recebidas, exatamente conforme foram enviadas. (Neste caso, podemos considerar os detalhes tecnológicos envolvidos na troca de informações entre os sistemas; porém, se for uma troca de informações verbais, por exemplo, não há tecnologia envolvida, há somente uma análise do grau de entendimento entre emissor e receptor da informação; ou seja, se a informação entendida foi conforme a falada).

**2) PADRONIZAÇÃO:** Esta medida é importante para enfatizar que a troca de informações (ou dados) com 100% de confiabilidade não é suficiente, pois se um sistema não compreender o outro, ou se houver falhas nesse entendimento (ou na conversão de



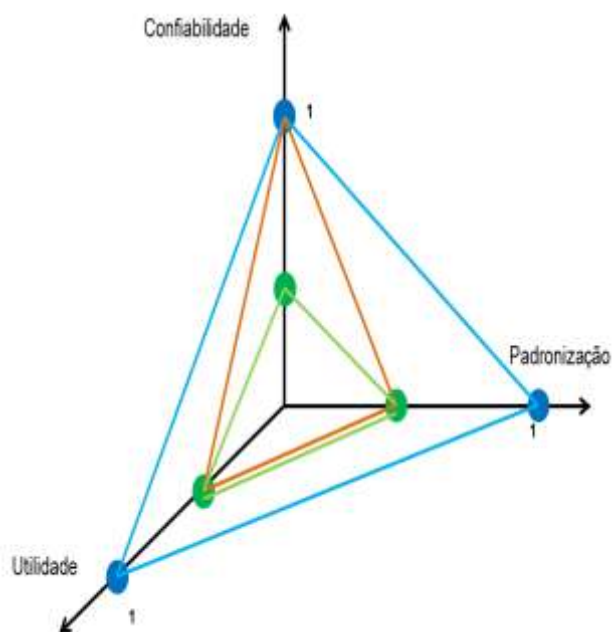
dados), com certeza a comunicação será prejudicada. Por isso, há a necessidade de **padronização desta troca de informações**. Então, os Sistemas precisam “falar a mesma língua”, ou, se eles não falam a mesma língua, é necessário um excelente “tradutor” para converter a informação original no sentido exato do seu significado, de modo que não ocorra erros ou confusões.

- 3) **UTILIDADE:** Finalmente, assumindo 100% de confiabilidade e 100% de compreensão, se a informação for **inútil**, nada disso tem **valor** para a organização, apesar desta comunicação ter sido “**perfeita**”. Assim, essa comunicação não resulta em integração, pois não é algo que vai facilitar, melhorar e/ou agilizar os processos e decisões da organização. Neste Indicador podemos refletir sobre um novo conceito de **Comunicação “Just in Time”**; ou seja, o maior grau deste indicador será atingido quando as informações úteis chegarem sempre no **momento certo**; portanto, estas informações não precisam ser grandes em quantidade; mas sim, **precisas e exatas**; nem mais, nem menos daquilo que é necessário.

### Cenários

Similar ao método do Indicador de Automação, podemos representar o Indicador de Comunicação graficamente através de 3 eixos triortogonais, cada eixo representando um dos 3 subindicadores estabelecidos: Confiabilidade, Padronização e Utilidade.

A figura a seguir mostra alguns cenários possíveis para o Indicador de Comunicação entre Sistemas de Informação:



**Figura 15** – *Indicador de Comunicação e alguns cenários possíveis.*

Nesta figura podemos visualizar 3 cenários possíveis:

- 1) O maior Índice de Comunicação ocorre quando os 3 eixos são máximos (vide triângulo azul). Neste caso ocorre 100% de Confiabilidade, 100% de Padronização e 100% de Comunicação Útil. Logicamente, este é o cenário ideal de Comunicação desejado em qualquer Integração de Sistemas de Informação.
- 2) No segundo caso, vide triângulo laranja, a Confiabilidade nas Informação Trocadas é de 100%; ou seja, todas as Informações enviadas são recebidas conforme haviam sido enviadas; porém, a Padronização desta troca de Informações não é completa (cerca de 50 %), o que acaba refletindo num Indicador médio de Utilidade (cerca de 50 %), talvez devido à falta de Padronização e/ou existência de Informação sem utilidade.
- 3) No terceiro caso, vide triângulo verde, os 3 indicadores são médios; ou seja, há falhas de Confiabilidade na troca de

Informações, há falhas de Padronização e, associado a isso, ocorre um Indicador de Utilidade médio, que também pode ser afetado pela inutilidade das informações trocadas.

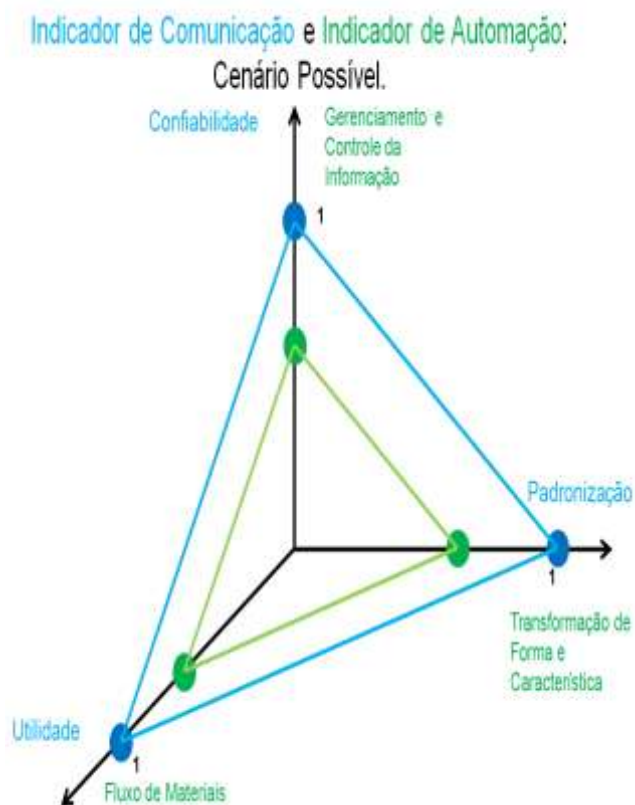
Em nossa análise visual (dos triângulos), entendemos que a melhor arquitetura entre os 3 cenários, logicamente é aquela que apresenta maior Índice de Comunicação nos 3 eixos; portanto, o triângulo azul é a situação ideal, conforme já citado anteriormente.

Porém, neste caso do Indicador de Comunicação, entendemos que a análise do balanceamento dos 3 eixos não se justifica e que a melhor arquitetura entre os triângulos laranja e verde, é o laranja, pois apresenta maior índice geral de Comunicação, somando-se os 3 eixos. Para exemplificar esta situação, pensamos o seguinte: Na arquitetura laranja, há 100% de confiabilidade na troca de informações; ou seja, neste cenário os problemas estão relacionados à falta de Padronização e/ou Inutilidade das informações trocadas. Já na arquitetura verde, já ocorre uma falta de confiança nas informações trocadas; ou seja, cerca de 50 % do que é enviado não é recebido em conformidade, o que já causa problemas erros nas informações recebidas; ou seja, neste caso, além da falta de padronização e/ou inutilidade das informações trocadas, ocorre erros na informação recebida, o que a torna inútil. Portanto, o cenário laranja é um pouco melhor que o verde, pois as melhorias devem ser focadas apenas em dois eixos, da Padronização e Utilidade.

Na próxima figura, colocamos no mesmo gráfico o Indicador de Comunicação e o Indicador de Automação, considerando a Atividade de Chão de Fábrica; ou seja, tentamos analisar o Indicador de Comunicação entre os Sistemas que afetam os processos nesta atividade.

Nesta caso, em azul está o Indicador de Comunicação, com índices máximos nos 3 eixos, e em verde está o Indicador de Automação, que seria correspondente à arquitetura 2, que já foi abordada anteriormente quando analisamos o Modelo de Integração Estrutural como Função de Automação, que representa uma

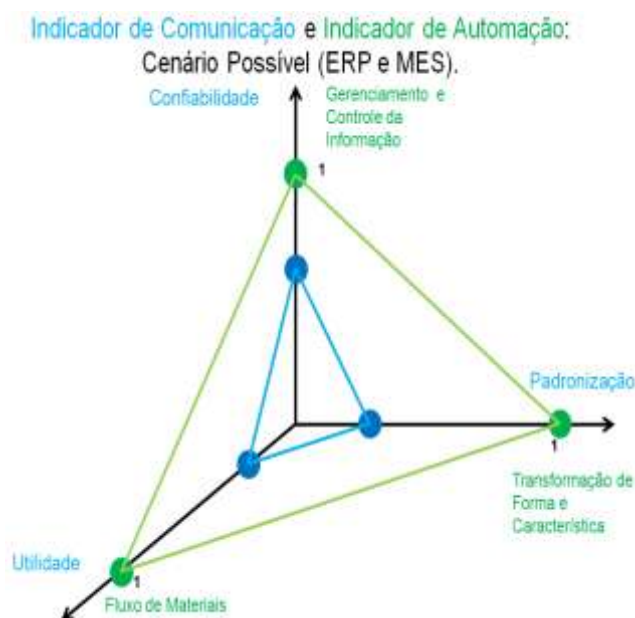
automação balanceada entre as subatividades do Chão de Fábrica.



**Figura 16** – Cenário Possível de Indicador de Comunicação e Indicador de Automação no Chão de Fábrica.

Outro cenário possível é mostrado na próxima figura, onde há um MES e ERP implantados, o que justifica um índice de Automação máximo nos 3 eixos das subatividades do Chão de Fábrica (vide triângulo verde, correspondente à arquitetura 3 do Modelo de Integração Estrutural como Função de Automação).

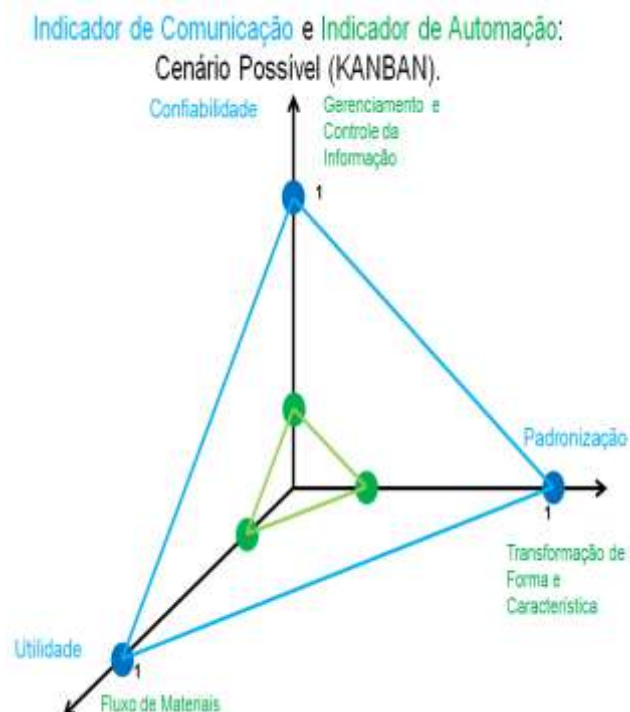
Neste cenário, apesar da automação máxima possibilitada pela existência do MES e ERP, o Indicador de Comunicação entre os dois Sistemas não é máximo, pois ocorre problemas de Confiabilidade na Troca de Informação e falta de Padronização, que acabam refletindo no indicador de Utilidade, devido aos erros e incompreensões que ocorrem durante a troca de informações e/ou informações inúteis que são trocadas.



**Figura 17** – Cenário Possível (com ERP e MES): Indicador de Comunicação e Indicador de Automação no Chão De Fábrica.

Este caso específico, com MES e ERP, ocorre com uma certa frequência em diversos Sistemas de Manufatura, conforme constatado durante o período de pesquisa, caracterizando falta de integração entre o MES e ERP, por diversos motivos, desde a falta de Padronização da interface de comunicação entre os dois sistemas, até os conflitos de relacionamento entre o Chão de Fábrica e Negócios.

Outro cenário possível é mostrado na próxima figura. Neste caso, é considerado a arquitetura 1 do Modelo de Integração Estrutural como Função de Automação, onde se utiliza Kanban para as diversas tarefas do Chão de Fábrica, ressaltando-se que os 3 eixos estão balanceados; portanto, as condições de automação estão adequadas estruturalmente para permitir uma sinergia na troca de informações, o que deve refletir na integração.



**Figura 18** Cenário Possível (com Kanban): Indicador de Comunicação e Indicador de Automação no Chão De Fábrica.

Neste caso, o índice de Comunicação é máximo nos 3 eixos; portanto, atingindo o cenário ideal para a troca de informações.

Qual seria o melhor cenário de Integração? Este com kanban (com Índice de Comunicação máximo) ou aquele anterior, com ERP e MES (com Índice de Automação Máximo)?

A resposta é este com Kanban, que está com índice de Comunicação máximo e Índice de Automação balanceado; pois o anterior, apesar de ter Índice de Automação máximo e nivelado, apresenta Índice de Comunicação médio, o que caracteriza falta de sinergia na troca de informações, resultando em uma integração com falhas, causadas pela falta de Padronização, falta de Confiabilidade e falta de Utilidade nas Informações trocadas.

Portanto, o cenário com Kanban e Comunicação máxima apresenta **melhor** integração que o cenário com MES e ERP sem boa Comunicação.

Esta constatação, apesar de ser uma conclusão intuitiva, também comprova aquilo que encontramos durante as pesquisas, pois uma arquitetura Enxuta, baseada em Kanbans, é considerada um bom cenário de integração no Chão de Fábrica. Portanto, através desta metodologia conjunta, utilizando-

se o Índice de Automação balanceado e o Índice de Comunicação, pode-se comprovar matematicamente (e visualmente) que o cenário com *Lean Manufacturing* (Fabricação Enxuta) acaba resultando em uma melhor integração de sistemas; ou seja, melhor integração dos processos de negócio relacionados à produção, quando comparado com cenários tradicionais.

#### 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

As conclusões aqui expostas, se baseiam, em sua maioria, em conclusões intuitivas; portanto, necessitam de maior estudo para serem comprovadas

A Integração de Sistemas está diretamente relacionada com a Troca de Informações; conseqüentemente, está diretamente relacionada com a Comunicação, cujo máximo é atingido quando “falam a mesma língua” e compartilham informações úteis.

Em resumo, mesmo que exista um alto Índice de Automação (Programável) em cada um dos SIs envolvidos, genericamente falando, isto não é condição suficiente para se concluir que há integração; pois esta é diretamente dependente, antes de tudo, da COMUNICAÇÃO, cuja plenitude se atinge com: Confiabilidade, Padronização e Utilidade.

Portanto, quanto maior o Índice de Comunicação, melhor será a Integração entre os Sistemas envolvidos.

Porém, quanto mais forte for esta Integração (no sentido de rigidez, que exija que as coisas aconteçam em uma determinada ordem), logicamente, menor será a flexibilidade para mudanças, ou adaptações, em casos de falhas nos processos.

Deve ser ressaltado que o Índice de Comunicação não é um indicador diretamente proporcional à quantidade de informações trocadas; na verdade, o maior grau deste Índice é atingido quando as informações úteis chegam sempre no momento certo; portanto, estas informações não precisam ser grandes em quantidade; mas sim, precisas e exatas; nem mais, nem menos daquilo que é necessário; ou seja, poderíamos dizer que o maior Índice seria atingido quando houvesse uma Comunicação “Just in Time”,

cujos conceitos da metodologia JIT (relacionados com matéria prima e Inventário) podem ser aplicados neste caso de troca de informações; portanto, uma Comunicação Enxuta.

No caso do Índice de Comunicação, a necessidade de similaridade entre os 3 eixos não se aplica, conforme se utilizava na análise do Índice de automação. Portanto, a melhor integração ocorrerá quando os 3 eixos estiverem no seu máximo de indicação.

Este Indicador de Comunicação, utilizado em conjunto com o Indicador de Automação, pode comprovar, de uma forma matemática/metodológica, que nos 3 casos possíveis de melhor arquitetura de integração (balanceada e vinculada à automação), a melhor delas é a que tiver melhor Índice de Comunicação (mesmo que não seja balanceado).

Por isso, o Indicador de Comunicação pode ser utilizado para definir a melhor estratégia de Integração, envolvendo ou não SIs e Automação (por exemplo: uma empresa com Kanban pode ter um Indicador de Comunicação máximo, com automação balanceada mínima, conforme arquitetura 1).

Apesar de não ser o foco deste estudo definir a melhor solução técnica para os casos de integração entre SIs, o *Middleware* escolhido deve utilizar a troca de mensagens XML e *Web Services*, pois este é o padrão recomendado pela ISA 95. Neste trabalho, procurou-se ressaltar a importância da utilização da linguagem XML como um **padrão** para a troca de documentos eletrônicos na integração de sistemas, sejam EAI (dentro de uma organização) ou B2B (entre organizações), além da utilização dos *Web Services*, pois esta arquitetura permite a utilização de diversos protocolos, resultando em interoperabilidade entre aplicações e sistemas, mesmo que sejam de plataformas, ambientes e arquiteturas diferentes.

Neste caso específico dos SIs ERP e MES, os Índices de automação são máximos (considerando-se todos os módulos instalados e em uso); mesmo assim, isto não é condição suficiente para se concluir que há integração, pois a Integração é diretamente dependente, antes de tudo, da COMUNICAÇÃO, cuja

plenitude se atinge com: Confiabilidade, Padronização e Utilidade.

Portanto, quanto maior o Índice de Comunicação entre estes dois Sistemas, melhor será esta Integração entre eles.

Pode-se concluir que o trabalho atingiu seu objetivo principal que era a identificação das condições de integração de informações, aplicadas em Sistemas de Informação (SIs), especificamente quando se tem a composição de um Sistema Gerenciador de Negócios (ERP – Enterprise Resource Planning) e um Sistema de Execução de Manufatura (MES – Manufacturing Execution System).

Em resumo, a Integração de Informações entre SIs é dependente de dois fatores principais: a Automação (que deve ser sempre balanceada entre as atividades e subatividades) e a Comunicação, que deve atender as exigências máximas de Confiabilidade, Padronização e Utilidade, o que chamamos de Comunicação Enxuta (aplicando os conceitos JIT).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- \_\_\_\_\_. IT CENTRAL. O que faz o BizTalk e quando podemos utilizá-lo.
- \_\_\_\_\_. MICROSOFT BIZTALK SERVER A. Sua empresa – conectada. BizTalk.
- \_\_\_\_\_. MICROSOFT BIZTALK SERVER 2006 B. Preço e Licenciamento do BizTalk Server 2006.
- AGOSTINHO, Oswaldo Luiz; Notas de aula da disciplina de “IM194 – Integração da Manufatura”, FEM, Unicamp – 2010.
- ALTER, Steven; Information Systems: a Management Perspective. USA: Second edition. Editora Benjamim/Cummings. 1996.
- BARBIERI, Carlos. BI – Business Intelligence: Modelagem e Tecnologia. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2001.
- BARRAL, Jader Alexandre Gomes - Integração de Sistemas de Informação por meio do Biztalk Server: Análise do Caso Volkswagen - Universidade Estadual de Montes Claros – MG – 2007.
- BARTHOLOMEW, D. Where's the Magic? Suport for lean, improved visibility into operations drive investment in plant-floor technology. Industry Week. 2006.
- CUMMINS, F.A. Integração de Sistemas. Tradução de “Enterprise Integration”, John Wiley & Sons, Inc. 1.ed. Editora Campus, 2002.
- EGREJA, L. R. Conectando..., Controle e Automação. 2008.
- ENARI et al. Difusão do conhecimento a partir da coleta de dados do sistema MES em uma fábrica de eletroeletrônicos. Universidade de Taubaté e UNESP. 2009.
- GIUNCHETTI, Frederico França. Coordenação de Projetos para Implementação de Sistemas MES. Unifei. 2004.
- HESTERMANN et al. Magic Quadrant for Midmarket and Tier 2-Oriented ERP for Product-Centric Companies. Gartner Group. 2009.
- LAUDON, C.K; LAUDON, J.P. Sistemas de Informação. 4ed. Rio de Janeiro. LTC Editora, 1999.
- LINTHICUM, D.S. Next Generation Application Integration: From Simple Information to Web Service. Addison Wesley, 2003.
- LEE, J.; SIAU, K.; HONG, S. Enterprise Integration with ERP and EAI Communications of the ACM, vol. 46, 2003.
- MURPHY, C. Tying it all together. Information Week. Manhasset, 2003.
- NEVES, J. M. S. DAS; SANTOS, F. C. A. Implantação de tecnologias de informação utilizadas na integração entre o chão de fábrica e os sistemas ERP, Controle e Automação. 2008.
- OLIVEIRA, João Fernando Gomes de; Martins, Vinicius; Mardegan, Ronaldo. Estudo da integração entre sistemas SCADA, MES e ERP em empresas de

manufatura discreta que utilizam processos de usinagem. USP. 2003.

OLIVEIRA, T. R. de. Da automação para a informação: como transformar sonho em realidade no meio de uma sopa de letras. Controle e Automação. 2008.

SILVA, Luis Antonio L. A Arte de Integrar Sistemas: Compartilhamento de Informações de Diferentes Unidades de Negócios. FAJ. 2007

STOCKLER, L.A. BizTalk Server 2002 - Suas funcionalidades e como podem ajudar no seu negócio. 2007.

STANTON, Michael Anthony. O que é *Middleware*? Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2002.

SU Xiang, SUN Hongxia, LIAN Chunguang e YUE Xima: Study on Complex Products Job-shop Scheduling System Based on MES, Management Science and Engineering, 2009.

VANDERLEI, Marcelo Leite. Implantação de Controle Baseado no Sistema de Execução Da Manufatura (MES): Análise Em Empresa De Usinagem No Setor Aeronáutico. Universidade De Taubaté SP. 2009

VIEIRA, Ricardo Caruso. Integração de Sistemas Industriais – Revista Cadware – 2010.