

Visão atual da TI no chão de fábrica

ERP, Automação e Controle

Showcase - ProIndústria 2006

Congresso e Exposição Internacional de Produção Industrial

www.proindustria.com.br

Victory Fernandes

*Docente do curso de Eng. Mecatrônica da UNIFACS
Diretor de pesquisa e desenvolvimento da TKS Software
Mestrando em redes de computadores
Engenheiro eletricista
victoryfernandes@yahoo.com.br*

TKS Software

*Automação de processos industriais e sistemas dedicados
www.igara.com.br*

Abstract:

Now a days we see a huge space between ERP¹ systems and the plant floor in the matters that concerns the exchange of information.

At one side, ERP dealers and the best systems available; On the other side, automated systems with all kinds of process and control devices; Both systems running the tasks they have been designed for, but in a all independent and stand alone way.

Brazilian industry must be urgently updated toward information availability and plant floor integration, in a simple, instantaneous and trustful manner, which is the key for global goals and better results on productive processes.

Resumo:

Atualmente o que se observa é um enorme vazio separando o ERP e o chão de fábrica, no que diz respeito à troca de informações entre os mesmos.

De um lado, grandes dealers responsáveis pelos melhores sistemas ERP do mercado; de outro, sistemas de automação e controle de processos industriais envolvendo dispositivos diversos. Ambos executando as atividades para as quais foram projetados, porém de modo independente e estanque entre si.

É eminente a necessidade de atualização do parque industrial brasileiro no que diz respeito à disponibilidade de informações através da integração do chão de fábrica, de forma simples, instantânea e confiável, fundamental à melhoria dos processos produtivos e representando diferencial significativo para o seguimento.

Palavras-chave: *Automação industrial, integração do chão de fábrica, automação de processos e ERP.*

¹ ERP: *Enterprise Resource Planning*

1. Introdução

“...For more than 25 years, manufacturing companies have been investing in computer systems to help run their operations.” [MESA - 1997]

Este artigo, baseado no *Showcase “Visão atual da TI no chão de fábrica ERP, Automação e Controle”*, apresentado durante o *Congresso ProIndústria Mecânica 2006*, aborda o cenário atual do parque industrial brasileiro e tem por objetivo demonstrar a importância da integração dos processos no ambiente industrial para obtenção de ganhos de eficiência e performance, principalmente no que diz respeito à integração entre soluções de ERP e o chão de fábrica.

O artigo segue a estrutura da apresentação e é dividido em 06 (seis) macro blocos. São eles:

1. Introdução
2. São apresentados dados da *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC 2000* que traz indicadores do cenário industrial brasileiro, sendo feita uma análise dos mesmos tendo em vista a inovação tecnológica e a importância desempenhada pelos agentes externos.
3. O cenário atual é analisado sob o ponto de vista dos investimentos realizados nos últimos anos pelo setor industrial brasileiro, seus acertos, erros e consequências, destacando-se a falta de integração entre os sistemas ERP e de chão de fábrica no que diz respeito à disponibilidade e troca de informações. Além disso apresenta-se o padrão MES², que define e apresenta soluções endereçadas a resolver problemas de integração entre o ambiente gerencial e administrativo dos sistemas ERP e o chão de fábrica.
4. Como forma de contextualizar o problema, exemplificando a aplicação prática dos conceitos e teorias abordadas, é apresentado o estudo de caso do projeto de atualização e compatibilização do processo produtivo de couro sintético implantado pela *TKS Software* na empresa *Brisa Indústria de Tecidos S.A.* possibilitando a completa integração de seu chão de fábrica com o sistema ERP *Microsiga*.
5. Conclusão.

2. PINTEC e o panorama atual de inovação tecnológica no Brasil

A *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica - PINTEC*, realizada pelo IBGE é a primeira pesquisa mais ampla no Brasil, referida ao contexto nacional, com conceitos internacionalmente comparáveis, e procurou retratar as atividades de inovação das indústrias brasileiras, constituindo o primeiro censo do setor.

Como unidade de análise, a PINTEC 2000 abrangeu todas as empresas que registradas no *Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda (CNPJ)* e classificadas no *Cadastro Central de Empresas (Cempre)* do IBGE como industrial, que estão ativas e têm 10 ou mais pessoas ocupadas. Nesse contexto, conforme a PINTEC 2000, a empresa é industrial quando a sua principal receita provém da atividade industrial.

A PINTEC define inovação tecnológica seguindo a recomendação internacional explicitada nos *Manuais Frascatti* como:

² MES: *Manufacturing Execution Systems*

“...todos os passos científico, tecnológico, organizacional, financeiro e comercial, incluindo investimentos em novo conhecimento, os quais, atualmente, são utilizados na implementação de produtos e processos tecnologicamente novos ou aperfeiçoados. P&D é apenas uma dessas atividades e pode ser realizada em diferentes fases do processo de inovação” [OCDE - 2002]

A pesquisa é bastante abrangente e fornece diversos indicadores importantes para análise dos principais pontos em que teve foco: fatores de influência à inovação, estratégias adotadas, esforços empreendidos, incentivos, obstáculos à inovação e resultados obtidos.

A análise de alguns destes indicadores conduz a conclusões interessantes conforme é mostrado a seguir:

Atividades inovativas desenvolvidas e grau de importância					
Aquisição externa de pesquisa e desenvolvimento			Aquisição de outros conhecimentos externos		
Alta	Média	Baixa e não realizou	Alta	Média	Baixa e não realizou
1.114	748	20.835	2.339	1.375	18.394

Tabela 1: Atividades inovativas desenvolvidas e grau de importância

A *Tabela 01* apresenta dados relativos ao total de empresas, as atividades inovativas desenvolvidas e seu grau de importância e é uma representação parcial da tabela contida no arquivo *PintecTab13.xls*.

Na *Tabela 01* percebe-se que para os itens “Aquisição externa de pesquisa e desenvolvimento” e “Aquisição de outros conhecimentos externos”, o total de empresas que declarou grau de importância “baixo ou não realizou” é significativamente maior em relação ao somatório das empresas que declararam grau de importância “Alto” ou “Médio”.

Isto demonstra uma tendência ao não uso e aquisição de recursos e conhecimentos de terceiros que agregariam valor às atividades empresariais e trariam benefícios através da transferência de tecnologia, implantação de novos conceitos produtivos e novas ferramentas de suporte e melhoria de produtos e processos.

Neste caso se encaixam todas as empresas prestadoras de serviços de consultoria e desenvolvimento, especializadas em fornecer soluções e propor inovações de produtos e processos, capazes de analisar problemáticas sob uma ótica imparcial e diferenciada, agregando às suas soluções a experiência de todo um histórico de casos de sucesso e fracasso anteriormente aplicados a terceiros.

Impacto causado e grau de importância		
Redução de custos de trabalho		
Alta	Média	Baixa e não relevante
5.202	6.855	10.640

Tabela 2: Impacto causado e grau de importância

A *Tabela 02* apresenta dados relativos ao total de empresas, impacto causado pelas atividades inovativas desenvolvidas e seu grau de importância e é uma representação parcial da tabela contida no arquivo *PintecTab19_1.xls*.

Na *Tabela 02* percebe-se que para o item “Redução de custos de trabalho”, o total de empresas que declarou grau de importância “baixo ou não realizou” é significativo quando comparado ao somatório das empresas que declararam grau de importância “Alto” ou “Médio”.

“Any manufacturing process can be improved in some degree using a variety of operational efficiency techniques” [Laszkiewicz]

Além da tendência a não fazer uso de recursos externos disponíveis para melhoria de produtos e processos, fica também comprovada uma tendência a não valorizar as inovações que tenham por objetivo a redução dos custos de trabalho, apesar deste ponto ser reconhecidamente fonte de ganhos significativos de performance.

“Until the 1990s, most companies never considered integration, preferring to print a hardcopy report and route it through intra- company mail to the next functional ‘silo’ within the organization.” [Harkins - 1999]

As empresas subestimam os ganhos que podem ser obtidos através da redução dos custos de trabalho, custos estes normalmente relacionados a trabalhos que não são realizados de forma eficiente, poderiam ser realizados de forma automatizada ou no pior dos casos, constituem re-trabalho.

Principal responsável pelo desenvolvimento de processo			
A empresa	Outra empresa do grupo	A empresa em cooperação com outras empresas ou institutos	Outras empresas ou institutos
1.932	209	883	15.135

Tabela 3: Principal responsável pelo desenvolvimento de processo

A *Tabela 03* apresenta dados relativos ao total de empresas, principal responsável pelo desenvolvimento de processo inovativo e é uma representação parcial da tabela contida no arquivo *PintecTab02.xls*.

Na *Tabela 03* percebe-se que para os itens “A empresa em cooperação com outras empresas ou institutos” e “Outras empresas ou institutos”, o total de empresas que realizou inovação e teve participação de terceiros é significativamente maior que o somatório das empresas que declararam inovação sem participação de fontes externas.

“...the main goal of academic research is to find new solutions and break existing stereotypes.” [Terekhov]

No sentido contrário às tendências apresentadas anteriormente, a *Tabela 03* demonstra que o caminho para a inovação está sim no uso dos recursos externos disponíveis no mercado, pois a especialização há muito demonstrou ser chave para desenvolvimento, e a cooperação e aquisição de serviços de consultoria de terceiros nada mais é do que a aplicação direta deste conceito incontestável.

Resumidamente:

1. Maioria do setor industrial brasileiro não investe em aquisição de serviços externos para inovação de seus produtos e processos
2. Maioria do setor industrial brasileiro não investe em inovações que tenham por objetivo a redução dos custos de trabalho.
3. A grande maioria das empresas que realizaram inovações citou “empresas e instituições externas” como principais responsáveis pela inovação.

Ou seja, a atualização do parque industrial brasileiro passa sem dúvida por uma mudança de conceito e um maior investimento por parte das indústrias no uso e contratação de mão-de-obra especializada para o desenvolvimento e implantação de atividades inovativas de produto e processo em suas empresas.

3. Cenário atual

3.1. Investimentos em TI

No atual cenário empresarial mundial as empresas buscam aumentar sua competitividade, seja pela redução de custos, pela melhoria do produto, agregando mais valor a ele e se diferenciando da concorrência, ou pela especialização em algum segmento de mercado. [Padilha, 2004]

“...Some applications have gained major commercial market status, and are implemented widely. MRPII/ERP systems, CAD/CAM systems, and industrial Controls are prime examples.” [MESA - 1997]

Essa busca pela diferenciação e aumento de eficiência dos processos produtivos, levou entre outros resultados, a grandes investimentos nos setores de TI³ e TA⁴ das empresas. Tais investimentos se refletiram principalmente na aquisição de ferramentas de *hardware* e *software* para suporte e implantação de sistemas ERP, bem como na constante busca pela melhoria do grau de automação do chão de fábrica.

Os sistemas ERP, também chamados no Brasil de *Sistemas Integrados de Gestão Empresarial* têm por objetivo o registro e controle de todos os processos e transações da empresa, incluindo operacionais, produtivos, administrativos e comerciais.

Esta abordagem prevê e possibilita um fluxo de informações único, contínuo e consistente por toda a empresa com informações centralizadas em um único banco de dados. [Padilha, 2004]

Conceito amplamente difundido e bem aceito pela comunidade como um todo, é praticamente impossível encontrar atualmente empresa que não esteja suportada em algum nível por pelo menos módulos básicos de soluções ERP.

Mercado muitos *players* de renome consagrados nacionalmente, tipicamente o setor industrial adota as melhores ferramentas disponíveis.

Conforme foi dito anteriormente, além dos investimentos em sistemas ERP, em busca da diferenciação e aumento de eficiência dos processos produtivos, o setor industrial também realizou nos últimos anos grandes investimentos na automação do chão de fábrica, principalmente no que diz respeito à aquisição de ferramentas de

³ TI: Tecnologia da informação

⁴ TA: Tecnologia da automação

hardware e *software* para suporte e implantação de sensores, atuadores e CLPs⁵, atualização de máquinas e sistemas supervisórios SCADA⁶.

Resumidamente, o CLP, através de um sistema micro processado, implementa e controla lógicas digitais e analógicas de processos discretos e contínuos, permitindo, dentre outras funcionalidades, a automação de máquinas e processos industriais com base em sensores e atuadores, a integração com redes e protocolos e o suporte a sistemas supervisórios SCADA.

Sistemas SCADA, são sistemas compostos por conjuntos de ferramentas avançadas para atender as necessidades de gerenciamento de processos, possibilitando a comunicação com diversos outros sistemas sendo utilizados desde plantas industriais até automação predial. Através de um ou mais computadores ligados a uma rede de equipamentos de chão de fábrica, o sistema é capaz de fornecer uma “foto” instantânea do processo monitorado, além de poder, também, realizar o controle do processo em questão. [Meireles - 2000]

Apesar de todos os esforços e tendências em direção à implantação dos conceitos de automação que há muito comprovaram seus benefícios, são significativas as aplicações industriais que ainda fazem uso de soluções baseadas em trabalho manual suportados por documentos de texto, formulários e planilhas, além de sistemas de controle diversos que embora operando simultaneamente no ambiente industrial atuam de forma independente e sem nenhum tipo de integração com os demais.

“...In many segments of industry, plant-wide functions are still handled by paper and manual systems.” [MESA - 1997]

Tais soluções estão normalmente relacionadas a trabalhos que não são realizados de forma eficiente, poderiam ser realizados de forma automatizada ou no pior dos casos constituem re-trabalho.

Apesar destas soluções não serem eficientes e sequer recomendadas, o número de pessoas e empresas que as utilizam para implementação de sistemas de controle ainda é muito grande. No entanto o que tais pessoas e empresas não percebem é o volume de investimento em tempo gasto, e leia-se tempo é dinheiro, para desenvolver estas soluções e opera-las de forma manual.

O que inicialmente constitui uma solução temporária e por vezes de aparente baixo custo, com o tempo e o aumento da dependência dos processos da empresa com base na solução, tende a representar problemas sérios para a instituição que a adotou.

Primeiro porque tais soluções tipicamente não são projetadas para suportar grandes volumes de dados e por não fornecerem suporte a nenhum tipo de integração com os demais processos e sistemas o que antes representava solução de baixo custo passa a representar problemas de alto custo quando o volume de dados se torna de difícil controle, uso e operação.

3.2. Vazio separa sistemas e processos

O formato de investimentos realizados nos setores de TI e TA das empresas conforme descrito anteriormente, priorizara principalmente os ambientes gerenciais e administrativos e o chão de fábrica e foram essenciais para a evolução do cenário industrial brasileiro nos últimos anos. Porém, esta abordagem altamente focada em

⁵ CLP: Controlador Lógico Programável

⁶ SCADA: *Supervisory Control and Data Acquisition*

cenários isolados e independentes que resultou em um razoável índice de automação dos sistemas quando os mesmos são analisados individualmente, deixou completamente de lado a integração.

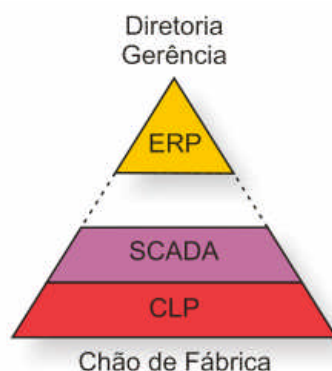


Figura 1: Pirâmide de automação. Sistema não integrado. [Filho - 1998]

Como pode ser visto na *Figura 01*, atualmente o que se observa é um enorme vazio separando os sistemas ERP e os sistemas de automação de chão de fábrica, no que diz respeito à disponibilidade e troca de dados e informações entre os mesmos.

De um lado, grandes *dealers* responsáveis pelos melhores sistemas ERP do mercado; de outro, sistemas de automação e controle dos processos industriais de chão de fábrica envolvendo CLPs, máquinas e dispositivos automatizados diversos. Ambos executando as atividades para as quais foram projetados, porém de modo independente e estanque entre si.

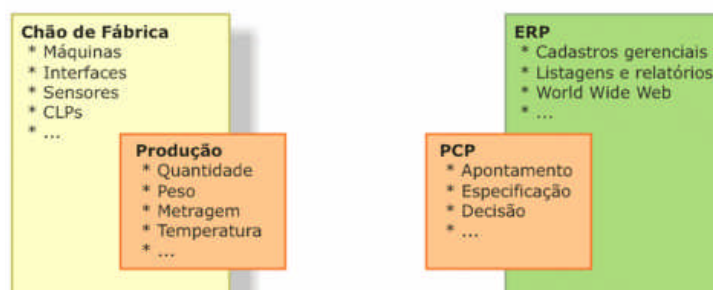


Figura 2: Cenário atual - Vazio separando produção e seus respectivos dados.

Tomando como exemplo o nível específico da produção e do controle da mesma, é apresentado na *Figura 02* um cenário típico encontrado ainda hoje em um grande número de empresas, e que diz respeito à falta de integração.

De um lado temos o chão de fábrica operando máquinas e dispositivos automatizados em geral e todas as suas variáveis de processo, tipicamente representadas por quantidades produzidas, peso produzido, metragem produzida e etc.

Do lado oposto e operando de forma totalmente isolada, temos os sistemas ERP com seus módulos gerenciais e administrativos operando cadastros e listagens do PCP⁷ e todas as suas variáveis de processo, tipicamente representadas por apontamentos de produção, especificações de produtos, tomadas de decisão e etc.

⁷ PCP: Programação e Controle da Produção

“...Business systems and plant systems must be tightly coupled to reduce decision cycle times and increase plant productivity. This coupling is an integration effort that is often overlooked in implementing the ERP system.” [Harkins - 1999]

A integração é um fator crucial que visa permitir que os sistemas e processos operando de forma paralela nos diversos níveis hierárquicos do ambiente industrial, se comuniquem entre si, trocando de forma simples, instantânea e confiável de dados e informações de cada um dos níveis. Sem ela, é impossível considerar que se está obtendo o máximo de desempenho que a planta pode ter, pois sempre haverá retrabalho e desperdício de tempo, além de grande probabilidade de erro por falha humana.

Conforme demonstrado anteriormente através da apresentação dos indicadores da PINTEC 2000, a indústria brasileira tem uma tendência a não investir nas inovações tecnológicas que venham a resultar em redução dos custos de trabalho, dentre as quais podemos destacar a integração, um dos grandes fatores responsáveis pela redução destes custos.

É eminente a necessidade de uma mudança nos conceitos e abordagem em direção a uma atualização do parque industrial brasileiro no que diz respeito à disponibilidade de informações através da integração do chão de fábrica fundamental à melhoria dos processos produtivos e representando diferencial significativo para o seguimento.

“...the integration with plant systems gives corporate decision makers a more realistic view of what is actually happening in the plant...the most frequently cited benefit area is improved decision support within the plant”. [Harkins - 1999]

Através da análise da *Figura 02*, fica evidente que as variáveis de processo do chão de fábrica constituem matéria prima básica para as atividades de controle e tomada de decisões efetuadas pelo PCP no ERP.

Tais variáveis quando associadas à devida análise e interpretação por peritos conhecedores do processo constituem importante conhecimento acerca do processo e fornecem ferramental necessário à correta tomada de decisão por parte do perito, decisão esta que é re-injetada no processo sob a forma de ajustes dos parâmetros do processo produtivo. Conforme fluxo de informações para apoio a tomada de decisão apresentado na *Figura 03*.

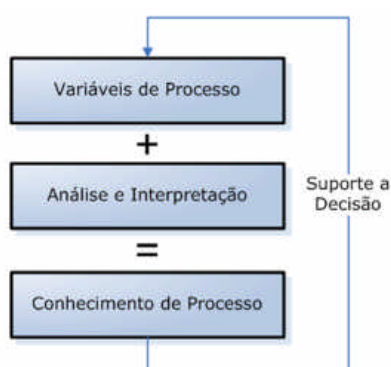


Figura 3: Fluxo de informações para apoio a tomada de decisão

Em ambientes industriais não integrados o fluxo apresentado na *Figura 03* ocorre, porém de forma muito mais lenta, pois depende (1) da anotação e preenchimento manual de planilhas de produção, (2) análise visual de tais planilhas por parte do

perito, que não tem acesso a ferramentas de suporte a análise de grandes volumes de dados, e (3) posterior tomada de decisão por parte do perito, e (4) conseqüente comunicação da decisão através de meio não também automatizado.

Percebe-se que, com o auxílio da integração, os principais ganhos relativos à redução do tempo total do ciclo de tomada de decisão são:

- Redução de custos relativos ao uso desnecessário do tempo para anotação e preenchimento de planilhas, pois os dados são diretamente coletados dos dispositivos automatizados do chão de fábrica a exemplo de CLPs e balanças de pesagem.
- Disponibilidade instantânea da informação que, por ser coletada automaticamente do chão de fábrica, é disponibilizada para os níveis de gerência de forma simples, rápida e transparente.
- Redução de custos relativos ao uso desnecessário do tempo para interpretação de grandes volumes de dados sem ferramental adequado para tanto, pois uma vez que as informações são coletadas e apresentadas automaticamente, é possível se fazer uso de diversas interfaces de suporte a decisão, projetadas para facilitar ao máximo a análise com base em totalizadores, indicadores de tendências, gráficos e etc.
- Disponibilidade instantânea da decisão do perito no nível do chão de fábrica, decisão esta que passa pode inclusive ser tomada remotamente sem a necessidade da presença física do perito que reflete diretamente na velocidade dos ajustes dos parâmetros do processo produtivo.

A mudança aqui proposta no conceito atual de automação prevê a intensificação dos investimentos em integração, pois estes conduzirão o cenário atual da automação apresentado na *Figura 02* a um cenário mínimo desejável conforme apresentado a seguir na *Figura 04*.

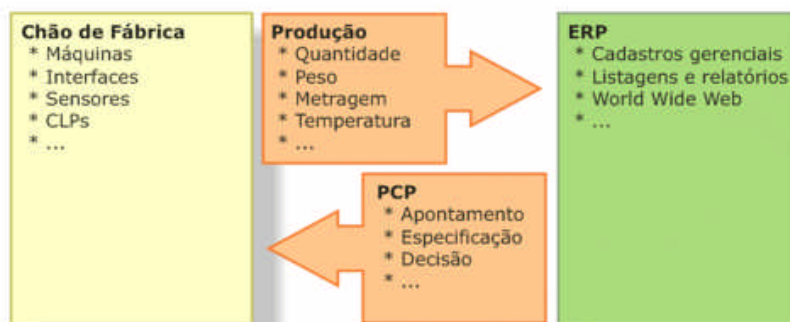


Figura 4: Cenário de integração mínimo desejável - Integração do chão de fábrica quanto ao processo produtivo.

Não foi a toa que o cenário da produção foi escolhido para exemplificar o processo de integração do chão de fábrica com os níveis gerenciais dos sistemas ERP. Tal cenário foi escolhido por atingir diretamente a forma de pensar de grande parte dos industriais, que compreendem o senso comum de que, reduzindo-se o tempo de produção, produz-se mais e conseqüentemente vende-se mais.

No entanto, correndo na contra mão deste conceito, sabemos que:

“...profitability is no longer just about growing sales; it’s also about organizational efficiency” [Laszkiewicz]

Sendo assim, atingir o cenário mínimo desejável apresentado na *Figura 04* deve ser apenas uma meta de curto e/ou médio prazo para as empresas que desejam obter ganhos de performance através da integração. Uma vez atingido o mínimo deve-se continuar investindo de forma a atingir o cenário ideal desejável apresentado a seguir na *Figura 05* e que contempla diversos outros níveis organizacionais da empresa que não somente a produção.

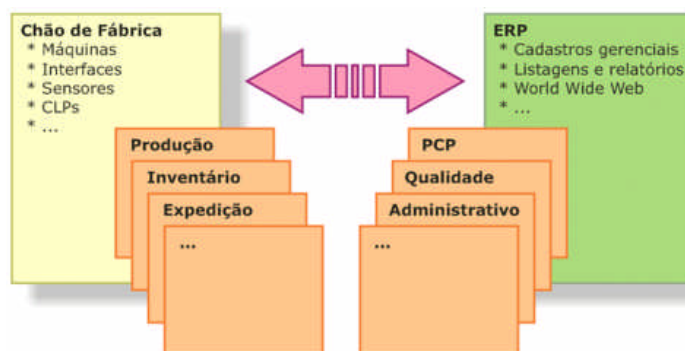


Figura 5: Cenário de integração ideal desejável - Integração completa entre o chão de fábrica e o ERP.

No cenário apresentado na *Figura 05*, demais processos e procedimentos comuns ao ambiente industrial são também integrados, fornecendo ganhos significativos através do melhor controle e conseqüente aumento da qualidade dos produtos, controle de manutenções, manutenções preventivas e preditivas, controle de estoques etc.

No entanto é muito importante lembrar que no que diz respeito a *software*, o céu é o limite (ou não). Logo, deve-se sempre levar em consideração que:

“...When integrating plant and ERP systems, there are numerous potential integration points...though most businesses have the potential to completely integrate the plant and ERP systems, this is rarely justifiable.” [Harkins - 1999]

Sendo assim, deve-se sempre procurar alcançar o equilíbrio ao buscar soluções para os problemas e questões relativos à integração, levando em consideração os reais custos e benefícios das soluções propostas e tendo em vista que o objetivo principal deve ser a redução dos custos onde eles se façam presentes.

Com base nos conceitos até então apresentados fica claro que:

“...Individually these tools provide benefits, but together they build on each other to produce a comprehensive plant asset management solution” [Laszkiewicz]

Cabe então identificar o elo da pirâmide de automação ausente na *Figura 01*, o elo que faz a ligação entre o chão de fábrica e os sistemas ERP e torna toda esta abordagem possível. Este elo é apresentado na *Figura 07*, e é um conceito que recebe o nome de MES.

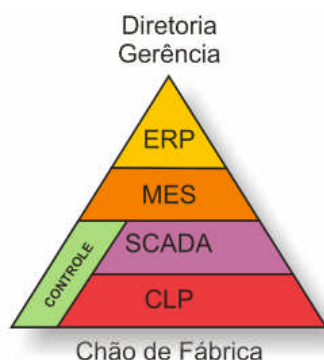


Figura 6: Pirâmide de automação. Sistema integrado. [Filho - 1998]

“...MES deliver information that enables the optimization of production activities from order launch to finished goods. Using current and accurate data, MES guides, initiates, responds to, and reports on plant activities.” [MESA - 1997]

A primeira empresa a estabelecer um modelo para integração do MES com os outros sistemas foi a MESA⁸. Por definição o sistema é capaz de rastrear qualquer ordem de produção, de medir todos os insumos de um processo, de calcular o valor adicionado em cada fase do processo (*value chain*), de medir índices de desempenho, índices de perdas, de contabilizar paradas com apropriação de custo no centro de custo responsável. Pode ainda gerenciar o pessoal envolvido em cada etapa do processo, de rastrear defeitos identificando data e hora do evento, operador responsável, lote da peça defeituosa, ou produzir relatórios na *Internet*. [Gaidzinski - 2003]

4. Estudo de Caso

Como forma de contextualizar o problema, exemplificando a aplicação prática dos conceitos e teorias abordadas, é apresentamos o estudo de caso do projeto de atualização e compatibilização do processo produtivo de couro sintético implantado pela *TKS Software* na empresa *Brisa Indústria de Tecidos S.A.* possibilitando a completa integração de seu chão de fábrica com o sistema ERP *Microsiga*.

Alguns dos principais aspectos técnicos envolvidos no projeto, apresentado como caso de aplicação, incluem: (1) a substituição de software Italiano proprietário, desenvolvido na década de 90 com interface *MS-DOS*, para supervisão do CLP *Omron* responsável pelo controle da produção de máquina de revisão de couro, (2) o desenvolvimento de novo sistema de controle e supervisão da produção com interface gráfica *Windows* compatível com o ERP *Microsiga* de forma a possibilitar completa integração entre o sistema ERP e o chão de fábrica, (3) a substituição do sistema de etiquetamento dos produtos com adequação ao padrão *EAN Brasil* e (4) implantação e uso de leitores de código de barras sem fio no ambiente do chão de fábrica.

⁸ MESA: *Manufacturing Enterprise Systems Association*

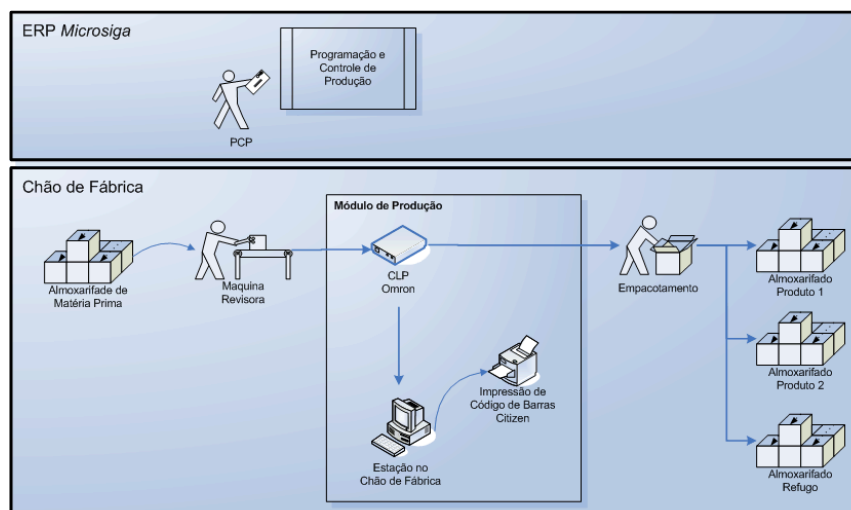


Figura 7: Processo produtivo antes da integração.

A *TKS Software*, empresa especializada no desenvolvimento de soluções de ponta no que diz respeito a tecnologias e aplicativos para automação de processos industriais e sistemas dedicados, foi inicialmente contatada para adequar e modernizar o sistema produtivo mostrado na *Figura 08* ao padrão de fornecedores de rolos de tecidos adotado pelas empresas do setor.

A análise do processo conforme ele era executado antes do início das atividades de integração mostrou que o trabalho a ser feito incluía a substituição do *software* de revisão que operava na fábrica.

Além de não prover integração com os demais sistemas, o *software* em questão não executava diversas funções indispensáveis às necessidades atuais do processo produtivo, gerando lentidão e re-trabalho além de não permitir nenhum tipo de alteração no mesmo para adequação às necessidades da empresa, pois apesar de dispor de seu código fonte o sistema não dispunha de mantenedor qualificado.

O novo sistema de revisão proposto deveria acima de tudo prover total integração do chão de fábrica com *ERP Microsiga* da empresa, de forma a possibilitar todos os benefícios advindos da integração. Além disso, após a integração mínima desejável do processo produtivo, a empresa desejava investir na integração de outros processos procedimentos.

Projetado, desenvolvido e implantado pela *TKS Software*, o projeto de integração do cenário descrito focou solucionar problemas de integração nas seguintes áreas de aplicação do cliente:

- Revisão de produto
- Re-etiquetamento de *pallets* e caixas
- Controle de endereçamento do estoque
- Inventário de produto
- Expedição de produto

4.1. Revisão de produto

Conforme dito anteriormente o trabalho a ser feito incluía a substituição do *software* de revisão instalado, que rodando em *MS-DOS* e com interface em italiano havia sido implantado no início da década de 90 pelos italianos que fundaram a fábrica.

O sistema em questão operava de forma totalmente isolada do sistema *ERP Microsiga* responsável pelos apontamentos e controle de produção, sendo necessária a impressão de relatório de apontamentos do *Microsiga* e cadastramento manual das informações no sistema de revisão.

O levantamento detalhado dos dados do processo mostrou que o desenvolvimento de um novo sistema para substituição do antigo envolveria um processo de engenharia reversa no *software* original, uma vez que não estava disponível nenhum tipo de documentação a respeito da comunicação entre o computador e o *CLP Omron* de controle da máquina revisora, restando apenas o acesso ao código fonte do sistema instalado, desenvolvido em C, em italiano e contendo 31.427 linhas de código.

Resumidamente o cenário encontrado era composto por:

- Sistema de revisão antigo
 - Totalmente em Italiano
 - Interface rudimentar em *MS-DOS*
 - Impressão de etiquetas em impressora *Citizen* depreciada
 - Totalmente isolado do *ERP MICROSIGA*
 - Não era possível executar nenhum tipo de atualização ou alteração no sistema existente, pois não havia mantenedor responsável pelo mesmo
 - Sistema conectado a *CLP* sem a disponibilidade de nenhum tipo de documentação relativa ao protocolo de comunicação

A contratação dos serviços por parte do cliente e a aplicação prática dos conceitos de integração conduziu ao desenvolvimento da solução atual de revisão mostrada na *Figura 09*, cujas principais características são:

- Sistema de revisão novo
 - Totalmente em Português
 - Interface gráfica *Windows*
 - Impressão de etiquetas em impressora *Zebra S600*
 - Totalmente integrado ao *ERP Microsiga*
 - Possibilidade de executar qualquer tipo de atualização ou alteração no sistema de acordo com a necessidade do cliente
 - Etiquetas conforme padrão *EAN Brasil* e conforme padrão de fornecedores de rolos de tecidos adotado pelas empresas do setor

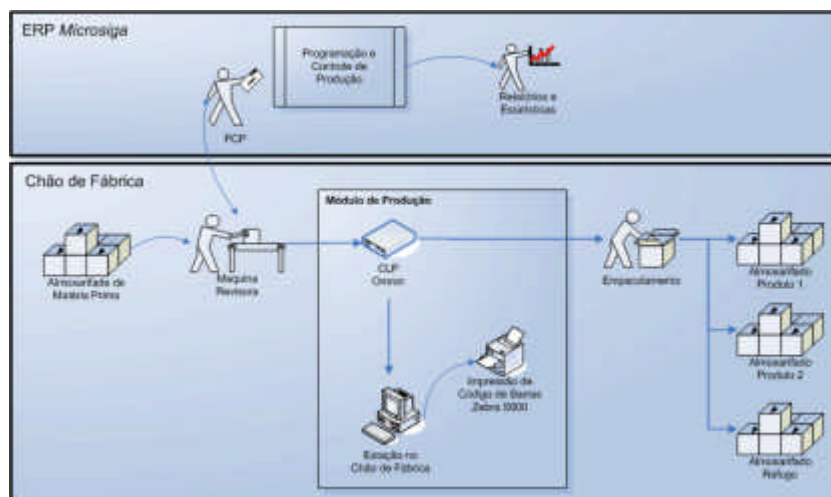


Figura 8: Processo produtivo depois da integração.

Após a integração, todos os processos manuais foram eliminados, tendo sido feita a integração do chão de fábrica e todos seus dados com o nível do ERP. Os processos de *software* adotados para tal integração são detalhados a seguir.

Inicialmente ERP *Microsig* disponibiliza *views* de seu banco *MS-SQL Server* contendo informações dos pedidos apontados para revisão, conforme mostrado na *Figura 10*.

COD_PEDIDO	COD_PRODUTO	OR_PROD	COD_ENTR	QTD_SEMORTE	COD_PROD	QTD_ORDEM	QTD_PROD
82	00198C265	LINE VPSUS C265	20050531	20			20050531
83	00198C265	LINE VPSUS C265	20050531	20			20050531
84	00081C224	ECOLINE VES C204	20050603	20			20050603
85	00033A929	ECOLINE VES H1A	20050603	20			20050603
86	00001A441	ECOLINE 4411	20050603	20			20050603
87	00208B270	LINE STAR HD B27	20050603	22			20050603
88	01431A833	ECOLINE VES 800	20050603	22			20050603
89	014310010	ECOLINE VES 001	20050603	22			20050603
90	000019886	ECOLINE 7086	20050603	22			20050603
107	00208B270	LINE NOBUC C090	20050603	<NULL>	<NULL>	<NULL>	20050603
111	00208B270	ECOLINE STAR PI	20050603	<NULL>	<NULL>	<NULL>	20050603
114	00081C224	ECOLINE C210	20050603	<NULL>	<NULL>	<NULL>	20050603
119	00198C265	LINE VPSUS C265	20050603	<NULL>	<NULL>	<NULL>	20050603
120	000817463	ECOLINE 7463	20050603	<NULL>	<NULL>	<NULL>	20050603
76	014300010	ECOLINE CAR 80	20050603	21			<NULL>
76	00208B270	ECOLINE STAR PI	20050603	22			20050603
79	00208B270	ECOLINE STAR PI	20050603	22			20050603
81	014310010	ECOLINE VES 001	20050603	22			20050603
83	0001A7125	ECOLINE HD A7125	20050603	22			20050603
79	00208B270	LINE STAR HD B27	20050603	22			20050603
101	000019886	ECOLINE CAR 80	20050603	22			20050603
102	000019886	ECOLINE 7086	20050603	22			20050603
104	00019886	ECOLINE HD 7086	20050603	22			20050603
105	00019886	ECOLINE 7086	20050603	22			20050603
110	014300010	ECOLINE CAR 80	20050603	<NULL>	<NULL>	<NULL>	20050603
116	014310010	ECOLINE VES 001	20050603	<NULL>	<NULL>	<NULL>	20050603

Figura 9: Views de banco *MS-SQL Server* contendo dados de apontamentos de pedidos do ERP *Microsig*

Na estação de chão de fábrica (computador PC) o operador inicia o aplicativo de revisão que automaticamente lê as informações disponibilizadas nas *views* do banco de dados, e antes de iniciar a produção cabe ao usuário apenas selecionar qual pedido produzir com base na lista de pedidos apontados previamente no âmbito gerencial, conforme mostrado na *Figura 11*.

Cod_Produto	Almes	Qnt_Pedida	Qnt_Libersada	Qnt_Pendentes	Qnt_Produzir	Semana_Producao	Semana
00198C265	PA	15,00	0,00	15,00	15,00	21	20
00081C224	PA	7,00	0,00	7,00	7,00	22	22
00033A929	PA	800,00	0,00	800,00	800,00	22	22
00001A441	PA	150,00	0,00	150,00	150,00	22	22
00208B270	PA	300,00	0,00	300,00	300,00	22	22
01431A833	PA	160,00	0,00	160,00	160,00	22	22
014310010	PA	100,00	0,00	100,00	100,00	22	22
014310010	PA	200,00	0,00	200,00	200,00	22	22
000017086	PA	150,00	0,00	150,00	150,00	22	22

Figura 10: Seleção no chão de fábrica de pedidos apontados no âmbito gerencial

Uma vez selecionado o pedido a ser produzido o operador passa à tela de revisão de produto, mostrada na *Figura 12*, que lê automaticamente comandos enviados pelo CLP da *Omron* responsável pela automação da máquina. A metragem revisada é apresentada em tempo real para o usuário, além de todos os demais dados relativos ao processo produtivo.

Figura 11: Revisão de produto, apresentação em tempo real de metragem revisada e todos os demais parâmetros do processo produtivo.

Após o final do processo de revisão o operador efetua o corte do couro na máquina e o sistema automaticamente solicita que o usuário classifique o produto revisado, fazendo a anotação de todos os parâmetros relativos à qualidade do produto, conforme mostrado nas *Figuras 13 e 14*. Os valores fornecidos a estes parâmetros têm influência sobre diversas características do processo a partir daí, como por exemplo, organização do estoque, formulação de preço e etc.

Figura 12: Classificação do produto e anotação de parâmetros do processo produtivo

Figura 13: Classificação do produto e anotação de parâmetros do processo produtivo

Após o processo de classificação é impressa etiqueta de identificação do produto conforme mostrado na *Figura 15*. A etiqueta provê completa rastreabilidade do produto através de códigos de barras no padrão *UCC EAN128* homologados junto a *EAN Brasil*.



Figura 14: Etiqueta de identificação do produto padrão *EAN Brasil*

Uma vez concluído o processo de revisão do produto o sistema transmite todas as informações relativas ao produto revisado para o sistema ERP *Microsiga*, que de posse destes dados pôde implementar uma série de soluções para controle detalhado do processo produtivo.

4.2. Re-etiquetamento de *pallets* e caixas

O processo produtivo do cliente determinava que produtos tidos como de primeira qualidade tivessem suas etiquetas impressas já em nome do seu cliente final, e produtos de segunda ou terceira qualidade eram alocados para o estoque de forma a aguardar um cliente interessado neste tipo de produto.

Mas o que fazer quando um cliente cancela ou altera um determinado pedido que já esteja em andamento? Neste caso todas as etiquetas já estão impressas em nome dele, e o que fazer quando o produto for vendido a um outro comprador?

Neste caso faz-se necessário substituir as etiquetas impressas previamente por novas etiquetas contendo os dados do novo cliente.

Esta foi a primeira necessidade que surgiu logo após a integração. Anteriormente este processo era efetuado de forma manual e tomava muito tempo, pois as etiquetas tinham de ser re-impressas uma a uma com base em uma planilha indicativa impressas no âmbito gerencial pelo sistema ERP.

Como forma de solucionar este problema foi desenvolvido o sistema de re-etiquetamento que previa as seguintes funcionalidades:

- Controle do processo de re-etiquetamento de caixas, garantindo que apenas as caixas devidamente apontadas pelo ERP são re-etiquetadas no chão de fábrica.
- Alerta para caixas pendente re-etiquetamento.

- Interface de troca de dados com *ERP Microsiga*.
- Interface com leitor de códigos de barras sem fio *SEAL*.
- Interface com impressoras *Zebra S600*.
- Etiquetas homologadas conforme padrão *EAN Brasil*.
- Etiquetas conforme padrão de fornecedores de rolos de tecidos.

Como forma de reduzir a extensão deste artigo, não serão apresentados dados detalhados relativos às telas e operação do sistema de re-etiquetamento e dos demais sistemas apresentados a seguir uma vez que o mesmo possui interface bastante semelhante ao sistema de revisão apresentado anteriormente.

4.3. Controle de endereçamento do estoque

Com a implementação do sistema de re-etiquetamento o processo de substituição de etiquetas ganhou muito em performance, porém apesar do sistema indicar quais etiquetas deveriam ser trocadas e garantir que as mesmas eram trocadas devidamente, havia uma enorme dificuldade em localizar fisicamente no estoque onde a caixa que continha a etiqueta a ser substituída estava.

Até então, não havia nenhum tipo de controle automatizado de endereçamento do estoque, e todo o conhecimento de onde determinado produto estava era de domínio apenas de alguns operadores, que no momento de localizar o produto, precisavam se lembrar de onde determinado lote tinha sido posto.

Pensando nisso foi desenvolvido sistema de controle de endereçamento do estoque que visava manter o sistema ERP informado do mapa do estoque e todas as suas alterações. O sistema incluiu a identificação das gavetas e dos *pallets* com etiquetas de código de barras e previa as seguintes funcionalidades:

- Controle do processo de organização e endereçamento dos produtos no estoque
- Emissão de etiquetas para identificação das gavetas e *pallets*
- Mantém o *ERP* informado da posição física de cada caixa no estoque
- Interface de troca de dados com *ERP MICROSIGA*
- Interface com leitor de códigos de barras sem fio *SEAL*

4.4. Inventário de produto

Uma vez tendo o conhecimento do mapeamento físico completo do estoque, a implementação do sistema de inventário foi apenas uma consequência.

Teoricamente, com base nas informações fornecidas pelos diversos sistemas desenvolvidos até então era possível afirmar que o sistema ERP tinha total conhecimento de todas as caixas presentes no estoque, no entanto como garantir que uma determinada caixa não foi extraviada? Como garantir que todas as caixas que o sistema diz que estão lá, realmente estão lá? Como garantir que não houve falha humana ou intervenção mal intencionada no processo?

Era preciso comparar as informações do sistema ERP com a realidade do estoque, de forma a garantir que nenhum produto fosse extraviado por qualquer motivo. Sendo assim foi desenvolvido sistema de inventário para a leitura de todas as caixas do estoque e comparação com o resultado esperado pelo ERP. O sistema previa as seguintes funcionalidades:

- Garante o controle do estoque e inibe o extravio de mercadorias

- Alerta para caixas não inventariadas, caixas que segundo o ERP deveriam estar no estoque, mas não foram localizadas durante o inventário.
- Alerta para caixas inventariadas, porém não esperadas, caixas que segundo o ERP já deveriam, por exemplo, ter sido expedidas e não deveriam mais estar no estoque.
- Interface de troca de dados com *ERP Microsiga*
- Interface com leitor de códigos de barras sem fio *SEAL*

O processo de inventário antes da integração, feito através de listagens impressas, localização visual dos produtos e sem o auxílio de ferramentas de endereçamento físico do estoque costumava levar praticamente um dia inteiro e envolvia diversas pessoas. Atualmente o processo leva apenas algumas horas e é efetuado por apenas duas pessoas.

4.5. Expedição de produto

Um sistema semelhante ao sistema de re-etiquetamento se fez necessário de forma a garantir que apenas as caixas apontadas para expedição fossem realmente expedidas e embarcadas.

Era preciso garantir que após o preenchimento da nota fiscal no ERP, fosse possível expedir apenas as caixas que haviam sido especificadas na mesma. Para tanto foi desenvolvido o sistema de controle de expedição de produtos que previa as seguintes funcionalidades:

- Controle do processo de embarque de produtos, garantindo que apenas as caixas especificadas pelo ERP são embarcadas.
- Alerta para caixas não embarcadas, caixas que segundo o ERP deveriam ser embarcadas, mas ainda não foram.
- Alerta para tentativas de embarcar caixas incorretas, caixas que segundo o ERP não constam na listagem de caixas que deveriam ser embarcadas.
- Interface de troca de dados com *ERP Microsiga*
- Interface com leitor de códigos de barras sem fio *SEAL*

5. Considerações finais

O projeto de automação de processos industriais e integração de chão de fábrica descrito neste estudo de caso foi implementado sob a modalidade de contrato por projeto, tendo sido desenvolvido ao longo de 1 ano no período de 07/2004 até o final de 2005.

Algumas características do ambiente industrial em questão envolviam, galpão amplo, tipo de produto e processo produtivo limpo, produto embalado e vendido em caixas e armazenado no estoque em *pallets*.

“...corporations are constantly changing due to competitive pressures and new expectations. Systems must adapt and change over time as products change, customers change, and even raw materials evolve over time...integration at the very least requires continual maintenance if not continual improvement.” [Harkins - 1999]

O projeto ainda hoje sofre alterações principalmente devido a mudanças necessárias ao cliente e pertinentes às constantes mudanças de produto e processo comuns no cenário industrial.

Além disso houve total apoio da direção da empresa, tendo sido disponibilizada toda a estrutura física e lógica necessária à realização do mesmo bem como contou com a participação de pessoal devidamente qualificado por parte de todos os seguimentos envolvidos. Sem os quais sua realização e conseqüentes objetivos e benefícios não teriam sido alcançados.

6. Referências

Favaretto, Fábio. **Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados de chão de fábrica**. Escola de Engenharia de São Carlos. Dissertação de Mestrado. 2001.

Filho, Constantino Seixas. **A Automação nos anos 2000 – Uma análise das novas fronteiras da automação**. ATAN Sistemas. 1998.

Gaidzinski, Vladimir Hartenias. **A tecnologia da informação no chão de fábrica: As novas ferramentas e gestão integrada da informação**. Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. 2003.

Harkins, Brian and Middleton, Elliott. **Linking the Plant Floor to the Enterprise: The Benefits & Pitfalls**. Houston, Texas. 1999

Junqueira, Gustavo Santos. **Análise das possibilidades de implantação de sistemas supervisórios no planejamento e controle da produção**. Escola de Engenharia de São Carlos. Dissertação de Mestrado. 2003.

Laszkiewicz, Mike. *Plant floor optimization: asset management in the new economy*. Rockwell Automation. Milwaukee – USA.

Marcos Fortulan, Eduardo Gonçalves. **Uma proposta de aplicação de business intelligence no chão de fábrica**. São Carlos – Brasil. 2005.

Meireles, G.S. **Desenvolvimento de sistema de aquisição de dados em operações de usinagem visando o monitoramento de linhas ou células de produção**. Escola de Engenharia de São Carlos. 119p. Dissertação de Mestrado. 2000.

MESA International, *Controls Definition & MES to Controls Data Flow Possibilities*. White Paper Number 3. www.mesa.org. 1995.

MESA International, *MES Explained: A High Level Vision*. White Paper Number 6. www.mesa.org. 1997.

OCDE – Organização para cooperação e desenvolvimento econômico. **Medição de atividades científicas e tecnológicas: proposta de um sistema padrão para avaliação de pesquisa e desenvolvimento experimental**. Brasília. 1976.

Padilha, Thais Cássia Cabral; Antônio Fernando Branco Costa; José Luiz Contador; Fernando Augusto Silva Marins. **Tempo de implantação de sistemas ERP: análise da influência de fatores e aplicação de técnicas de gerenciamento de projetos**. Faculdade de Engenharia, Campus de Guaratinguetá, UNESP. 2004

PINTEC - Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica. www.pintec.ibge.gov.br.
IBGE. 1998-2000

Tafur, Alberto; Flemming, Jeff; Weber, John. *Applying internet technology to production environment monitoring*. CIMTEC. Charlotte - USA . 1999.

Terekhov, Andrey and Erlikh, Len. *Academic vs. Industrial Software Engineering: Closing The Gap*. St. Petersburg State University.