

# A AUTOMAÇÃO NOS ANOS 2000

## UMA ANÁLISE DAS NOVAS FRONTEIRAS DA AUTOMAÇÃO

Constantino Seixas Filho  
ATAN Sistemas de Automação  
seixas@atan.com.br

### RESUMO

O conceito embutido na palavra automação passa por uma revolução. Primeiro devido a uma especialização causada pela melhor compreensão dos diversos tipos de processo. Automação de processos contínuos, em batelada e de manufatura requerem normas e produtos diferentes, que melhor atendam a identidade de cada setor. A segunda revolução corresponde ao aumento do escopo das atividades. A automação rompeu os grilhões do chão de fábrica e buscou fronteiras mais amplas, se abrangendo a automação do negócio ao invés da simples automação dos processos e equipamentos. Nasceram aí os sistemas de gerenciamento da produção ou EPS- *Enterprise Production Systems*, termo mais amplo que o conceito original de MES. E da produção passamos a gerenciar os materiais, através de *Warehouse Management Systems*, as vendas, através dos sistemas de automação de força de vendas e a inter-relação entre as diversas etapas da nossa cadeia de suprimentos, através dos sistemas de *supply chain*. Isto abre novas perspectivas para os provedores de engenharia e produtos, desmentindo o conceito de que automação virou *commodity*.

### 1. UM POUCO DE HISTÓRIA:

A automação industrial se caracterizava, há alguns anos atrás por um terrível imobilismo. Os sistemas abertos eram o inalcançável Santo Gral. Era a época do culto ao fornecedor. Neste regime feudal, ninguém queria abrir seu território e permitir o acesso dos demais fornecedores aos seus clientes sagrados e encurralados. O mote do período seria: "Faça a sua escolha por uma seita, digo marca, e devote fidelidade eterna à sua tecnologia...".

Quem conseguiu subverter este ambiente de radicalismo tecnológico foi, na minha opinião, o aparecimento simples e desprezioso do PC. Caíram os painéis sinópticos, sumiram as mesas de controle e o PC passou a reinar como a plataforma preferida de supervisão e operação de processos. Os softwares SCADA apareceram em diversos tamanhos, em diversos sistemas operacionais, com diversos repertórios de funcionalidades. O mercado se depurou com o tempo. As empresas que produziam estes produtos se fundiram, se consolidaram, ficaram no final reduzidas a uma dezena.

Os Sistemas operacionais de tempo real (RTOS) deram lugar ao Windows NT de uso genérico e de performance questionável em aplicações críticas. Mas nesta época, já estava claro que supervisorio era uma aplicação *soft real time*. Por outro lado o Windows NT apresenta grandes vantagens em relação ao custo total de propriedade, à beleza e popularidade da sua interface gráfica e à abundância de drives de comunicação com todos os dispositivos de mercado.

O paradigma do uso de uma rede determinística, interligando estações de controle foi vencido, mais uma vez por uma tecnologia alienígena ao ambiente de automação. Uma rede de propósitos gerais, não concebida para uso em ambiente industrial, torna-se a vencedora. A Ethernet 10-Base-T, justamente o padrão que usa par trançado como meio de comunicação, a princípio preterido em favor do cabo coaxial, vence esmagadoramente a disputa. Hoje a switched Ethernet 100-Base-T se constitui no padrão de fato. Se observarmos a evolução da história, vemos que o mais geral substitui o especialista, o mais barato, o mais comum. O que é padrão de fato, vence.

Os CLPs também tiveram que mudar. Tinham que operar em rede como qualquer computador normal. Buscaram CPUs mais genéricas, maiores capacidades de memória, redes de campo que propiciassem alta descentralização e finalmente linguagens padrões. A linguagem ladder surgiu antes da criação dos CLPs. Servia para documentar gabinetes de relés. Os relés se foram, o CLP conquistou espaço também no tratamento de variáveis analógicas e malhas de controle, mas o ladder continuou. Continuou porque facilitava a manutenção, porque era a linguagem natural dos eletricitas, porque era mais fácil de entender, porque gerava menos código e cabia na exígua memória dos CLPs, porque... Na verdade ninguém acreditava mais nestas justificativas. Os relés não são estudados em cursos técnicos, ou de engenharia, há décadas e não há algo mais indefensável, que projetar um diagrama lógico e depois

traduzi-lo em linguagem ladder. Finalmente surge o padrão IEC 61131-3, definindo cinco linguagens padrões para programação para CLPs ou remotas industriais. E o CLP começa a mudar de verdade.

Talvez não devamos blasfemar tanto contra o conservadorismo dos CLPs. Talvez sua sobrevivência até os dias de hoje deva-se exatamente a isto. Dick Morley, o inventor dos CLPs conta que no início era normal que os usuários quisessem confrontar a robustez do novo equipamento comparando-o com a solução convencional. Era comum que os clientes quisessem comprovar se ocorria algum dano depois de provocar uma queda de dois metros no equipamento. Ou testar seu funcionamento quando próximo a um arco voltaico, produzido por uma máquina de solda industrial. No início, o CLP teve que provar que era um bugre, apto para as tarefas mais árduas. Por isso custou a suavizar sua aparência e comportamento, a se socializar e a falar língua de gente.

Os fabricantes de CLPs também compreenderam a inequação básica: software > hardware e passaram a produzir sistemas SCADA, sistemas BATCH e outros pacotes mais especializados. Passaram a concorrer para a solução completa: SCADA + CLP .

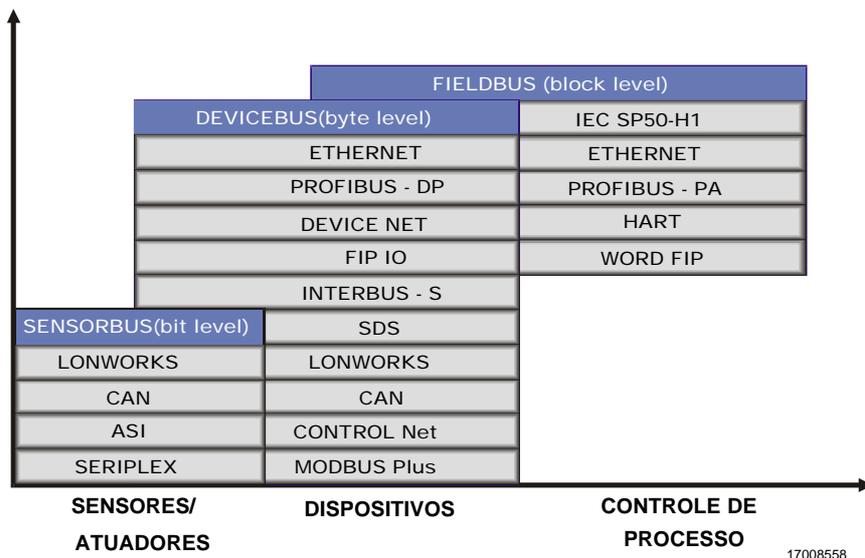
Já recentemente surgiram os sistemas híbridos, uma versão *light* dos SDCDs dedicado às aplicações com mais de 1000 analógicas, limite aceito para a aplicação SCADA + CLP. Os sistemas híbridos trouxeram alguma novidades interessantes. Arquitetura cliente-servidor, troca a quente de cartões de entrada e saída, dicionário de dados único. É possível definir o nome lógico de um ponto na remota de aquisição de dados e controle e este nome será enxergado e reconhecido por todos os módulos de software do sistema, independente de seu nível hierárquico. Neste sistema, também é possível programar os algoritmos de controle, usando as linguagens IEC 61131-3 diretamente das estações de supervisão, características que só os SDCDs apresentavam.

E os SDCDs ? Também desceram do pedestal. Bastou alguém atirar a primeira pedra e os dinossauros acordaram. Buscaram obedecer a padrões de interligação de mercado. Procuraram parecer mais esbeltos, abertos e flexíveis. Adotaram redes de instrumentos inteligentes e “intercambiáveis”.

Na área de instrumentação a revolução se deu mais dolorosamente. Era necessário dotar os instrumentos de mais inteligência e fazê-los se comunicar em rede. O velho padrão 4-20 mA para a transmissão de sinais analógicos tinha que ceder lugar à transmissão digital. A princípio foi desenvolvido um protocolo que aproveitava a própria cablagem já existente, fazendo transitar sinais digitais sobre sinais analógicos 4-20 mA. Este protocolo (HART) não foi mais que um paliativo, embora permaneça até hoje em sua interinidade. De certa forma, representa também uma reação ao avanço das novas tecnologias. Depois surgiram uma profusão de padrões e protocolos que pretendiam ser o único e melhor barramento de campo. O tempo e o mercado acabaram por depurar o conceito e a selecionar os mais aptos.

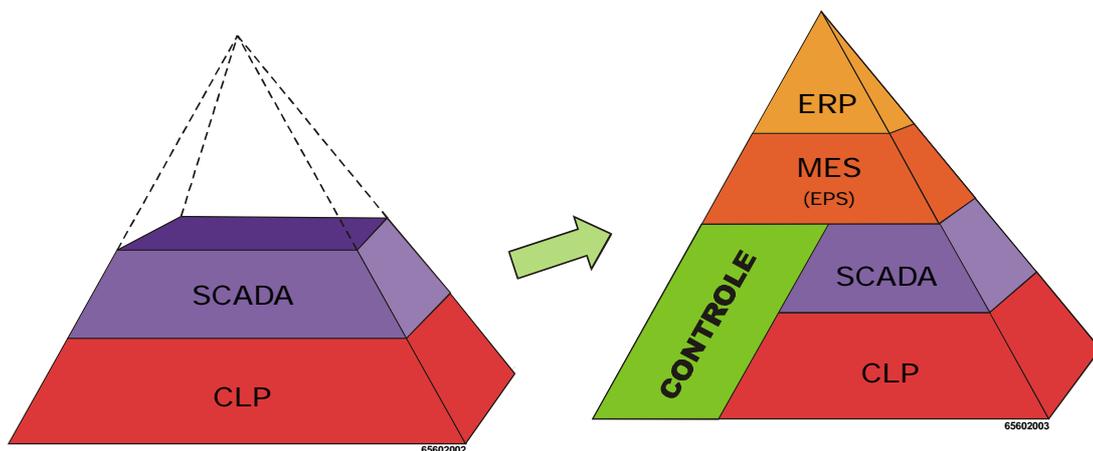
Alguns barramentos servem apenas para interligar sensores e atuadores discretos, basicamente transmitindo estados e bits de comando. Foram denominados de **Sensorbus**. Entre eles temos a rede ASI liderada pela Siemens e o Interbus-S. Um segundo nível era representado pelas redes capazes de interligar dispositivos inteligentes mais complexos, enquadrados na denominação genérica de **Devicebus**. As mensagens aqui já são orientadas a byte. Nesta categoria se enquadram as redes DeviceNet e ControlNet, capitaneadas pela Rockwell, Ethernet 100Base-T e LonWorks da Echelon. Finalmente restam as redes de instrumentos de campo ou **Fieldbus** especializadas em variáveis analógicas e controle. Além do padrão *Fieldbus Foundation* (IEC/SP50 H1) temos o Profibus PA e o WorldFIP, os dois últimos padrão de fato na Europa.

A Ethernet está invadindo também os instrumentos de campo. A *Fieldbus Foundation* decidiu implementar a rede *High Speed Fieldbus* utilizando a rede *High Speed Ethernet (HSE)* 100Mbps com TCP/IP e toda suite de protocolos Internet, mas conservando a DLL Data link layer, utilizada no padrão Fieldbus H1. Esta rede irá promover a interligação de um segmento H1 à sala de controle. Por outro lado, o padrão IEEE1451 determina como sensores e atuadores podem ser ligados diretamente a uma rede de controle, incluindo a Ethernet. Este padrão abre uma alternativa para a Ethernet, em aplicações que não requerem segurança intrínseca, ou alimentação através do cabo de rede.



**Figura 1 - Redes de controle e instrumentação**

O Windows NT e a Ethernet talvez sejam os grandes vencedores do que costumamos denominar de níveis I e II da pirâmide da automação. Estas considerações fecham o painel das principais mudanças no cenário do chão de fábrica que estamos mais acostumados a associar com o conceito de automação.



**Figura 2 - A pirâmide da automação antes e depois**

## 2. A ESPECIALIZAÇÃO:

Uma outra revolução iria acontecer na maneira de se definir uma fábrica, seus equipamentos de controle e a maneira de programar aplicações de processos em batelada. O padrão ISA S88.01 começa por definir o nome das coisas. Primeiro define um modelo físico (célula de processo, unidade, módulo de equipamento, módulo de controle), depois um modelo procedural que estrutura as ações hierarquicamente em procedimentos, procedimentos de unidade, operações e fases. O modelo de controle de atividades define uma hierarquia de receitas e o modelo de processo os resultado da aplicação da estratégia de controle em um processo (destilação, filtração, polimerização, hidrogenação). O importante disto tudo é que uma aplicação de batelada deve ser programada de uma forma diferente. A receita não pode mais ser programada no CLP, pois engessa o projeto. As fases devem ser programadas no CLP como blocos de um quebra cabeças. Como o quebra cabeças será montado, dependerá de uma receita que começa a ser definida no ERP e virá sendo refinada e personalizada para os equipamentos de um determinada linha.

A linguagem de programação ideal para este tipo de aplicação é a *Sequential Function Charts*. O sistema deve acompanhar em que fase o processo está, quais os valores das variáveis naquela fase, qual a duração da fase, etc. Resumindo, ao trocar uma receita, as fases serão chamadas em uma ordem

diferente e com diferentes parâmetros. Os principais sistemas SCADAS incorporaram módulos especiais de gerenciamento de bateladas, se especializando e procurando atender as necessidades dos clientes deste setor.

Outras especializações poderiam ser examinadas, mas vamos apenas listá-las. Para cada um destes nichos surgiram produtos extremamente dedicados, que com o tempo também passam a adotar hardware e software mais padronizados, mas que constituem uma área de atuação caracterizada por poucos *players* em todo o mundo. Nesta categoria estão o controle de vibração de máquinas rotativas, a sincronização de eventos em usinas de energia elétrica, o controle e supervisão de subestações, o controle de processo eletrolítico de alumínio, o controle de fornos a arco em indústrias de ferro ligas, o controle de semáforos urbanos, o controle ferroviário, o controle de elevadores, etc.

### 3. GERENCIANDO E OTIMIZANDO O PROCESSO

Até o início dos anos 90, os sistemas de controle constituíam ilhas de automação. Um sistema controlava o pátio de matérias primas, outro o alto forno, outro a aciaria. Um forte desejo de todos os usuários era poder unificar os dados de todas as áreas em um banco de dados único. O primeiro objetivo era propiciar uma massa de dados para análise dos engenheiros de processo. Estes queriam ser independentes do pessoal da automação, que lhes negavam os dados e que forneciam relatórios pobres e pouco flexíveis, e também do pessoal da informática, que não tinha tempo para atendê-los.

Neste cenário, surgiram os historiadores de processo ou PIMS (*Plant Information Management Systems*). Estes softwares são capazes de buscar os dados onde estiverem e inseri-los num banco de dados temporal com capacidade para meses ou anos. Devido a um eficiente algoritmo de compressão de dados, é possível buscar num piscar de olhos um gráfico da temperatura de um forno no dia 28 de fevereiro de 1998 e compará-lo com o comportamento da temperatura do mesmo forno um ano e cinco meses mais tarde. Isto é tudo que o engenheiro de processos precisava. Este software representa também a redenção do engenheiro de automação, que agora não precisa mais fazer malabarismos com os geradores de relatórios dos sistemas SCADA para fazer aquilo que o sistema SCADA não sabe fazer. E colocar um banco de dados relacional no SCADA só piorava as coisas. O PIMS, nascido para atender o processo químico e petroquímico, irradiou-se para todo o universo dos processos contínuos. E a engenharia de automação migrou um nível para cima.

A área de modelagem e otimização de processos industriais também cresceu e ramificou-se, mas com menor ímpeto, entre nós do hemisfério sul. A indústria do cimento adotou os sistemas especialistas para a condução de seus fornos, moagens e resfriadores. A mineração também começou a adotar estas soluções, mas de forma mais cautelosa. A indústria petroquímica focou principalmente na adoção de modelos e técnicas de controle avançado (APC - *Advanced Process Control*), abundantes para controle de processos neste setor.

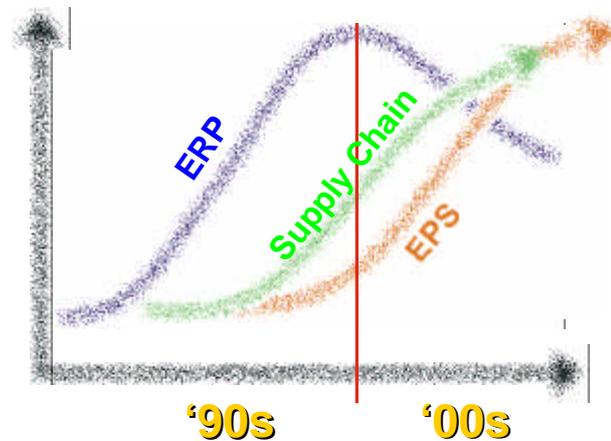
As ferramentas de desenvolvimento evoluíram muito e tornaram-se mais amigáveis. Passaram a reunir os vários tipos de tecnologias: sistemas especialistas, lógica nebulosa e redes neurais, essa última usada para modelar processos, onde a modelagem fenomenológica se mostra muito difícil.

### 4. OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Uma vez tendo o processo e os dados que descrevam o seu comportamento sob controle, a automação subiu mais um nível na pirâmide. Era preciso transformar dados em informação de negócio. Todos os sistemas construídos em volta do processo de manufatura passaram a ser alvos de uma racionalização e de automatização. Estes sistemas são englobados no termo geral de EPS: *Enterprise Production Systems*, os sistemas de gerenciamento da produção. Aí estão incluídos o MES – *Manufacturing Execution System* responsável por todo o acompanhamento da produção, da ordem de produção ao produto final, os sistemas de manutenção, os sistemas de gerenciamento de laboratórios (*LIMS – Lab Information Management Systems*), os sistemas de gerenciamento de ativos e outros.

Hoje, o MES é visto como uma das etapas de um modelo maior que representa a cadeia de suprimentos (*Supply Chain*). Embora as empresas de automação mais tradicionais do mercado não tenham percebido esta migração de foco, tornou-se claro para os atores do universo da automação de todo o mundo, que a visão da automação deveria ser mais holística. A onda de fusões e aquisições do último ano comprovam esta constatação. As empresas de integração de soluções de negócio passam a adquirir

avidamente as empresas que entendem do processo de produção preparando-se para a terceira onda. E as grandes empresas de automação buscaram se qualificar para atuar em outro nicho, mais próximo dos centros de decisão das corporações. O mercado de *supply chain* passa a ser preenchido por empresas vindas da experiência de integração de ERPs e por empresas de automação que ganharam oportunidades dentro do próprio universo de seus clientes. Após conhecerem os processos produtivos elas buscam conhecer o negócio como um todo.



17008559

**Figura 3:** As três ondas da racionalização do negócio

O MES tem passado por diversas crises e ainda não alcançou a sua verdadeira identidade. Primeiro serviu de ponte para ligar o chão de fábrica aos ERPs, como se fosse este o seu papel. Numa segunda fase, passou a ser implementado, geralmente nos processos de manufatura, para atender às exigências do mercado, principalmente a necessidade de se ter rastreabilidade de tudo que é produzido. Os clientes querem saber o histórico de cada constituinte de um produto, a que horas foi produzido, por quem e com que qualidade. O outro objetivo é realmente controlar as variáveis de negócio. Métricas de processo devem ser definidas para tudo que influa no custo e na qualidade. O gerente muda de papel e fica inserido na malha de realimentação do negócio. Ele deixa de ser o analista do erro passado e passa a ser responsável pelo que acontece em tempo real.

A automação continua após o produto acabado. Agora é preciso armazená-lo, inventariá-lo e recuperá-lo automaticamente. As tecnologias de captura automática de dados (CAD) se sofisticaram. A identificação do produto, antes feita apenas pelo código de barras, passa a ser feita preferencialmente pelos RFids (*Radio Frequency Identifiers*). Os produtos podem ser identificados automaticamente, enquanto se deslocam pela fábrica. As painelas de gusa, os carros torpedo, os vagões ferroviários, tudo deve ser identificado e rastreado em tempo real e mostrar o seu conteúdo a qualquer instante. Os sistemas de WMS (*Warehouse Management Systems*) possibilitam o comprometimento de vendas livre de erros. O sistema de controle e planejamento de produção, ciente do disponível em estoque e das capacidades reais do processo, pode atingir um maior nível de acerto. Em muitos ambientes, uma rede de coletores de dados se comunicando por rádio frequência se incumbirá do *Work in progress*, medindo eventos antes impossíveis de serem percebidos por um PLC convencional. É melhor declarar um evento manualmente do que deixar de informá-lo ao sistema. Se um sensor é demasiado caro para capturar um dado automaticamente, um terminal de entrada manual será introduzido. Pecado é não informar, é ter um evento fora de controle. A automação chega a sua maturidade ao perceber que sua finalidade é compor uma solução de negócio.

## 5. NOVAS FRONTEIRAS – NOVAS OPORTUNIDADES

A implantação dos ERPs trouxe novas oportunidades. Um sistema de gestão integrada precisa ser alimentado com dados reais dos diversos processos. O módulo de gerenciamento de materiais precisa conhecer todo o movimento internos de matérias primas e produtos acabados, o sistema de recursos humanos tem que realizar o controle de acesso às áreas da empresa e apontar a presença dos funcionários, a utilização do restaurante e o acesso a estacionamentos e áreas reservadas. Tudo isto requer equipamentos especializados e automação.

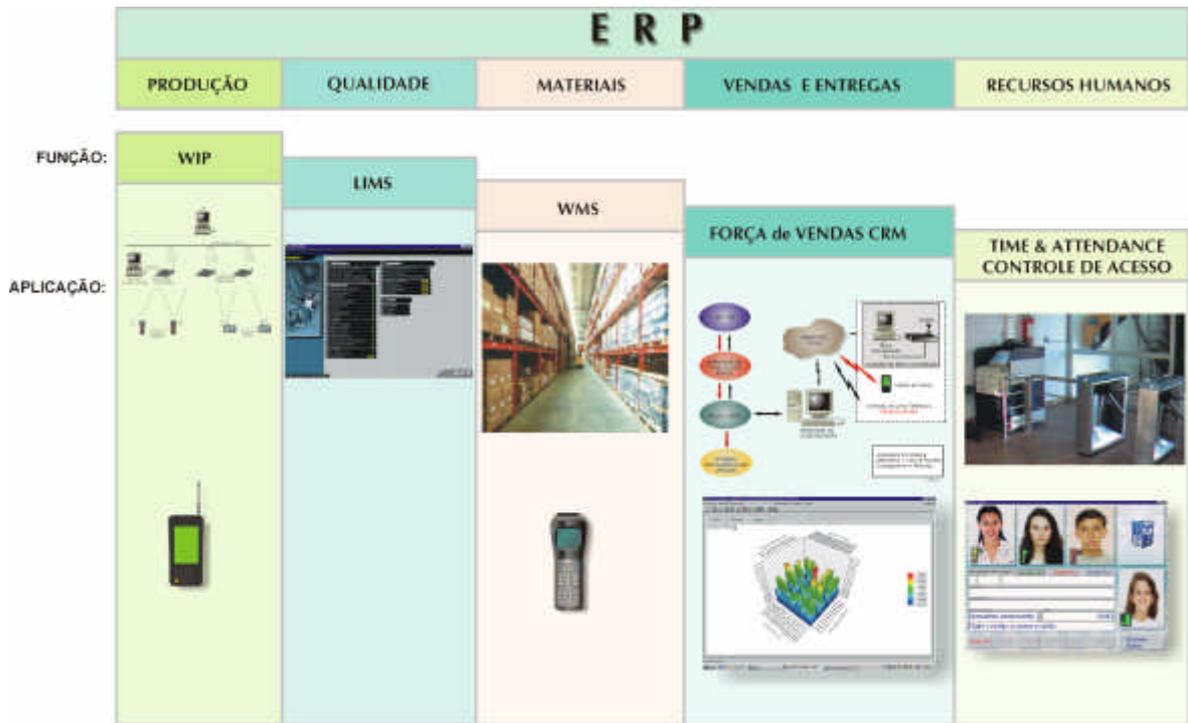


Figura 4: Interligando o ERP aos diversos processos de uma fábrica

## 6. A AUTOMAÇÃO DA FORÇA DE VENDAS

A outra grande vertente mostrou ser a automação da força de vendas. Os vendedores recebem do ERP, pela manhã, o planejamento das rotas de vendas, contendo todos os clientes a serem visitados. Estes dados são transmitidos via rede telefônica e recebidos por um computador *hand held* especializado, que substitui os *palm tops* de propósitos gerais, usados na primeira geração de produtos. Estes computadores constituem sistemas completos: micro 486, sistema operacional Windows CE, banco de dados relacional, scanner, modem, interface InfraRed ou RF. Os vendedores possuem informações completas sobre o histórico de vendas daquele cliente, políticas de descontos ou promoções *on line*, calcula preços, emite nota fiscal e pode efetuar recebimentos e dar quitações. O software de retaguarda analisa as vendas de todos os vendedores, consolida o movimento diário, emite relatórios, analisa históricos e estatísticas de vendas por região, por produto, por segmento e detecta tendências e padrões, passando a ser uma ferramenta imprescindível para controlar o processo de vendas. Note o grifo na palavra controlar. Não se trata apenas de supervisionar, mas de influir no processo. É o velho princípio da realimentação sendo utilizado para controlar as variáveis do processo, o gerenciamento das variáveis de negócio, e as variáveis do processo de vendas. Fechar o loop é preciso... Medir, analisar e coordenar como preconiza o modelo Repac da AMR concebido para modelar os sistemas de produção.

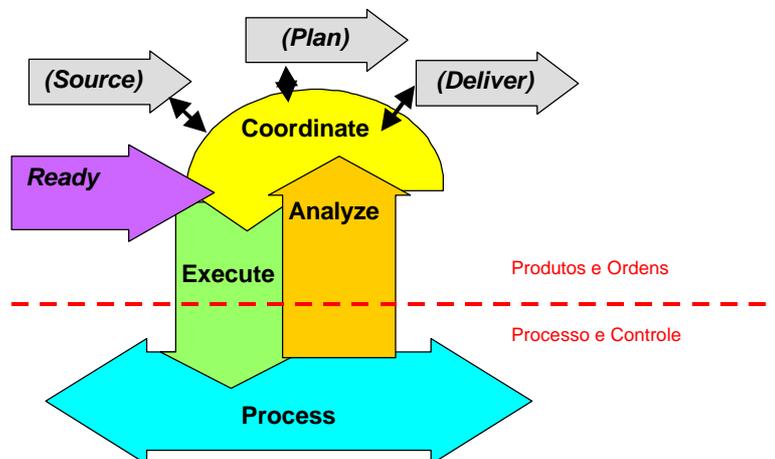


Figura 5: O modelo REPAC da AMR: o MES como etapa da cadeia de suprimentos

## 7. E-AUTOMATION, E-COMPANY, E-PROCESS, E-BUSINESS: O PAPEL DA INTERNET

A explosão do uso da Internet nas indústrias de processo será avassalador. É esperado um período de grande crescimento para as indústrias de processo nos próximos dois anos com mais do que 10% do comércio industrial sendo colocado *on-line* até 2003 (*Forrester Research*). O impacto da ferramenta Internet se dará em todas as etapas do processo:

### 7.1 Compra de insumos e matérias primas (*e-procurement*)

A maior parte dos fornecedores cadastrados estarão *on-line* colocando suas ofertas. Com uma maior visibilidade das disponibilidades de estoques, preços e condições de pagamento, o comprador terá a oportunidade de fechar melhores negócios. Os softwares B2B permitem segurar uma posição de compra por um tempo determinado, fazer contra ofertas, enfim entabular todos os passos de uma negociação normal. Fretes e armazenamento também são negociados de forma integrada. Os operadores logísticos passam a oferecer uma cadeia completa de serviços incluindo transporte, armazenamento, acondicionamento de produtos, simplificando a operação da cadeia de suprimentos.

### 7.2 Venda e distribuição de produtos.

Grande parte dos clientes estarão *on-line*. Parte do esforço hoje realizado pela força de vendas, mesmo que informatizada, será realizado diretamente pela Internet. A iniciativa de compra e venda será bilateral. O fornecedor coloca de manhã a oferta para seus clientes. Pode oferecer maiores vantagens num determinado produto, para um determinado perfil de cliente. O cliente por sua vez pode colocar um pedido de forma assíncrona e no caso de uma rede de varejo, ser atendido pelo primeiro caminhão de entregas servindo sua região.

### 7.3 Integração da cadeia de suprimentos.

Os clientes poderão consultar a qualquer instante o *status* de sua ordem de compra numa linha de produção, ter o prazo consolidado de entrega visível em tempo real. O mesmo ocorrerá com a área de serviços. O cronograma do projeto, o status do desenvolvimento de cada etapa, o cronograma de desembolso, enfim todas as informações, estarão disponíveis *on-line*.

### 7.4 Integração dos processos internos: Intranet.

Todos os processos internos de manufatura serão acompanhados internamente pela Intranet. Ao invés de relatórios extensos em papel, temos informações *on-line*. Apenas a informação necessária, personalizada para cada nível, para cada responsável por tomadas de decisão. Esta função já está sendo propiciada pelos sistemas MES atualmente em implantação.

Tudo isto irá requerer um trabalho imenso das empresas de engenharia para alinhar os processos de seus clientes e torná-los *Internet-Ready*. Ao colocar uma empresa não preparada na Internet, estaremos apenas expondo suas fragilidades. A empresa deverá ser preparada para isto. Não se pode acompanhar *on line*, a qualidade de um processo sem qualidade e nem acompanhar a cadeia de custos de um produto em um processo, onde não existem métricas estabelecidas. A torta da empresa integrada possui diversas camadas. A internet é o glacê e a vela do bolo de noiva. O bolo só será palatável se todas as camadas tiverem sido construídas com esmero. E se a base não for consistente toda a torta irá desmoronar.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. The History of the PLC as told to Howard Hendricks by Dick Morley , <http://www.barn.org/FILES/historyofplc.html>
2. Industrial Ethernet Networking Strategies, ARC Strategies, August 1999, ARC Advisory Group.