

ERP, MES e FMS

Luciana Adorno de OLIVEIRA*
Marcus Rogério de OLIVEIRA**
Carlos Roberto REGATTIERI***
Ronaldo Ribeiro de CAMPOS****

RESUMO

Este trabalho tem por finalidade abordar as tecnologias que permitem a integração dos Sistemas Flexíveis de Manufatura, presentes no chão-de-fábrica com o ERP (Enterprise Resource Planning), presente no nível estratégico da empresa. As tecnologias intermediárias (MES – Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System e SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition) compõem um conjunto de camadas que integram diferentes componentes desde o ERP até os Sistemas Flexíveis de Manufatura permitindo que as atividades de carregamento, seqüenciamento e programação sejam beneficiadas pela otimização desde a coleta de dados no chão-de-fábrica, à serem transformados em informação pelas tecnologias intermediárias e que por sua vez ao serem transmitidas para o nível estratégico tornar-se-ão em conhecimento real garantindo a eficácia da tomada de decisão.

PALAVRAS-CHAVE: ERP. Integração. SFM. MES. SCADA.

INTRODUÇÃO

A palavra Manufatura, oriunda do Latin (*manus + futura*) cujo significado é “feito-com-a-mão”, evoluiu de maneira a abranger todo o processo de transformação da matéria prima em produtos e ou serviços, envolvendo os fenômenos e transformações físicos e químicos, tecnologias, energia, matéria-prima, pessoas e informação (LEPIKSON, 2005). Nos dias atuais, Manufatura também recebe o nome de Produção.

Um ambiente de manufatura ou produção pode ser dividido em três grandes esquemas básicos independentes, inter-relacionados e interativos que são: esquema básico das entradas, esquema básico dos processos de transformações e esquema básico das saídas.

O esquema básico das entradas envolve os recursos a serem transformados como matéria prima, energia e informação. O esquema básico dos processos de transformação envolve projeto, planejamento e controle, melhoria e estratégias da produção. E, o esquema básico das saídas está relacionado com o produto acabado, seja ele produto físico de fato ou serviço (SLACK, 2002).

* Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga - FATEC - TQ- Av. Dr. Flávio H. Lemos, 585 - 15900-000 - Taquaritinga - SP. lu_adorno@yahoo.com.br

** FATEC - TQ. marcusrogerio@terra.com.br

*** FATEC - TQ. carloreg@sc.usp.br

**** (EESC-USP). ronaldodecampos@yahoo.com.br

Para melhorar a coordenação entre os esquemas básicos independentes e agilizar o fluxo de informações, são necessários “sistemas tecnológicos de integração”. A integração é definida como o agrupamento de componentes heterogêneos em um conjunto sinérgico (VERNADAT, 1996) e os “sistemas tecnológicos de integração” são os agentes da integração.

Dentro do esquema básico de transformação, os equipamentos de produção, dos quais se incluem os sistemas flexíveis de manufatura (FMS - *Flexible Manufacturing System*), precisam trabalhar de maneira cooperativa e para isso, é necessário que estejam integrados, ou seja, conectados em um controle central encarregado de comandá-los de forma harmônica. A integração parte do princípio de que existe uma base de dados única para todos os aplicativos, isto é conseguido através de sistemas de gestão integrados ERP (*Enterprise Resource Planning*) que precisa conter todas as funcionalidades que uma empresa de produção necessita (ROZENFELD, 1996).

O ERP atua como Integrador Gerencial, pois mantém, gerencia e transforma dados e informações sobre vários níveis do negócio. Num ambiente de produção, o ERP deve contar com um módulo que o permita atuar também como controle central da produção. Isto é, enviar ordens aos controladores de cada equipamento e deles receber informações sobre o que se passa no processo de produção.

Os FMS, incluídos no esquema básico de transformação, para serem dinâmicos e se adaptarem às mudanças como variações de demanda, especificações de produto e de qualidade, bem como às situações dinâmicas dentro do próprio sistema, como quebras e bloqueios de máquinas (KOCHIKAR, 1992) podem ser gerenciados por um Sistema de Software específico chamado de Gerente de FMS detalhado por (VIEIRA, 1996).

Este trabalho tem por objetivo apresentar a integração dos FMS com o ERP, ou seja, verificar o grau de integração entre os Sistemas Flexíveis de Manufatura e o agente tecnológico de Integração Gerencial, o ERP. Ainda dentro desta proposta, procurar determinar quais os fatores conceituais e tecnológicos envolvidos permitem ou restringem ao ERP interagir e comandar os FMS de maneira a adaptá-los dinamicamente às mudanças de necessidades de produção num dado momento no ciclo de vida de um ou mais produtos.

1. Sistemas flexíveis de manufatura

Um FMS (*Flexible Manufacturing System*) pode ser definido como uma configuração controlada por computador de estações de trabalho semi-independentes, conectadas por dispositivos de transporte e manuseio de materiais (SLACK, 2000).

Segundo (MARTINS, 2005), sistema flexível de manufatura (FMS) é um agrupamento de estações de trabalho semi-independentes controladas por computador, interligadas por um sistema automatizado de transporte ou manuseio que integra máquinas CNC pelo sistema automatizado de Transporte Controlado por Computador (AGV).

De acordo com (SILVA, 2003), sistemas flexíveis de manufatura são um sistema organizado em células cada uma podendo conter uma ou mais máquinas. Os números de máquinas em cada célula pode ser diferentes uma das outras e cada máquina pode ter uma ou mais funcionalidades dentro desse

mesmo sistema de produção em célula tem-se um sistema de transporte para mover as peças de uma célula para pelo sistema.

De acordo com (TAUILE, 2006), um Sistema Flexível de Manufatura é um conjunto de equipamentos composto basicamente por diferentes tipos de Máquinas Controláveis e de robôs, sendo estes particularmente destinados a carga, descarga e movimentação dos materiais em cursos de produção entre os equipamentos que fazem a usinagem propriamente dita.

Os FMS, para atender de maneira plena seus objetivos, devem obter de um Sistema de *Software*, mesmo que de maneira indireta, dados e informações de todos os subsistemas de *software* envolvidos na administração da produção. Subsistemas como Vendas, para obter as especificações e as quantidades dos produtos a serem produzidos; Estoques, para levantamento de disponibilidade de entrega; Qualidade, para reajustes ou reaproveitamento, etc. O sistema de *Software* que desempenha este papel é o ERP (*Enterprise Resource Planning*).

O ERP como agente de integração, interfere nos Sistemas de Manufatura Flexível e por isso deve fazer uso de módulos ou programas específicos que interajam direta ou indiretamente com os equipamentos que compõem os sistemas flexíveis de manufatura. Interagir indiretamente significa que o ERP disponibiliza os dados utilizados para controle dos FMS por meio de *softwares* e equipamentos auxiliares ou intermediários que fazem a mediação.

A interação indireta ocorre devido à variedade, especificidade e complexidade do equipamento que compõe o Sistema Flexível. Essa variedade, especificidade e complexidade limitam a interação direta com o equipamento. Esta limitação implica na utilização de camadas intermediárias compostas por *softwares* e equipamentos controladores, dispostos de maneira hierárquica, que lidam então, através de uma cascata de mensagens e respostas, diretamente com o equipamento dos FMS.

2. Utilização dos sistemas flexíveis de manufatura

O número de empresas que automatizam seus processos vem crescendo consideravelmente. Atividades anteriormente desempenhadas manualmente estão sendo substituídas por máquinas com controle numérico ou mais evoluídas como robôs.

Segundo (MARTINS, 2005), existem vantagens consideráveis decorrentes da implantação de um FMS, no entanto, a empresa deve efetuar estudos de viabilidade de implantação, aspectos anteriores como: experiência anterior na utilização de sistemas CNC, fatores econômicos externos, efeitos nas relações trabalhistas, na qualidade do produto e na participação no mercado entre outros devem ser considerados.

De acordo com (SLACK, 2002), a flexibilidade significa capacidade de mudar a operação, podendo alterar o que a operação faz, como faz ou quando faz, atendendo a quatro tipos de exigências:

- Flexibilidade de produto/serviço – produtos e serviços diferentes;
- Flexibilidade de composto (mix) – ampla variedade ou composto de produtos e serviços;
- Flexibilidade de volume – quantidades ou volumes diferentes de produtos e serviços e
- Flexibilidade de entrega – tempos de entrega diferentes.

O desenvolvimento de uma operação flexível pode também trazer vantagens aos clientes internos da operação, agilizando o tempo de resposta, reduzindo esse tempo e conservando a confiabilidade em relação aos imprevistos dentro das operações. (SLACK, 2000).

Assim os FMS surgiram como uma tentativa para reconciliar a eficiência da linha de produção do tipo *flow-shop*, com a flexibilidade de um sistema do tipo *job-shop* e com a finalidade de satisfazer uma demanda versátil a um baixo custo.

3. Composição dos SMF

Segundo (SLACK, 2002) os componentes básicos de um FMS são:

- Estação de trabalho CN sejam máquinas-ferramentas ou centros de trabalho mais sofisticados, automatizados, que desempenham operações “mecânicas”;
- Instalação de carga/descarga, freqüentemente robôs, que movem peças de e para estações de trabalho;
- Instalações de Transporte/manuseio de materiais, que movem peças entre estações de trabalho (podem ser AGVs - *Automatically Guided Vehicle* - ou esteiras ou trilhos transportadores ou, se as distâncias forem pequenas, robôs);
- Um sistema central de controle por computador, que controla e coordena as atividades do sistema (estações de trabalho, AGVs, robôs), e também o planejamento e o seqüenciamento de produção e o roteamento das peças através do sistema.

Os sistemas flexíveis de manufatura podem ser compostos por quatro funções básicas que definem seus componentes, sendo elas operação, inspeção, transporte, armazenamento:

- As operações são atividades que adicionam valor ao material em processo e essas atividades podem ser desempenhadas, por torno CNC, robôs, homem e dispositivos acessórios, o que caracteriza uma célula de manufatura que integrada a outras células dão origem ao sistema de manufatura.
- As inspeções atuam no processo com objetivo de corrigir prováveis desvios de padrões que possam comprometer a qualidade da peça. Controlar a qualidade significa medir a característica que define a qualidade desejada. As características podem basear-se no dimensionamento, volume, peso, resistência a tração e compressão, a condutividade térmica entre outros;
- O transporte pode ser realizado por vários tipos de máquinas controladas por computador, entre elas destacam-se os AGV's (*Automatically Guided Vehicle*), ou seja, Veículo Guiado Automaticamente e os RGV's (*Rail Guided Vehicle*), ou seja, Veículo Guiado por Trilho. O sistema de transporte pode contar ainda com esteiras transportadoras que não possuem tanta flexibilidade quando os AGVs e RGV's, porém custam menos e
- O armazenamento pode ser feito através dos RGVs. O operador de acordo com um plano de produção, preenche o depósito com a matéria prima a ser processada e embora essa atividade possa ser automatizada por meio de robôs, a interferência do homem se faz necessária pelo grande número de variáveis envolvidas.

4. ERP

Segundo (LAUDON E LAUDON, 2004), ERP são sistemas de informação definidos tecnicamente

como um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam, recuperam, processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, coordenação e o controle da organização.

De acordo com (COLANGELO, 2001), não existe uma definição precisa e inquestionável do que seja um sistema ERP, para os devidos fim considera-se que ERP seja um software aplicativo que permite às empresas:

- Automatizar e integrar parcela substancial de seus processos de negócios, abrangendo finanças, controles e logística (suprimentos, fabricação e vendas) e recursos humanos;
- Compartilhar dados e uniformizar os processos de negócios e,
- Produzir e utilizar informações em tempo real.

Para (MARTINS, 2005), o ERP é um modelo de gestão corporativo baseado num sistema de informação, com o objetivo de promover a integração entre processos de negócios da organização e fornecer elementos para as decisões estratégicas. O sistema possibilita automatizar e integrar a maioria de seus processos de negócio, compartilhar dados da organização e práticas em toda a empresa e produzir e acessar as informações em tempo real.

Segundo (O'BRIEN, 2004), 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 de recursos humanos de uma empresa. O programa ERP é uma família de módulos de *softwares* que apóia as atividades da empresa envolvidas nesses processos vitais internos. Para uma empresa industrial, o *software* ERP geralmente irá acompanhar a situação das vendas, estoques, expedições e faturamento, como também as necessidades previstas de matérias-primas e recursos humanos.

5. Características do ERP

Em relação às características mais importantes, (SOUZA, 2002) sugere que são pacotes comerciais; são desenvolvidos a partir de modelos-padrão de processos; são integrados; têm grande abrangência funcional; utilizam um banco de dados corporativo e, requerem procedimentos de ajuste.

De acordo com (HABERKORN, 2005), o sistema ERP automatiza os procedimentos de uma empresa; abrangendo planejamento, execução e controle sob o ponto de vista econômico e financeiro; utilizando várias técnicas, conhecidas e simples, que ajudam a realizar tarefas com rapidez e eficácia. Cumpre essas tarefas através de seus módulos básicos integrados através do aproveitamento dos dados de entrada, onde as informações são compartilhadas entre os módulos correspondentes dentro do sistema, eliminando redundâncias sem diminuir o controle administrativo e financeiro. O compartilhamento desses dados proporciona a atualização dos dados em tempo real e de forma íntegra, representando a excelente qualidade na base de conhecimento da empresa.

De acordo com (HYPOLITO, 2002), cada módulo dos sistemas de gestão integrada contempla funcionalidades relacionadas à área de atuação específica. Os módulos financeiros e de Controladoria abrangem, por exemplo, funcionalidades de contabilidade geral, faturamento, contas a receber, contas a pagar, contabilidade de centros de custos, gestão de ativos, etc. Já o módulo de materiais contempla,

entre outras, as funcionalidades de compra e controle de estoques.

6. Composição básica de módulos ERP para produção

Administradores da produção têm, geralmente, grandes expectativas a respeito dos sistemas ERP. (KASHEF, 2001) afirma que as companhias buscam e investem em pacotes de software com o objetivo de aumentar a eficiência da administração e conseqüentemente aumentar a produtividade e a competitividade.

Segundo (CORRÊA, 2001), os módulos presentes na maioria dos ERP envolvidos com a produção são:

- Previsões/Análises de Vendas (Forecasting/Sales Analysis);
- Listas de Materiais (BOM – Bills Of Material);
- Programa Mestre de Produção/Capacidade Aproximada (MPS – Master Production Scheduling/ RCCP – Rough-Cut Capacity Planning);
- Planejamento de Materiais (MRP – *Material Requirements Planning*);
- Planejamento Detalhado de Capacidade (CRP – Capacity Requirements Planning);
- Compras (Purchasing);
- Controle de Fabricação (SFC – Shop Floor Control);
- Controle de Estoques (Inventory);
- Engenharia (Engineering);
- Distribuição Física (DRP – Distribution Requirements Planning);
- Gerenciamento de Transportes (TM – Transport Management);
- Apoio à Programação com Capacidade Finita de Produção Discreta e,
- Configuração de Produtos.

As tipologias de sistemas produtivos suportados pelos ERP são:

- Produção para Estoque (MTS – *Make to Stock*): segundo (BREMER, 2000), os sistemas de produção para estoque, caracterizam os sistemas que produzem produtos padronizados, baseados principalmente em previsões de demandas. Nesse caso, nenhum produto é customizado, porque o pedido é feito com base no estoque de produtos acabados. Isso significa que a interação direta dos clientes com o projeto dos produtos é muito pequena ou inexistente;
- Montagem sob Encomenda (ATO – *Assembly to Order*): segundo (BREMER, 2000), são os sistemas em que os subconjuntos, grandes componentes e materiais diversos são armazenados até o recebimento dos pedidos dos clientes contendo as especificações dos produtos finais. A interação dos clientes com o projeto dos produtos é limitada;
- Produção sob Encomenda (MTO – *Make to Order*): ainda de acordo com (BREMER, 2000), O projeto básico é realizado a partir dos contatos iniciais com o cliente e a etapa de produção só se inicia após o recebimento formal do pedido;
- Engenharia sob Encomenda (ETO – *Engineering to Order*): a engenharia sob encomenda, conforme (BREMER, 2000), pode ser entendida como uma extensão do MTO, com o projeto do produto sendo desenvolvido quase totalmente baseado nas especificações do cliente. Os produtos são altamente customizados e o nível de interação com o cliente é muito grande.

7. Do ERP ao chão-de-fábrica

Integrar o sistema ERP com o chão-de-fábrica não é apenas uma necessidade, mas uma realidade na qual os sistemas corporativos de produção em massa estão convergindo.

Sistemas de Informação e Sistemas de Produção precisam estar fortemente unidos para reduzir o tempo de tomada de decisões e para aumentar a produtividade da fábrica.

(SANTOS, 1999) afirma que atualmente os sistemas produtivos estão sendo concebidos de maneira a permitir rápida re-configuração e re-programação e por esse motivo as fábricas devem possuir sistemas eficientes de controle e supervisionamento das operações de produção e do equipamento. Equipamentos estes que devem possuir a característica de serem automatizados e multi-operacionais.

De acordo com (COLANGELO FILHO, 2001), a integração de diversos níveis dentro da produção deve ser realizada entre duas grandes instâncias:

- O processo de negócio: tomada de decisão e negociações que geram informações e que disparam eventos no processo produtivo e,
- A plataforma produtiva: corresponde efetivamente aos componentes do chão-de-fábrica.

O processo de negócio é representado pelo ERP e a plataforma produtiva é representada pelos Controladores de Automação.

Existe uma lacuna a ser preenchida desde o ERP até os Controladores de Automação.

Porém, conforme disserta (SEIXAS, 2005), o ERP interage indiretamente com os elementos do chão-de-fábrica por meio do MES (*Manufacturing Execution System*), PIMS (*Plant Information Management System*) e finalmente SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) na hierarquia mostrada pela figura 1.

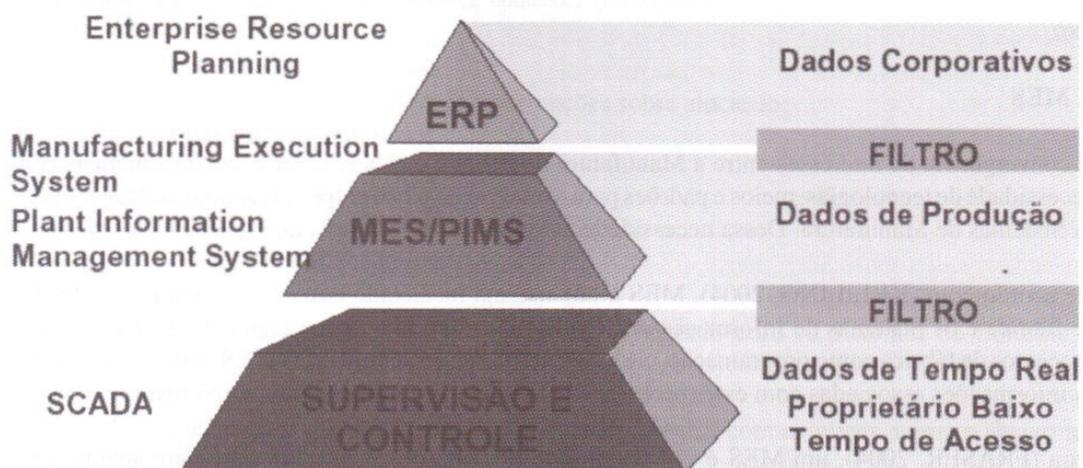


Figura 1. Hierarquia de Integração do ERP ao Chão-de-fábrica. Adaptado de (SEIXAS, 2005) Disponível em <http://www.firjan.org.br/notas/media/integrind.pdf> - acesso em 29/04/2006

As funções e responsabilidades dos sistemas de informação existentes entre os vários níveis através da corporação são:

Tabela 1 - Funções e Responsabilidades dos Sistemas de Informação

Nível	Elemento e função principal	Sistemas de Informação	Dados típicos manipulados	Informação Processada	Escala de tempo de Operação
4	ERP: planejamento, agendamento, suprimentos e logística	Banco de Dados, programas aplicativos, Interfaces	Dados de finanças, recursos humanos, pedidos	Habilidade de planejar e alocar recursos em âmbito corporativo	De dias até anos
3	MÊS: otimização e gerenciamento de chão-de-fábrica	Processos, histogramas, meadlware	Métricas operacionais, energia, manutenção	Habilidade de otimizar e executar operações dentro do chão-de-fábrica	De minutos até horas
2	Automação, controle de processos	SCADA, sistemas controladores baseados em micro-computadores	Dados de unidades de operação, métricas de células	Habilidade de operar uma unidade como ponto de trabalho	De segundos a minutos
1	Controle básico, análise estatística	PCS, DCS, sensores	Alarmes, valores e parâmetros de processos	Habilidade de manipular variáveis de processos; lógica de aplicações	Segundo a milissegundos
0	Medição e monitoramento on-line	Sensores, atuadores, dispositivos	Medições de valores das variáveis dos processos em execução como temperatura	Estado atual dos fluxos de processos e equipamentos	contínuo

Adaptada de - Manufacturing Practice Manufacturing Execution Systems Page 2 of 6 – A Concept Note - February 2002.

8. MES

A convergência de interesses entre a Manufatura de ponta e o estado da arte em Informática criou a necessidade de tecnologias, meios e padrões para a integração plena entre os Sistemas de Negócios com os Sistemas de Manufatura. Dessa necessidade nasceu o MES (*Manufacturing Execution System*).

De acordo com (KREILING, 2004), MES é um sistema localizado entre os equipamentos de chão-de-fábrica e os Sistemas de Informação de Negócios que auxilia o gerenciamento e a execução dos processos de fábrica como programação, carregamento e seqüenciamento. O MES também compartilha as informações associadas com estes processos com toda a organização em tempo real.

Para (FRASER, 2004), um MES é um sistema de informações dinâmicas que efetivamente dirige a execução das operações da manufatura. Utilizando dados corretos e atualizados, MES comanda, dispara e coleta dados das atividades do chão-de-fábrica assim que os eventos ocorrem. O MES

também fornece informações de missão crítica, obtidas durante as atividades de produção, para todos os outros sistemas da organização.

(HADJIMICHAEL, 2004) disserta que um MES controla as operações de produção que habilitam a realização de planos de gerenciamento e promove *feedback* do chão-de-fábrica para os processos gerenciamento. O MES fornece informações que habilitam a otimização das atividades de produção desde o recebimento dos pedidos até a finalização do produto. Neste contexto, o MES se apresenta como agente de integração e de execução que permite ao ERP se isolar dos detalhes, da complexidade e das especificidades dos Controladores de Automação e ao mesmo tempo desempenhar suas atividades relacionadas à programação, carga e seqüenciamento.

As funcionalidades do MES são:

- Integração entre os sistemas de controle de automação com o ERP: utilizando dados em tempo-real de todos os níveis de informação, o MES responde pelas atividades do chão-de-fábrica assim que elas ocorrem;
- Gerenciamento de lote, gerenciamento de qualidade, especificações e instruções de trabalho: MES é um sistema localizado acima dos sistemas chão-de-fábrica e promove comunicação para cima e para baixo, isto é, dos sistemas chão-de-fábrica para o ERP e vice-versa;
- Gerenciamento de Recursos incluindo agendamento, despacho, monitoramento de equipamentos, manutenção preventiva e coordenação direta e indireta das atividades e,
- Gerenciamento de listas, controle detalhado de material e acompanhamento de custos.

O MES apresenta um conjunto padrão de funções suficientemente genéricas para serem aplicadas a qualquer tipo de manufatura. Entretanto, quanto mais específicos são os protocolos encontrados no chão-de-fábrica, mais específico torna-se o MES.

Existem, de acordo com (HADJIMICHAEL, 2004), sete funções genéricas encontradas num pacote MES que são descritas pelo padrão S95.01, criado pelo comitê ISA (*Instrumentation System and Automation*):

- Agendamento detalhado de operações;
- Alocação de recursos e fornecimento de informações sobre alocação;
- Despachos de unidades de produção;
- Controle de documentação;
- Origem e percurso do produto;
- Análise de performance e,
- Gerenciamento de trabalho.

Para a execução das sete funções, o MES deve estar integrado com os Sistemas de Controle de Automação presentes no chão-de-fábrica e com o ERP.

Um ponto de recente discussão sobre o relacionamento do MES com os níveis acima e abaixo tem considerado as seguintes hipóteses:

- Se o MES precisa ser fornecido por vendedores de softwares independentes ou;

- Se as funcionalidades do MES precisam ser incorporadas ou inseridas como extensões aos sistemas ERP ou ainda,
- Se as funcionalidades do MES precisam ser incorporadas nos sistemas de Controle de Automação. Este tipo de agregação faz surgir o conceito de EPS (*Enterprise Production System*).

9. SCADA

Os Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados, ou abreviadamente SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), são sistemas que utilizam *software* para monitorar e supervisionar as variáveis e os dispositivos do sistema de controle conectados através de softwares de controle específicos. Estes sistemas podem assumir topologias mono-posto, cliente-servidor ou múltiplos servidores-clientes, que atualmente tendem a libertar-se de protocolos de comunicação proprietários, com dispositivos de controle como autômatos programáveis, módulos de entradas/saídas remotas, controladores, registradores, etc.

Segundo (PINHEIRO, 2006), os SCADA são sistemas supervisores que permitem a monitoração e o rastreamento das informações de um processo produtivo ou de uma instalação física. Tais informações são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida, manipulados, analisados, armazenados e, posteriormente, apresentados ao usuário.

Ainda segundo (PINHEIRO, 2006), esses novos sistemas de supervisão e controle foram desenvolvidos na década de 1990, com o objetivo especial de obter maior produtividade, qualidade e competitividade. Com as sucessivas evoluções acumuladas ao longo do tempo, os sistemas de supervisão atuais passaram a oferecer funções de supervisão, operação e controle conforme se segue:

- Função de supervisão: nesta função estão incluídas todas as operações de monitoramento do processo, sejam elas sinóticas, gráficos de tendências de variáveis analógicas e digitais, relatórios, dentre outras;
- Função de operação: oferece a vantagem de substituir as funções das mesas de controle manuais, otimizando os procedimentos de controle e modos de operação dos equipamentos do processo e,
- Função de controle: pode ser um sistema que possibilita a ação de controle sem a dependência de níveis intermediários do processo, conhecido como DCC (*Digital Direct Control*) ou pode ser o sistema supervisor, onde o controle é realizado dinamicamente, de acordo com o comportamento global do processo.

10. Objetivos do SCADA

De acordo com (PINHEIRO, 2006), o SCADA tem por objetivo principal propiciar uma interface de alto nível do operador com o processo informando-o “em tempo real” de todos os eventos de importância do chão-de-fábrica. Especificamente no ambiente das redes de supervisão e controle, os sistemas SCADA melhoram a eficiência do processo de monitoração e controle, disponibilizando em tempo real o estado da rede através de um conjunto de telas, de gráficos e relatórios, de modo a permitir a tomada de decisões operacionais apropriadas, quer automaticamente, quer por iniciativa do administrador da rede. Podem ser aplicados nas mais diferentes indústrias, algumas delas podendo ser as indústrias de celulose, petróleo, metalurgia, química, controle ferroviário e aeroviário, e mesmo nas redes de computadores comerciais e residenciais.

Esse tipo de sistema é capaz de monitorar automaticamente os sinais e estado dos dispositivos associados ao sistema e efetuar o controle sobre sensores e atuadores, distribuir informações entre as estações da rede através de uma central de controle, com performance e segurança. Apresentam *softwares* mais robustos e confiáveis para aplicações de grande porte e para aplicações distribuídas em varias estações.

11. Componentes do SCADA

De acordo com (PINHEIRO, 2006), um sistema SCADA possui componentes integrados, que podem ser sensores e atuadores, estações remotas e estações de controle central, todos se comunicando através de uma rede de comunicação.

Os Sensores e Atuadores, segundo (PINHEIRO, 2006), são os dispositivos conectados aos equipamentos controlados e monitorados pelo sistema. Os sensores convertem parâmetros físicos, tais como velocidade, níveis de líquido e temperatura, para sinais analógicos e digitais que são enviados para as estações remotas. Já os atuadores são utilizados para agir sobre o sistema, ligando, desligando ou movimentando determinados equipamentos.

As Estações Remotas, segundo (PINHEIRO, 2006), são responsáveis pela aquisição e pela transmissão dos dados coletados pelos diversos sensores (presença, luminosidade, temperatura, etc) e atuadores, até às estações de controle centrais. O processo de controle local e a aquisição de dados são executados nas estações remotas, os PLCs (*Programmable Logic Controllers*) e RTUs (*Remote Terminal Units*), com a leitura dos valores apresentados pelos dos dispositivos que estão associados a cada estação.

De acordo com (PINHEIRO, 2006) as estações de controle central são as unidades principais dos sistemas SCADA, responsáveis pela monitoração e supervisão de todo o sistema de automação e incumbidas por recolher a informação enviada pelas estações remotas e atuar de acordo com os eventos detectados. Podem estar centralizadas em um único computador ou distribuídas por uma rede de computadores de modo a permitir o compartilhamento dos dados provenientes do sistema.

Os sistemas SCADA permitem ainda visualizar previsões e tendências com base em valores recolhidos e valores parametrizados pelo operador do sistema, bem como gráficos e relatórios relativos aos dados atuais existentes em um histórico.

12. PIMS

De acordo com (SEIXAS, 2005), PIMS (*Process Information Management Systems*) são sistemas que adquirem dados de processos de diversas fontes, os armazenam num banco de dados históricos e os disponibilizam através de diversas formas de representação.

Segundo (SEIXAS, 2005), a principal função de um PIMS é concentrar grande quantidade de dados e permitir transformar dados em informação e informação em conhecimento. É uma ferramenta essencial para um engenheiro de processo, essa ferramenta permite tirar conclusões sobre o comportamento atual e passado da planta, permitindo ainda confrontar o comportamento atual com o de dias atrás ou com o melhor já observado no sistema.

Ainda de acordo com (SEIXAS, 2005), um dos maiores benefícios de um PIMS é permitir ao engenheiro de processo entender as situações operacionais que se apresentam, e compará-las com situações padrões previamente arquivadas. Uma prática comum é se armazenar todos os dados de preparação da linha (*set-up*) para associá-los aos resultados obtidos. Se um resultado mais notável é conseguido, este resultado passa a constituir um *benchmarking* para aquela instalação e a repetição do resultado passa a ser perseguida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um ambiente integrado de manufatura, o chão-de-fábrica e o nível de gerenciamento estratégico, representado pelo ERP, podem interagir. Os componentes flexíveis ou reconfiguráveis da manufatura podem responder dinamicamente ao nível gerencial e estratégico representado pelo ERP.

O ERP gera eventos e informações que determinam os parâmetros das atividades de carregamento, seqüenciamento e programação da manufatura e se utiliza do MES e do PIMS para receber e enviar dados e comandos dos SFM. O MES e o PIM recebem e enviam dados para os SFM através dos Sistemas de Supervisionamento e Aquisição de Dados (SCADA).

Conclui-se, finalmente, que num sistema totalmente integrado de manufatura flexível, o ERP interage com os SFM e, mesmo que indiretamente, através dos sistemas MES, PIM e SCADA, interfere dinamicamente nos parâmetros de produção.

É importante ressaltar que alguns estudos futuros podem ser extraídos deste estudo tomando por abordagem os seguintes assuntos:

- As funcionalidades dos sistemas MES, apesar de estarem em níveis diferentes dentro da hierarquia de integração, podem ser inseridas no ERP sob quais aspectos?
- Os sistemas ERP e MES trabalham de maneira integrada. Poderiam então ser fabricados e fornecidos por uma mesma empresa fabricante de sistemas? Quais as considerações a respeito deste assunto?
- Os sistemas ERP são sistemas corporativos de nível gerencial e mesmo assim têm capacidade de interferir de maneira dinâmica nos parâmetros da produção. O mesmo poderia ocorrer com sistemas BI (*Business Intelligence*)?

ABSTRACT

This work has the purpose to approach the technologies that allow the integration of the Flexible Systems of Manufacture, gifts in the soil-of-plant with ERP (Enterprise Resource Planning), gift in the strategical level of the company. The intermediate technologies (MONTH - Manufacturing Execution System, PIMS - Plant Information Management System and SCADA - Supervisory Control and Acquisition Date) compose a set of layers that integrate different components since the ERP until the Flexible Systems of Manufacture allowing that the activities of shipment, sequence and programming are benefited by the optimizing since the collection of data in the soil-of-plant, to being transformed into information for transmitted the intermediate technologies and that in turn when being for the strategical level they will become in real knowledge guaranteeing the effectiveness of the decision making.

KEYWORDS: ERP. Integration. SFM. MES. SCADA

REFERÊNCIAS

- BREMER, C. F et al. "Um Modelo De Referência Para Gestão Da Produção Em Sistemas De Produção *Assembly To Order* – Ato E Suas Múltiplas Aplicações" Revista Gestão e Produção. v.7, n.3, p.269-282, dez. 2000. Escola de Engenharia de São Carlos – USP Engenharia de Produção Mecânica.
- COLANGELO, L.; - *Implantação do Sistema ERP (Enterprise Resources Planning)*. São Paulo: Editora Atlas, 2001.
- CORRÊA H. L. et al.; *Planejamento, Programação e Controle da Produção*. 4. ed., Atlas S. A., 2001.
- FRASER, J. "The MES Performance Advantage: Best of the Best Plants Use MES". Industry Week Best Plants. 1998-2002 Analysis. .2004
- HABERKORN, E. *Gestão Empresarial com ERP*. 2. ed.; Microsiga Intelligence: São Paulo, 2005.
- HADJIMICHAEL, B. *Manufacturing Execution Systems Integration and Intelligence*. Department of Electrical and Computer Engineering. Centre for Intelligent Machines – Systems and Controls Group. McGill University, Montreal, Canada. August 2004.
- HYPOLITO, C. M. *Sistemas De Gestão Integrada: Conceitos e Considerações em uma Implantação*. Relatório Técnico. Instituto de Engenharia Mecânica. Itajubá. Minas Gerais. 2002.
- KASHEF, A. E. et al. *ERP: The Primary Solution Provider For Industrial Companies*. Journal Of Industrial Technology. 2001.
- KREILING, J. *Reap the Harvest of Information Integration*. Artigo. ABJournal. Abril 2004.
- LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. – *Sistemas de Informação Gerenciais: Administrando a Empresa Digital*. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2004.
- LEPIKSON, H. A. *Sistemas Integrados de Manufatura*. Relatório Técnico. Instituto Fábrica do Milênio. 2005.
- MARTINS, P.G.; LAUGENI, F. P. – *Administração da Produção*. São Paulo: Saraiva: 2005.
- MATOS, L. M. C. INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE MANUFATURA Revista INGENIUM [Ordem dos Engenheiros], 2ª série, Nº 56, Mar 2001, pp.68-74, ISSN 0870-5968.
- O'BRIEN, J. A. *Sistemas de Informação e As Decisões Gerenciais na Era da Internet*. 2 ed. São Paulo: Saraiva, São Paulo 2004.
- PALOMINO, R. C. *Uma Abordagem para a Modelagem, Análise e Controle de Sistemas de Produção Utilizando Redes de Petri*. Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia. 1995.
- PINHEIRO J. M. S. - *Introdução às Redes de Supervisão e Controle*. Relatório. Projeto de Redes Magazine. 2006.
- ROZENFELD, H. *Reflexões sobre a manufatura integrada por computador (CIM)*. In: Manufatura Classe Mundial: Mitos e Realidades. São Paulo. 1996.
- ROZENFELD, H.; AGUIAR, A. F. S.; SUGA, R.; FURUIUTI, R.. *Desenvolvimento de uma ferramenta computacional para modelagem de empresas*. In: Congresso Brasileiro De Engenharia Mecânica, Belo Horizonte, 1995.
- SANTOS, I. W. *Sistemas flexíveis*. Relatório Técnico. Departamento de Engenharia Mecânica. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 1999.
- SEIXAS, C. et al. *Sistemas PIMS – Conceituação, Usos e Benefícios, Tecnologia em Metalurgia e Materiais*, Vol 4, Abr-Jun 2005, pp 1 a 5
- SILVA L. D. *Uso De Realidade Virtual Para Validação De Modelos De Sistemas Flexíveis De*

- Manufatura*. Universidade Federal de Campina Grande Departamento de Engenharia Elétrica - VI Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente. Bauru, setembro de 2003
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARRISON, A. *et al.* – *Administração da Produção* - São Paulo: Atlas, 2000.
- SOUZA, C. A.; ZWICKER, R. Ciclo de vida de sistemas ERP. *Caderno de pesquisas em administração*, São Paulo. v. 1, n. 11, 1o trim., 2000.
- TAUJLE J. R. *A revolução tecnológica da microeletrônica: seus impactos sobre o trabalho e a produção*. Dicionário de Transporte e logística. 2006.
- VERNADAT, F. B. *Enterprise Modeling and Integration: principles e integration*. London. Chapman & Hall. 1996.
- VIEIRA, G. E. *Integração, Gerenciamento e Implementação Didática de Células Flexíveis de Manufatura*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Santa Catarina. 1996.