

SETOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Feira Internacional de Máquinas-ferramenta e Sistemas Integrados de Manufatura (FEIMAFE) – 2009

Informações sobre o *Boletim de Difusão Tecnológica*

Prezado leitor, você está recebendo o 4º *Boletim de Difusão Tecnológica* para o setor de máquinas e equipamentos, editado e distribuído pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Seu objetivo é disseminar, entre os representantes do meio produtivo e docentes, informações técnicas a respeito de tecnologias que ainda possuem baixo grau de difusão no mercado brasileiro.

As informações contidas nos *Boletins de Difusão Tecnológica* são apresentadas em blocos, com linguagem simples e direta, o que possibilita rápida compreensão de seu conteúdo.

Espera-se que esta série auxilie os representantes do meio produtivo no processo de aquisição e uso dessas tecnologias.

Introdução ao 4º *Boletim de Difusão Tecnológica*

A visita orientada a feiras tecnológicas setoriais objetiva monitorar as tendências tecnológicas identificadas pelo Modelo SENAI de Prospecção, bem como possíveis variações de tais tendências e outras tecnologias que poderão impactar o referido setor.

Como feira tecnológica de importância na exposição de inovações para o setor de máquinas e equipamentos, principalmente no segmento de tecnologia de usinagem, a FEIMAFE pode propiciar visão completa das novas tecnologias e de suas aplicações em toda a cadeia do processo industrial, desde a produção, passando por praticamente todas as etapas de processo.

A abrangência de áreas tecnológicas pode ser evidenciada pela variedade de



segmentos tecnológicos apresentados na feira, tais como: máquinas-ferramenta, automação, controle de qualidade integrado à fabricação, equipamentos auxiliares, acessórios e componentes, ferramentas e serviços.

Essa diversidade permite ambiente propício à busca de mais informações sobre as tecnologias emergentes específicas, além de representar fotografia atual do estágio tecnológico do setor no Brasil.

Pelo grande potencial de inovações tecnológicas, na forma de equipamentos e serviços para o setor, a FEIMAFE 2009 pode ser considerada como um dos principais indicadores de tendências na área de máquinas-ferramenta. Dentre os lançamentos, verificou-se o crescente emprego de recursos de sistemas de automação industrial e robôs.

Estrutura geral da feira

Segundo os organizadores, a FEIMAFE 2009 contou com circulação de mais de 67.000 visitantes, sendo cerca de 1.200 do exterior, entre industriais, compradores, comerciantes e técnicos e engenheiros do setor. Esta edição contou com 52 companhias estrangeiras, de 30 países das Américas, Europa e Ásia, com destaque para Alemanha, Espanha e Itália, que aumentaram suas participações.

Monitoramento tecnológico

O monitoramento tecnológico é uma etapa subsequente à aplicação do Modelo SENAI de Prospecção, e busca acompanhar o desenvolvimento tecnológico do setor prospectado, tendo como referências básicas as tendências tecnológicas gerais para o setor e as tecnologias emergentes específicas identificadas pelo Modelo como aquelas que terão maior probabilidade de difusão no mercado brasileiro nos próximos 5 e 10 anos.

A ação de monitoramento foi feita pelos técnicos e docentes dos departamentos regionais de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul e de empresas.

Foram monitorados todos os segmentos tecnológicos identificados pelo Modelo SENAI de Prospecção. A tabela 1, a seguir, mostra as tecnologias emergentes específicas que foram objetos do monitoramento.

TABELA 1
Tecnologias emergentes específicas

Segmento tecnológico	Descrição da tecnologia
Tecnologia de Projeto	Projeto de máquinas modulares
	Prototipagem rápida
	Realidade virtual
	CAD <i>High-End</i> para superfícies livres
	CAD <i>High-End</i> para superfícies complexas
	Software CAE para projeto de produto e processo de fabricação
Tecnologia de Processo	Realidade virtual
	<i>High Speed Cutting</i>
	Deposição de filmes cerâmicos
	Usinagem a seco (verde)
	Dispositivo para <i>setup</i> rápido
Tecnologia de Automação	Dispositivos <i>Poka Yoke</i>
	Músculo pneumático
Segmento Tecnológico	Motores lineares
	Descrição da tecnologia
Tecnologia de Automação	Robôs de soldagem
	Robôs de montagem
	Motores integrados ao eixo árvore

Tecnologias emergentes específicas encontradas na FEIMAFE

Nessa etapa de monitoramento, verificam-se quais as tecnologias emergentes específicas que estão sendo expostas na feira. Tal mapeamento é fundamental para que se possa considerar a feira como confiável indicador tecnológico para o processo de monitoramento.

Além do mais, a identificação e a disseminação de informações sobre os principais fornecedores das tecnologias emergentes poderão ser úteis na busca pela diminuição do grau de incerteza dos tomadores de decisão. Soma-se a isso o

fato de que a exposição das tecnologias emergentes específicas reforça o grau de emergência e atualidade das mesmas.

O resultado do mapeamento das tecnologias emergentes na FEIMAFE mostrou que a grande maioria foi exposta. A principal ausência foram as máquinas *High Speed Cutting* e robôs de montagem. Tal ausência pode ser explicada pelo custo elevado e especificidade de aplicações, o que deixariam essas máquinas fora do foco neste momento em que a economia mundial ainda se encontra em recuperação. De forma geral, os expositores se concentraram em oferecer soluções de custo baixo e acessível, e retorno rápido e garantido, como o de máquinas convencionais de boa produtividade.

O mapeamento completo das tecnologias é apresentado a seguir:

Projeto de máquinas modulares **As vantagens de utilização da tecnologia**

- Fornecimento de máquinas com inúmeras possibilidades de combinações para atender às necessidades técnicas dos clientes;
- Redução do número de peças, dispositivos e elementos, gerando maior padronização dos equipamentos;
- Flexibilidade na montagem de máquinas e equipamentos.

Monitoramento na FEIMAFE

Na feira, foram observadas algumas empresas que projetam e produzem, sob encomenda, desde máquinas simples até complexos sistemas flexíveis, passando pelos sistemas de montagem e automatizados. Somam-se a esses as soluções completamente integradas. Na feira, foi identificada, também, a participação de empresas que aplicam essa tecnologia na concepção e projeto de suas máquinas CNC, podendo ser configurada de acordo com as necessidades dos clientes. Ex.: produção de diferentes tipos de centros de torneamento.

Prototipagem rápida **As vantagens de utilização da tecnologia**

- Redução do tempo de construção de um protótipo convencional;
- Redução do tempo para lançamento de novos produtos;
- Melhor visualização do produto para aprovação do cliente;
- Protótipos confeccionados a baixo custo e alta qualidade;
- Os protótipos podem ser monocromáticos ou coloridos.

Monitoramento na FEIMAFE

Na feira, foi observada somente a oferta de máquinas que trabalham sob o conceito de “impressão 3D”. Os processos Polyjet, FDM, LSL, SLS, SLA e outros fabricantes de prototipagem não participaram desta feira, apesar de indiscutivelmente compartilharem este mercado. Esta tecnologia tem se difundido intensamente e em breve deverá ser prática comum das áreas de projetos a execução de protótipos 3D por prototipagem rápida, da mesma forma com que hoje se imprimem desenhos em plotter e outros softwares.

Realidade virtual **As vantagens de utilização da tecnologia**

- Minimização de erros de montagem;
- Visualização antecipada de prováveis melhorias;
- Os treinamentos podem ser realizados a distância;
- Melhoria no processo de concepção do produto;
- Redução de tempo no desenvolvimento de produtos;
- Aumento na qualidade e confiabilidade dos produtos.

Monitoramento na FEIMAFE

Na feira, foi observada a tecnologia de realidade virtual como parte integrante de uma grande gama de softwares, uma vez que, por meio dela, é possível antever os resultados dos projetos, sejam eles de máquinas, células, dispositivos, ferramentas, plantas industriais, produtos e processos.

CAD High-End para superfícies livres e complexas

As vantagens de utilização da tecnologia

- Melhoria no processo de concepção e design dos produtos;
- Redução de tempos no desenvolvimento de produtos;
- Aumento na qualidade dos produtos.

Monitoramento na FEIMAFE

Na feira, foi observada a participação de empresas fornecedoras do software CAD para uso exclusivo em projetos de máquinas e equipamentos. Não foram observadas empresas fornecedoras de tecnologias *high-end*, muito provavelmente pela estratégia de redução de custo e priorização pela comercialização de tecnologias mais maduras e com maior garantia de comercialização.

Software CAE para projeto de produto e processo de fabricação

As vantagens de utilização da tecnologia

- Melhoria no processo de concepção do produto;
- Redução de tempos no desenvolvimento de produtos;
- Aumento na qualidade dos produtos;
- Aumento da confiabilidade nos produtos.

Monitoramento na FEIMAFE

Não foi observada a oferta deste produto nesta feira, entretanto, em vários casos, são apresentados como módulos adicionais dos pacotes de software CAD que permitem a análise geral de produto e simulação dos processos de fabricação. Assim como o CAD *high-end* para superfícies livres e complexas, a não exposição da tecnologia deveu-se à estratégia de comercialização mais conservadora por parte das empresas expositoras.

Dispositivo para setup rápido

As vantagens de utilização da tecnologia

- Redução do tempo do setup nas máquinas;

- Diminuição do custo por peça;
- Aumento da receita.

Monitoramento na FEIMAFE

Na feira, foram observados dispositivos de setup rápido para a medição confiável da ferramenta com laser, obtendo-se máxima precisão de medição e controle preciso de desgaste. O controle é feito com a ferramenta em movimento. Foram verificados, também, outros produtos para setup rápido, como, por exemplo, o carro elétrico motorizado para troca de ferramentas em estamparias, o kit troca rápida hidráulica para prensas e o sistema de troca rápida Baioneta (sistema mecânico manual para fixação de molde com até 6.000 kg em injetoras). Também foi observado um sistema de paletes que permite realizar o setup rápido através da fixação da peça em um elemento de referência. Esse sistema pode ser utilizado em todas as etapas do processo, permitindo que seja mantido o alinhamento e o ponto de referência no posicionamento das peças em todas as máquinas que fazem parte deste processo.

Dispositivos Poka Yoke

As vantagens de utilização da tecnologia

- Processo simples e barato;
- Eliminação de erros na montagem de equipamentos;
- Prevenção e detecção de erros;

- Produção com menores custos e mais qualidade;
- Aumento da vantagem competitiva através da melhoria contínua;
- Satisfação das necessidades dos clientes.

Monitoramento na FEIMAFE

Esta tecnologia é planejada na etapa do projeto de máquinas e equipamentos, determinando a única posição possível de montagem das peças no conjunto mecânico. E, após, é aplicada facilmente na linha de montagem, permitindo aos mecânicos montadores realizar a montagem somente de acordo com a única posição possível, evitando erros nas montagens seguintes, comprometendo o funcionamento do equipamento e os prazos de entrega. A tecnologia não foi apresentada de forma clara na feira, mas em conversa com os fabricantes foram obtidas as informações acima apresentadas.

High Speed Cutting

As vantagens de utilização da tecnologia

- Aumento da qualidade superficial das peças;
- Melhoria no processo de usinagem;
- Redução de tempos de usinagem de peças;
- Aumento na qualidade da superfície;

- Aumento da confiabilidade nos produtos.

Monitoramento na FEIMAFE

As máquinas *high speed cutting*, consideradas um dos importantes desenvolvimentos tecnológicos para o setor, não marcaram presença nesta feira, como já comentado.

Deposição de filmes cerâmicos **As vantagens de utilização da tecnologia**

- Aumento da qualidade superficial das peças;
- Melhoria no processo de usinagem;
- Redução de tempos de usinagem de peças;
- Aumento na qualidade superficial.

Monitoramento na FEIMAFE

Nesta feira, dos grandes fabricantes de ferramentas de corte, somente um esteve presente, e apresentou uma família de ferramentas cuja característica é a composição em substrato de metal duro rico em cobalto, com cobertura de TiCN e sobre uma camada de Al_3O_2 que garante à ferramenta um desempenho 30% superior às que possuem apenas a cobertura de TiCN (segundo informações do fabricante).

Usinagem a seco (verde) **As vantagens de utilização da tecnologia**

- Redução dos custos referentes à compra, manutenção e descarte do fluido lubri-refrigerante;
- Minimização dos problemas ecológicos;
- Minimização dos problemas relacionados à saúde dos trabalhadores.

Monitoramento na FEIMAFE

Essa tecnologia não foi observada na feira, devido, muito provavelmente, à fase atual de desenvolvimento da tecnologia. Ela ainda apresenta baixa produtividade, problemas com o escoamento dos cavacos sobre a superfície de corte das ferramentas e desgaste excessivo e prematuro das ferramentas, que, por sua vez, ainda não estão desenvolvidas para suportar este tipo de usinagem. Contudo, a usinagem a seco tem sido objeto de estudo de muitos pesquisadores na identificação de estratégias para a obtenção de resultados satisfatórios quanto ao acabamento superficial e dimensional de peças usinadas sem fluido refrigerante. Os fabricantes de ferramentas de corte têm pesquisado novas ligas de materiais, classes de cobertura e geometrias de corte para melhorar as condições de corte. Além do mais, os fabricantes de máquinas e equipamentos têm investido em novas

tecnologias para alcançar os requisitos de taxas de velocidade de corte e avanços que sejam propícias ao processo de usinagem a seco.

Músculo pneumático

As vantagens de utilização da tecnologia

- Força de tração até 10 vezes maior do que um cilindro convencional do mesmo diâmetro;
- Respostas rápidas até com altas cargas;
- Não gera atrito por trabalhar sem peças mecânicas móveis;
- Atua livre de solavancos em movimentos lentos;
- Seu acionamento é simples, mediante a pressão sem sensor de posição;
- O seu uso possibilita a separação entre o meio de operação e o ambiente;
- Ideal em ambientes com impurezas e de risco;
- Possui design robusto;
- Não apresenta vazamentos de fluidos líquidos.

Monitoramento na FEIMAFE

Somente uma empresa apresentou esta tecnologia, visto que é a detentora única e exclusiva da patente deste produto. Os

usos e aplicações possíveis do “músculo pneumático” trazem boas e inovadoras soluções para antigos problemas, nos quais se necessitava de grandes forças em curtos movimentos e com elevada frequência de ciclos. O que antes era difícil e limitado em pneumática passa agora a ser de fácil e versátil solução com esta nova tecnologia.

Motores lineares

As vantagens de utilização da tecnologia

- É uma tecnologia de aplicação flexível;
- O posicionamento de carga é dinâmico e preciso;
- É possível utilizar em ambientes severos;
- Possui alta precisão de orientação.

Monitoramento na FEIMAFE

Na feira, foi observada uma linha de motores lineares para a aplicação em diversas situações e projetos de máquinas, exposta por uma empresa. Outras empresas que possuem em sua linha de produtos (fabricação na matriz de cada uma delas) motores lineares não estiveram ofertando esta tecnologia. Um fator que pode ter inibido a presença desta tecnologia é o encolhimento que se notou quanto aos investimentos que as empresas se dispuseram a fazer para estarem

presentes nesta feira. Apesar disso, não faltam informações, notícias e exemplos de aplicações industriais para estes motores lineares quando se faz uma busca simples pela internet.

Redes de campo (ex.: devicenet, fieldbus)

Os possíveis impactos no processo produtivo

- Redução de aproximadamente 40% nos custos de projeto, instalação, operação e manutenção de um processo industrial;
- Redução de cabos, bandejas, borneiras etc.;
- Os equipamentos indicam falhas em tempo real;
- Facilidade na manutenção.

As vantagens de utilização da tecnologia

- Redução no custo de fiação, instalação, operação e manutenção;
- Informação imediata sobre diagnóstico de falhas nos equipamentos;
- Os problemas podem ser detectados antes deles se tornarem sérios;
- Aumento da robustez do sistema, visto que dados digitais são mais confiáveis que analógicos;
- Melhoria na precisão do sistema de controle;

- Redução de custo de engenharia.

Monitoramento na FEIMAFE

A tecnologia de “redes de campo” se desenvolve em compasso com a evolução e acessibilidade de outras tecnologias. Nesta feira, as tecnologias de comunicação de dados em campo apresentaram novos elementos de acoplamento com boa ênfase aos sistemas de comunicação por fibra óptica.

Robôs de soldagem

As vantagens de utilização da tecnologia

- Uso dos robôs em postos de soldagem em ambientes inseguros e insalubres;
- Soldagem em posições incômodas para o ser humano, garantindo a eficiência da operação;
- Repetibilidade constante nos processos de soldagem;
- Maior produtividade;
- Superar a escassez de mão de obra qualificada em processos de soldagem.

Monitoramento na FEIMAFE

Esta foi uma das tecnologias que maior ênfase recebeu e que se apresentou como grande solução para melhoria da qualidade e produtividade e também como investimento de retorno (amortização) mais rápido e melhor custo-benefício. As

principais características observadas nos robôs de soldagem foram os movimentos rápidos e precisos e a rotação completa da tocha. Ressalta-se, também, que a difusão dessas tecnologias possui um potencial do impacto sobre o mercado de trabalho para as ocupações mais operacionais (que perderiam espaço) e pela demanda por novas ocupações (p. ex.: programador de robô).

Robôs de montagem

As vantagens de utilização da tecnologia

- Uso dos robôs em postos de montagem em ambientes inseguros e insalubres;
- Montagem em posições incômodas para o ser humano, garantindo a eficiência da operação;
- Repetibilidade constante nos processos de montagem;
- Maior produtividade.

Monitoramento na FEIMAFE

Nesta edição da feira, não foram observadas ofertas desta tecnologia. Constatou-se que as empresas fabricantes e fornecedoras desta tecnologia não visualizaram, neste momento, oportunidades de negócio em função da atual crise global. Uma vez que a viabilidade técnica e econômica são fatores decisivos para investimentos em máquinas e equipamentos para a indústria e o mercado brasileiro dispõe de mão de obra barata quando comparado com os mercados dos

países desenvolvidos, não se justifica, nesse momento, o investimento em uma tecnologia de custo elevado para a realização de atividades que são executadas com mão de obra qualificada.

Motores integrados ao eixo árvore As vantagens de utilização da tecnologia

- Custo compatível com a solução convencional;
- Mais compacto e melhor desempenho;
- Elevada rigidez no *spindle*, gerando melhores acabamentos superficiais.

Monitoramento na FEIMAFE

Os *spindles* ainda não chegaram aos parâmetros que haviam sido estabelecidos para esta tecnologia (torque de até 150 Nm e velocidades acima de 15.000 rpm), mas já demonstram ser a melhor opção para a maioria dos fabricantes de máquinas que aplicam estes motores direta e indiretamente no acionamento do eixo árvore de máquinas a CNC.

Foram observados *spindles* com torque até superior a 150 Nm, mas somente em baixas velocidades. Com o incremento da velocidade, o torque cai rapidamente e nenhum deles apresentou curva característica na qual o torque se mantivesse elevado em velocidades de até 5.000 rpm.

Outras tecnologias expostas na FEIMAFE

Como já comentado, a diversidade de fornecedores em feira do porte da FEIMAFE, por representar fotografia atual do estágio tecnológico do setor no Brasil, possibilita a identificação de outras tecnologias, além daquelas prospectadas pelo Modelo SENAI de Prospecção e que poderão impactar o setor de máquinas e equipamentos. A seguir são apresentadas essas novas tecnologias

Sistemas de medição a laser

Muitos expositores apresentaram equipamentos à base de feixe de luz polarizada (laser) aplicados à medição e controle de peças e ferramentas.

Com custo relativamente baixo e interatividade elevada, esses equipamentos prometem ampliar sua participação e presença no ambiente industrial. Vários equipamentos, com sistema de comunicação *Bluetooth*¹ possibilitam a transmissão dos dados captados no campo de usinagem, sem a necessidade de fios e cabos de conexão.

Robôs de usinagem e acabamento superficial

Os robôs para usinagem são unidades que executam operações de fresagem, furação, rosqueamento e lixamento. A principal aplicação é a usinagem leve de materiais,

como acabamentos de peças que foram desbastadas em máquinas convencionais. São classificados de acordo com a quantidade dos eixos, 6, 9 ou mais.

O braço do robô possui a condição de receber a montagem de mandris para brocas, cabeçotes de rosqueamento, furador, esmerilhador e outras ferramentas. As velocidades de corte, as coordenadas de corte e alimentação de dados são controladas por controladores do CNC. Os robôs de usinagem permitem a usinagem flexível, preservando a repetibilidade e a confiabilidade nas medidas, bem como o polimento e lixamento de peças.

Microusinagem com aplicação de tornos automáticos CNC de cabeçote móvel

A tecnologia de microusinagem de materiais é aplicada na fabricação de peças pequenas, em produção seriada e com elevada precisão dimensional. É possível obter os mais variados tipos de peças, como, por exemplo, peças com geometrias complexas, peças delgadas, eixos longos e curtos. Os tornos automáticos CNC com cabeçote móvel são máquinas desenvolvidas para este fim e estão em constante desenvolvimento tecnológico para atender às exigências de um mercado competitivo.

¹Bluetooth é uma especificação industrial para redes pessoais sem fio (*Wireless personal area networks* - PANs). O Bluetooth provê uma maneira de conectar e trocar informações entre dispositivos como telefones celulares, notebooks, computadores, impressoras, câmeras digitais e consoles de videogames digitais através de uma frequência de rádio de curto alcance globalmente não licenciada e segura. As especificações do Bluetooth foram desenvolvidas e licenciadas pelo Bluetooth Special Interest.

Nessas máquinas, é possível a usinagem de peças a partir de barras com até 32 mm de diâmetro e 3 metros de comprimento, operando com altas taxas de avanços e velocidades de corte, oportunizando uma alta produtividade e ótimo acabamento superficial. São equipadas com até 11 eixos e ferramentas acionadas, permitindo a flexibilidade e otimização das operações.

Esta tecnologia permite o desenvolvimento de diversos segmentos da economia. Dentre eles, estão: medicina, autopeças, eletroeletrônico, hidráulica e pneumática, motores elétricos, aeroespacial e telecomunicações.

Possíveis tecnologias substitutas às tecnologias emergentes específicas

Essa etapa do monitoramento visa identificar tecnologias que podem vir a substituir as tecnologias emergentes específicas. Tal identificação permite inferir o “grau de emergência” das tecnologias prospectadas em relação à oferta tecnológica existente, podendo gerar novos estudos prospectivos para o setor em

questão. O resultado do monitoramento não identificou tecnologias com essa potencialidade, o que demonstra a atualidade da lista de tecnologias prospectadas e monitoradas.

Considerações finais

De acordo com os resultados obtidos na FEIMAFE, podemos considerar que as tendências tecnológicas – identificadas pelo Modelo SENAI de Prospecção e apresentadas na forma de tecnologias emergentes específicas – e do mercado consumidor continuam, de forma geral, no *estado da técnica* e em plena fase de difusão – aquisição e uso pelas empresas dos elos da cadeia produtiva.

A existência da maioria de tecnologias emergentes e a exposição de novas tecnologias – por parte dos fabricantes que se posicionam a *montante* da cadeia produtiva – a credencia como importante ambiente para o monitoramento tecnológico para retroalimentação dos resultados do Modelo SENAI de Prospecção, mesmo tendo sido realizada em um período de relativa contenção de despesas e conservadorismo de posições.

EXPEDIENTE: *Boletim Tecnológico* é uma publicação da Unidade de Prospectiva do Trabalho – UNITRAB. Revisão técnica: Luiz A. C. Caruso e Marcello José Pio. Equipe técnica responsável pelo monitoramento: Laur Scalzaretto, Helcio Nascimento, Robson Schmitt, (SENAI/SP), Sandro Lima Bernieri (SENAI/RS), José Euzébio Dias (SENAI/MG). Coordenação, editoria e supervisão gráfica: Caroline R. Rocha. Normalização: SSC/ACIND. Revisão gramatical: Denise Goulart. Endereço: SBN, Quadra 1, Bloco C, Edifício Roberto Simonsen, 4º andar, CEP 70040-903 – Brasília/DF. Tel.: (61) 3317-9802. E-mail: unitrab@dn.senai.br.