

MONITORAMENTO TECNOLÓGICO SETOR DE FUNDIÇÃO

FEIRA LATINO-AMERICANA DE FUNDIÇÃO (FENAF) - 2009

Apresentação do Boletim de Difusão Tecnológica

Informações sobre o *Boletim de Difusão Tecnológica*

Prezado leitor, você está recebendo o *Boletim de Difusão Tecnológica* para o setor de fundição, editado e distribuído pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai). O objetivo deste boletim é disseminar, entre os representantes do meio produtivo e docentes, informações técnicas a respeito de novas tecnologias com potencialidade 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 das novas tecnologias.

Introdução ao *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, em um futuro próximo, impactar o referido setor.

Como feira tecnológica de importância na exposição de inovações para o setor de fundição, a Fenaf pode propiciar uma 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 do processo de fundição.

A abrangência de áreas tecnológicas pode ser evidenciada pela variedade de segmentos tecnológicos apresentados na feira, tais como:



- **Matérias-primas e insumos para fundição**, como produtos para moldagem e macharia e produtos para acabamento das peças.
- **Equipamentos para Fundição**: moldagem, macharia, fusão, desmoldagem, acabamento e exaustão.
- **Produtos fundidos**: alumínio, zamac, cobre, ferros e aços.
- **Equipamentos para análises instrumentais**
- **Sistemas automatizados.**

A diversidade de segmentos tecnológicos apresentados na feira permite ambiente propício à busca de mais informações sobre as tecnologias emergentes específicas, além de representar fotogra-

fia do atual estágio tecnológico do setor no Brasil.

Pelo grande potencial de inovações tecnológicas, na forma de matérias-primas, equipamentos e serviços para o setor, a Fenaf 2009 pode ser considerada um dos principais indicadores de tendências no setor de fundição. Dentre os lançamentos, verificou-se a crescente busca por sistemas e equipamentos para a melhoria dos tempos de processo e da qualidade do produto final.

Estrutura geral da feira

Segundo os organizadores, a Fenaf 2009 recebeu cerca de 33.300 visitantes e contou com a participação de 544 empresas expositoras, sendo 254 diretas e 290 representadas, de 41 países, além do Brasil. A tabela a seguir apresenta os países participantes da feira.

Participantes da Feira

TABELA 1: Países Participantes da Feira

Africa do Sul	Egito	México
Alemanha	Escócia	Noruega
Argentina	Espanha	Paraguai
Austrália	Estados Unidos	Peru
Austria	França	Polônia
Bélgica	Grécia	Portugal
Bielorússia	Hong Kong	Rússia
Brasil	India	Suécia
Canadá	Indonésia	Suiça
China	Inglaterra	Tailândia
Colômbia	Israel	Taiwan
Coreia	Itália	Turquia
Costa Rica	Japão	Uruguai
Dinamarca	Jordânia	Venezuela

A relação da quantidade de expositores por segmento tecnológico contemplado é mostrada a seguir:

- Associações/Entidades: 11;
- Fornecedores de Equipamentos e Instrumentos de Medição: aprox. 100;
- Fornecedor de matérias-primas e insumos: aprox. 60;
- Fundições: aprox. 50;
- Outros: aprox. 24.

Dos principais expositores (fornecedores) para o setor de fundição presentes na feira, pôde-se verificar, por meio de uma análise mais detalhada, a não participação dos grandes fornecedores de peças em aço *inox duplex* e ferro fundido vermicular.

De acordo com os técnicos que participaram do monitoramento tecnológico, dos 17 *fornecedores de produtos* observados na feira, 15 foram considerados de alta (9) e média (6) relevância para o segmento.

Além disso, constatou-se que dois fornecedores de produtos considerados de elevada importância não participaram da Fenaf 2009.

Para a classificação foram considerados, fundamentalmente, os seguintes tópicos: dinamismo na oferta de inovações para o segmento, presença da empresa nos estados brasileiros e *market share*.

Em relação aos *fornecedores de equipamentos para processos* verificou-se que, dos 49 presentes na feira, 18 foram considerados de alta relevância, e 25 de média

relevância para o setor. Não foi observada a ausência de nenhum grande fornecedor de equipamentos na feira.

Além dos fornecedores descritos acima, verificou-se a presença de *nove fornecedores de outros segmentos tecnológicos*. Desse total, seis são considerados de *média relevância* para o setor.

O número aproximado de produtos exibidos foi de 750, considerando uma média de três produtos por expositor direto. Foram exibidas, aproximadamente, 80 inovações, incluindo melhorias em equipamentos. De forma geral, foram apresentadas inovações em:

- **Fornos** com maior capacidade e automáticos;
- **Novas instalações** de fusão, espera e lingotamento;
- **Injetoras** com maior capacidade, e melhorias de funcionamento (ex.: sistemas de circuito fechado e monitoramento automático de injeção);
- **Recuperadores** de areia com maior capacidade e eficiência;
- **Misturadores** de areia com redução de custos e de consumo energético;
- **Métodos de modelamento** inovadores (ex.: sistema de filtragem);
- **Rebarbadoras** com múltiplas funções e centros modernos de usinagem;
- **Anodo** de cobre maciço ultracompacto;
- **Detector** de discontinuidades alimentado por bateria.

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.

Foram monitorados todos os segmentos tecnológicos identificados pelo Modelo Senai de Prospecção. A tabela 2, a seguir, mostra as tecnologias emergentes específicas, que foram objetos do monitoramento.

TABELA 2: Tecnologias Emergentes Específicas

Tecnologias de produto	Peças em ligas de alumínio
	Peças de ferro fundido vermicular
	Peças de ferro fundido nodular austemperado (ADI)
	Peças de aço fundido inox duplex
Tecnologias de processo	Tecnologia de simulação do processo de fundição
	Sistemas robotizados para as etapas de produção
	Tecnologia de digitalização tridimensional para controle de medição
	Tecnologia Cold Box
	Softwares de gerenciamento

Tecnologias emergentes específicas encontradas na Fenaf

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 seu grau de emergência e atualidade.

O resultado do mapeamento das tecnologias emergentes na Fenaf mostrou que todas as tecnologias emergentes específicas listadas foram expostas, com exceção das peças de ferro fundido vermicular, devido a não participação, na feira, das duas maiores empresas produtoras..

O mapeamento completo das tecnologias emergentes específicas monitoradas na feira é apresentado a seguir.

Peças em ligas de alumínio

Foi verificada extensiva quantidade de empresas que utilizam esta liga metálica para a produção de suas peças. O processo de fabricação é diversificado, sendo que a presença significativa foi do processo de

injeção sob pressão e fundição por gravidade em coquilhas.

Como destaque, cita-se a presença de fabricantes italianos, que apresentaram máquinas injetoras. É importante ressaltar a utilização das ligas de alumínio na fabricação de peças do setor automotivo – principalmente em blocos de motor. Peças em exposição na Fenaf mostraram a identificação do cliente realizada na própria peça.

Os processos de fabricação apresentados mostram ótimo acabamento superficial, tolerância dimensional reduzida e resistência mecânica diferenciada quando comparados a processos de fabricação convencionais. Estas características são necessárias em peças que trabalham em campo com as mais diversas condições de trabalho.

Peças de ferro fundido vermicular

Como já comentado, não foi verificado o uso desta liga metálica pelos expositores. O ferro fundido cinzento e nodular, classificações mais utilizadas e com processo de produção mais simples, foram expostos.

O monitoramento mostrou que as peças feitas em ferro fundido, em sua maioria, não estão voltadas somente para a produção de peças para o ramo automobilístico e sim para a produção de peças para utilização em área mecânica em geral. Observa-se a tendência da substituição de ligas ferrosas por ligas de alumínio no ramo automotivo.

Peças de ferro fundido nodular austemperado (ADI)

Não foi verificada a presença de peças produzidas por esta liga metálica. Em conjunto com a produção do ferro fundido vermicular, a principal produtora brasileira não compareceu a esta edição da feira. O material é utilizado, principalmente, em blocos de motor da linha automotiva, fabricado a partir de ferro fundido nodular com tratamento térmico, conferindo maior resistência mecânica.

Peças de aço fundido inox duplex

Não foi verificada a presença de peças produzidas por este material. Duas empresas que trabalham com aço inox fundido estiveram presentes à feira, mas em nenhum dos casos foi verificado o uso do aço inox duplex.

Aço inox duplex é um aço utilizado na indústria petrolífera devido as suas características mecânicas e alta resistência à corrosão. Como suas características são fundamentais para trabalhos severos em campo, os processos de fabricação podem ser variados, destacando-se os processos por conformação mecânica.

Tecnologia de simulação do processo de fundição

Considerada um grande desenvolvimento na área de fundição, foram encontradas três empresas que prestam serviços na área de simulação numérica. Atualmente, a simulação numérica é cada vez mais uti-

lizada pela indústria metal-mecânica, com o objetivo de descrever a solidificação de metais e ligas, desenvolver rotinas matemáticas e auxiliar no controle da produção industrial. Os resultados numéricos e dados experimentais ajudam a minimizar defeitos oriundos de solidificação, como trincas superficiais, macro e microsegregação.

Sistemas robotizados para as etapas de produção

Foram encontradas algumas empresas que prestam serviço de automatização em diversas etapas do processo de fundição.

Variados sistemas robotizados foram mostrados na Fenaf. Como exemplo, pode-se citar injetoras com sistema de alimentação, limpeza de molde e retirada do cacho automatizado para fundição sob pressão.

Foram observadas, também, empresas prestadoras de serviços na área de sistemas de tratamento de resíduos para gases oriundos do processo de fabricação como fusão e moldagem.

Tecnologia de digitalização tridimensional para controle de medição

Não foram observados fornecedores desta tecnologia, apenas empresas prestadoras de serviços demonstrando o sistema de medição convencional por meio de medida realizada por coordenadas.

Tecnologia *Cold Box*

Esta tecnologia foi mostrada em conjunto com as sopradoras Schell e não há grande

ênfase por parte das empresas para este processo de fabricação de machos.

Foi possível verificar modificações relacionadas ao desenvolvimento de resinas com características químico-mecânicas melhoradas como o aumento de resistência a quente.

Na Fenaf foi apresentado um *software* para parametrização de projeto e controle de parâmetros de processo para molde e machos fabricados por *Cold Box*.

Softwares de gerenciamento

Foi verificada a presença de apenas uma empresa demonstrando este tipo de serviço. Os *softwares* atuam no monitoramento da produção em tempo real, de forma interligada às máquinas de injeção.

Possivelmente, devido às questões relacionadas à crise econômica, outras empresas fornecedoras não estiveram presentes nesta edição da feira.

Tecnologias para reaproveitamento de rejeitos de fundição e utilidades

Sistemas para recuperação de areias de fundição (térmico e mecânico).

Outras tecnologias expostas na Fenaf

Como já comentado, a diversidade de fornecedores em feira com o porte da Fenaf pode representar uma fotografia atual do estágio tecnológico do setor no Brasil, o que permite a identificação de outras tecnologias, que poderão impactar o setor

de fundição, além daquelas prospectadas pelo Modelo Senai de Prospecção. A seguir são apresentadas essas novas tecnologias.

Controle de qualidade de fundidos

O controle de peças fundidas, considerando controle de liga metálica, microestrutura e dimensão de moldes e peças fundidas. Impactará o processo produtivo, pois a fabricação exigirá maiores investimentos em equipamentos específicos e mão de obra especializada. Como vantagem, pode ser citado produto com mais qualidade, o que ocasionará a venda de maior quantidade de peças, com maior valor agregado.

Fundição sob pressão

Injeção de metal líquido em molde metálico. Permite obter peças em ligas não ferrosas (Al, Mg e Zamac) com excelente acabamento superficial e alta produtividade.

Fundição de precisão

Vazamento de metal líquido em molde cerâmico obtido por modelos de cera. Permite a obtenção de peças com excelente acabamento superficial, estreita tolerância dimensional, diversos tipos de ligas e geometrias complexas.

Fundição em Coquilha

Vazamento de metal líquido em molde metálico. Permite a obtenção de peças em ligas não ferrosas e, mais recentemente, em ferrosas, com ótimo acabamento superficial e alta produtividade.

Cubilô a gás natural

Utilização de energias alternativas para a substituição do coque.

Fusão a vácuo visando principalmente fusão de ligas à base de titânio, cobalto e superligas

Permite a obtenção de ligas reativas que exigem a ausência de oxigênio durante a fusão, visando atender mercados de peças com alto valor agregado, como as indústrias aeronáutica, de turbinas a gás, petroquímica e médica.

Processo Thixocast

Fundição de ligas de alumínio com 15 a 30% de partículas sólidas. O alumínio, antes de ser injetado, é submetido a um resfriamento por meio de uma haste de grafita em rotação provendo a quebra e arredondamento das partículas sólidas. Com isso, pode-se injetar o material em temperaturas mais baixas, reduzindo defeitos de contração, maior vida útil do molde e menor ciclo de produção. É uma evolução no processo de fundição sob pressão.

Possíveis tecnologias substitutas às tecnologias emergentes específicas

Essa etapa do monitoramento visa identificar tecnologias que possam 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.

As peças produzidas contemplam os mais variados setores, principalmente no ramo automotivo, como blocos de motor fabricados por meio da injeção sob pressão.

Contudo, no Congresso Nacional de Fundição (Conaf), que ocorreu paralelamente à feira, foram apresentados trabalhos sobre aços *bainíticos*, os quais poderão futuramente substituir os ADIs em algumas aplicações específicas (alongamento e resistência ao desgaste).

Tecnologias não observadas na feira

Na feira não foi observada a exposição de ligas de magnésio obtidas pelo processo de fundição sob pressão. Este produto, por possuir massa específica menor em relação ao alumínio e apresentar boas proprie-

dades mecânicas, tem sido aplicado na indústria automotiva na Europa e EUA. No Brasil já existem três empresas que injetam ligas de magnésio.

Considerações Finais

De acordo com os resultados obtidos, na Fenaf 2009, pode-se considerar que as tendências tecnológicas – identificadas pelo Modelo Senai de Prospecção e apresentadas na forma de tecnologias emergentes específicas – continuam, de forma geral, no *estado da técnica* e em plena fase de difusão – aquisição e uso pela empresas dos elos da cadeia produtiva.

Esta edição da Fenaf pode ser considerada como relevante e uma **importante indicadora de tendências tecnológicas** visto ter apresentado a maioria dos segmentos tecnológicos associados ao setor, um grande número de fornecedores considerados de alta relevância, além de um número considerável de países participantes.

EXPEDIENTE:

O *Boletim Tecnológico* é uma publicação da Unidade de Prospectiva do Trabalho – Unitrab. Revisão técnica: Luiz A. C. Caruso; Marcello José Pio. Equipe técnica responsável pelo monitoramento: Jefferson Malavazi (DR/SP); Lisiane Trevisan (DR/RS); Ioná Macedo Leonardo Machado (DR/MG). Coordenação, editoria e supervisão gráfica: Caroline R. Rocha. Normalização: SSC/Acind. Revisão gramatical: Fernanda Gomes

ENDEREÇO:

SBN, Quadra 1, Bloco C, Edifício Roberto Simonsen, 4^o andar, CEP 70040-903 – Brasília/DF, tel.: (61) 3317-9802. *E-mail*: unitrab@dn.senai.br.