

FUNDIÇÃO

& matérias-primas



ANO XXV
ISSN 2359-702x

PRODUZIR SOB PRESSÃO

Ondas de calor impõem novos desafios operacionais para setores que já lidam com altas temperaturas

FENAF 2026

Cerca de 80% dos estandes já foram comercializados

MEMÓRIA

Em 83, RFMP debatia o controle de qualidade na produção de peças



ABIFA
Associação
Brasileira
de Fundição

FUNDIÇÃO

& matérias-primas

Anuncie!

A *Revista Fundição & Matérias-Primas* é referência em informação para o setor de fundição no país desde 1978.

Visibilidade para sua marca.
Conexão com seu cliente.
Credibilidade para o mercado.



CONTATO COMERCIAL
abifa@abifa.org.br
(11) 96600-3306

REDAÇÃO
comunicacao@abifa.org.br



SUMÁRIO

04 EDITORIAL
Competitividade, emprego e
organização do trabalho

12 COLUNAS
12 CEMP em dia
14 RH em pauta

18 ESPECIAL
Produzir sob pressão: ondas de
calor impõem novos desafios
operacionais para setores que já
lidam com altas temperaturas

36 PAINEL
36 Metalúrgica Riosulense
40 Roque Fundição

44 E-BOOK FUSÃO & VAZAMENTO
2026

80 EVENTOS

06 ABIFA EM FOCO
06 FENAF 2026
08 Comissões

16 ABIFA NÃO PARA
Conectando a fundição
brasileira

23 NOTÍCIAS
23 Destaques das associadas
29 Indústria
33 Comércio Exterior

42 MEMÓRIA
A luta pela sobrevivência: edição
de abril e 1983 da RFMP trazia
ao centro do debate a questão
do controle de qualidade na
produção

55 CADERNO TÉCNICO
Algumas observações relativas
a processos de nodulização de
ferros fundidos

81 ANUNCIANTES DA EDIÇÃO



CLIQUE SOBRE OS TEMAS DA
EDIÇÃO E SEJA ENCAMINHADO
PARA A RESPECTIVA PÁGINA

COMPETITIVIDADE, EMPREGO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO



Neste início de ano, um dos tópicos que tomaram o debate público no Brasil são os projetos que visam reduzir ou intervir na atual escala de trabalho, atualmente em tramitação

no Congresso Nacional. A esse respeito, no último dia 19, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) se posicionou com um artigo intitulado “Um debate necessário”, publicado no jornal O Estado de São Paulo.

Nas palavras do Sr. Ricardo Alban, presidente da CNI, “O Brasil tem o direito de discutir mudanças na jornada e na escala de trabalho, pela influência na vida de milhões de trabalhadores, na organização das empresas, na oferta de serviços públicos e na competitividade do País. Esse debate, no entanto, exige método, premissas explicitadas e avaliação de impactos, como a própria CNI tem sustentado ao defender negociação coletiva, flexibilidade setorial e rejeição a alterações impostas por lei de forma generalizada”.

Em linhas gerais, a visão da CNI, repercutida por outros meios de comunicação, aponta os riscos da perda de densidade industrial, bem como a urgência de implementar políticas que reduzam o Custo Brasil, estimulem investimentos e ampliem a produtividade, em paralelo às propostas exclusivamente centradas na redução da escala de trabalho.

Ou seja: trata-se de promover um debate sério e alinhado com as necessidades da in-

dústria nacional, evitando soluções fáceis que, apesar de populares, podem trazer impactos negativos tanto para as empresas quanto, consequentemente, também para os próprios trabalhadores.

Mais do que nunca, é preciso ter em mente que o Brasil atravessa um momento decisivo na definição de seu projeto de desenvolvimento. Em meio às transformações tecnológicas, às tensões geopolíticas e à reorganização das cadeias produtivas globais, torna-se cada vez mais evidente que não há crescimento sustentado sem uma base industrial robusta, inovadora e competitiva. Esse é um debate que precisa ser enfrentado com maturidade e visão de longo prazo.

De modo particularmente sensível no setor de fundição, a definição de jornadas e escalas não é apenas uma questão administrativa, mas um fator que impacta diretamente custos, segurança operacional, saúde ocupacional e competitividade. Qualquer mudança estrutural exige diálogo responsável, análise técnica e previsibilidade regulatória, para que se preserve o emprego e a capacidade produtiva.

Modernizar relações de trabalho é necessário, mas isso deve ocorrer de forma compatível com a realidade operacional das plantas industriais e com os desafios de competir em um mercado global cada vez mais exigente. ■

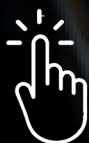
Cacídio Girardi
Presidente

BENEFÍCIOS DAS ASSOCIADAS

*Associe-se à ABIFA e
obtenha as seguintes
vantagens:*

- ✓ Comitês técnicos e comerciais;
- ✓ Cursos e workshops;
- ✓ Feiras de Negócios e congresso (FENAF e CONAF);
- ✓ Acesso exclusivo aos dados e estatísticas do setor

**SAIBA MAIS
CLICANDO AQUI**



REVISTA FUNDIÇÃO & MATÉRIAS-PRIMAS

ISSN 2179007-8

PRESIDENTE ABIFA

Cacídio Girardi

GERENTE-EXECUTIVO ABIFA

Alexandre Carvalho

JORNALISTA

Leonardo de Sá Fernandes

(MTB 0091791/SP)

comunicacao@abifa.org.br

MARKETING

Thaís Gonçalves

PROJETO GRÁFICO

Leonardo de Sá Fernandes

DIAGRAMAÇÃO

Leonardo de Sá Fernandes



ABIFA

FUNDIÇÃO & MATÉRIAS-PRIMAS é uma publicação mensal da ABIFA – Associação Brasileira de Fundição.

Av. Paulista, 1.274, 20º andar
01310-925 – São Paulo – SP – Brasil
Tel. +55 11 3549-3344

www.abifa.org.br

FENAF 2026

Cerca de 80% dos estandes já foram comercializados

A quatro meses da realização da 21ª FENAF, cerca de 80% dos estandes já foram comercializados. Por isso, se sua empresa deseja participar da maior feira de fundição da América Latina, a hora é agora!

Seguem vigentes as condições especiais para Associadas da ABIFA, bem como para ex-expositores, conforme as descrições na tabela ao lado.

Para mais informações, escreva para **fenaf@abi-fa.org.br**.

PARCEIROS INTERNACIONAIS

Um dos destaques da 21ª edição da FENAF diz respeito às parcerias internacionais que a ABIFA tem realizado com outras entidades e que, por sua vez, implicam não só na presença de empresas estrangeiras no evento como também numa repercussão internacional da feira e do setor fundidor brasileiro.

“A FENAF sempre foi um evento de presença obrigatória, dada sua importância histórica para a indústria de fundição em nível regional e mundial. É lá que podemos ver as mais recentes tecnologias e equipamentos, além de ser um ponto de encontro indispensável para fazer networking com outros fundidores e fornecedores da indústria de fundição do Brasil e do mundo”, comenta Martin Bernocco, gerente da Câmara de Indústrias de Fundição da República Argentina (CIFRA).

Segundo presidente da entidade, Pablo Gaspari, “a CIFRA considera a FENAF um evento extremamente

TABELA DE PREÇOS DE ÁREA LIVRE (R\$/m²)	
CLASSIFICAÇÃO DO EXPOSITOR	LOTE 3 A partir de 01/01/2026
ASSOCIADA* EX EXPOSITOR**	R\$ 1.390,00
ASSOCIADA NOVO EXPOSITOR	R\$ 1.510,00
NÃO ASSOCIADA EX EXPOSITOR*	R\$ 1.710,00
NÃO ASSOCIADA NOVO EXPOSITOR	R\$ 1.840,00

*Para ter direito a este valor, as Associadas devem ter, no mínimo, 3 meses de associação.

**São ex-expositores aqueles que participaram de ao menos uma das últimas três edições (2024, 2022 e 2019).

importante. Nela, nossos associados e todos os fundidores latino-americanos podem encontrar as tecnologias mais modernas e conhecer as tendências do mundo da fundição. Além disso, é um acontecimento social onde é possível



A 21ª FENAF acontecerá pela primeira vez no São Paulo Expo, o maior espaço de eventos da América Latina.

compartilhar momentos descontraídos com fornecedores e colegas!”

Outra entidade que também está apoiando a FENAF em 2026 é a Sociedade Mexicana de Fundidores (SMFAC). “Há cerca de 20 anos, a relação entre a ABIFA e a Sociedade Mexicana de Fundidores tem sido muito cordial e cooperativa, mas agora estamos diante de uma grande oportunidade de estreitar os laços de colaboração e coesão nos âmbitos do conhecimento e da experiência, do comércio e dos negócios, do intercâmbio tecnológico e, o mais importante, de buscar novos horizontes para as empresas que representamos localmente”, afirma Bruno Jaramillo, presidente da SMFAC.

“Para a Sociedade Mexicana de Fundidores, participar da FENAF 2026 por meio do primeiro pavilhão mexicano representa uma grande conquista para o mercado nacional e, acima de tudo, uma área de oportunidade junto à terceira economia mais importante

das Américas e uma das dez mais relevantes do mundo, como é a indústria metalúrgica do Brasil”, comenta Jaramillo.

Além das supracitadas, a 21ª edição da FENAF conta ainda com o apoio da Beijing Oyar Business, companhia chinesa que atua na promoção da vinda de outras empresas da China para feiras internacionais. ■

Apoiam a 21ª FENAF:

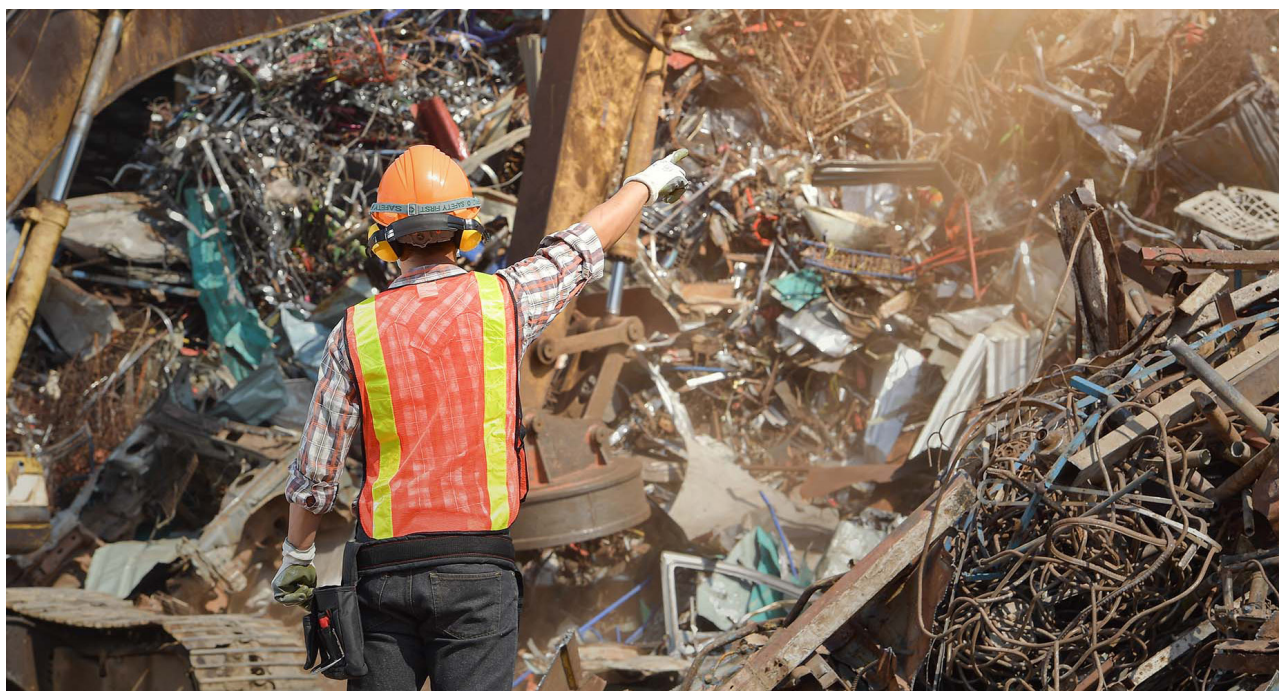


SOCIEDAD MEXICANA DE FUNDIDORES, A.C.
MIEMBRO DE WORLD FOUNDRY ORGANIZATION



COMISSÕES

Comissão de Meio Ambiente realiza primeira reunião de 2026 e acompanha avanços legislativos sobre reciclagem e ADF



Na manhã desta segunda-feira, 24 de fevereiro, a Comissão de Meio Ambiente da ABIFA realizou sua primeira reunião de 2026, com a participação de 14 integrantes. O encontro foi coordenado pela Dra. Raquel Carnin, sócia da Nova Era Soluções Ambientais.

Entre os principais temas discutidos, destacou-se a aprovação, em Santa Catarina, da Lei 19.255/2025, que institui o Selo Reciclagem para certificar produtos compostos por materiais recicláveis. Também foi atualizada

a tramitação de projetos de lei estaduais relacionados ao uso de ADF (Areia Descartada de Fundação) e a incentivos fiscais para reciclagem de resíduos industriais.

Em Santa Catarina, os PLs 87 e 88/2025 seguem aguardando análise da CCJ e articulação política para votação. No Rio Grande do Sul, os PLs 268/2024 e 371/2025 avançam em comissões, tratando respectivamente do uso de resíduos na construção civil e da utilização preferencial de ADF em obras públicas.

Em São Paulo, o PL 278/2024 permanece sem movimentação, apesar de ofício encaminhado pela entidade. Em Minas Gerais, os PLs 3505, 3506 e 4449/2025 aguardam andamento legislativo, abordando abatimento de ICMS para reciclagem, criação do Selo Reciclagem e uso preferencial de ADF em obras públicas.

No âmbito federal, o PL 0482/2024, que prevê incentivos fiscais e financeiros para empresas que adotem práticas sustentáveis com resíduos, também segue em comissão sem avanços recentes.

A reunião ainda registrou a aprovação, em Santa Catarina, da Lei 19.725, que estabelece diretrizes e critérios

para o uso de escória e refratário na construção civil, considerada um marco relevante para o setor.

PRÓXIMAS REUNIÕES

A reunião da Comissão de Meio Ambiente é realizada mensalmente de maneira remota (via plataforma Zoom), e sua divulgação é sempre realizada previamente pela ABIFA por e-mail e em nossas redes sociais.

A participação nas reuniões da Comissão é restrita às Associadas ABIFA. Para participar, basta solicitar o link de acesso pelo e-mail secretaria@abifa.org.br, informando seu nome, cargo e empresa onde trabalha. E, para se tornar membro ativo do grupo da Comissão, basta escrever para marketing@abifa.org.br manifestando seu interesse. ■

Coordenadora da Comissão de Meio Ambiente recebe Prêmio SEBRAE Mulheres de Negócios

A Dra. Raquel Carnin, sócia-fundadora da Nova Era Soluções Ambientais e coordenadora da Comissão de Meio Ambiente da ABIFA, foi agraciada com o Prêmio SEBRAE Mulher de Negócios. "Fiquei muito feliz por esse reconhecimento, porque são anos de trabalho na luta contra os aterros, e todo esse esforço foi reconhecido", comenta Carnin.

A Nova Era Soluções Ambientais é uma empresa de consultoria e engenharia ambiental especializada na valorização de resíduos industriais, com atuação voltada à economia circular. A empresa desenvolve soluções técnicas e legais para o aproveitamento de



Dra. Raquel Carnin, sócia-fundadora da Nova Era Soluções Ambientais e coordenadora da Comissão de Meio Ambiente da ABIFA

resíduos como areia descartada de fundição (ADF), escória e refratários na construção civil e em obras de infraestrutura. Entre os principais serviços oferecidos estão estudos técnicos, pareceres ambientais, licenciamento, relatórios de aplicabilidade, capacitações e apoio à formulação de políticas públicas.

No projeto de inscrição ao prêmio, Carnin destaca que a empresa revolucionou o setor ao se tornar a única empresa brasileira especializada em soluções para a utilização da Areia Descartada de Fundição (ADF) em obras civis. “Minha jornada empreendedora nasceu da vivência técnica e da inquietação em ver resíduos industriais sendo descartados de forma inadequada. Com mais de 20 anos de experiência na área ambiental e doutorado em Química, idealizei a Nova Era Soluções Ambientais para transformar conhecimento científico em soluções práticas. Comecei sozinha, enfrentando resistências do mercado e desafios regulatórios. A inspiração veio da convicção de que era possível valorizar resí-

duos como a areia descartada de fundição (ADF), escória e refratários, devolvendo-os à cadeia produtiva com segurança. A empresa ganhou corpo com a entrada de duas sócias: a engenheira ambiental Fernanda Kretschmer e a advogada Amanda Moterani. Nossos serviços cresceram com base na excelência técnica, na inovação e no diálogo com governos e indústrias”, explica.

Em suas considerações sobre a premiação, voltada a estimular a presença feminina no ambiente de negócios, Carnin deixa uma mensagem de incentivo a outras mulheres: “Acho que as mulheres podem e devem se fortalecer nesse sentido. Mas não basta simplesmente acreditar em algo, é preciso trabalhar. Eu acreditei porque fiz pesquisas e entendi que isso seria possível. Trabalhei quase 20 anos na maior fundição do mundo. É um setor muito masculino, e enfrentei alguns preconceitos por estar nesse ambiente. Mas o resultado veio. O importante é acreditar, trabalhar e persistir”. ■

**ABIFA**

MANUAL DA ASSOCIADA

CLIQUE E SEJA DIRECIONADO



ABIFA
CAPACITA

FORMAÇÃO EDUCACIONAL
PARA O SETOR DE FUNDIÇÃO

MEIO AMBIENTE

RECURSOS HUMANOS

um time
capacitado faz a
#diferença

BOLSAS DE **50%**
PARA ASSOCIADAS

Acesse:
abifa.org.br/site/cursos

FUNDIÇÃO DE METAIS

 **ABIFA**

COMISSÃO DE ESTUDOS DE MATÉRIAS-PRIMAS (CEMP)

Desde agosto de 2025, a *Revista Fundação & Matérias-Primas* conta com um espaço mensal voltado à divulgar as atas das reuniões bimensais da Comissão de Estudos e Matérias-Primas (CEMP). Criada em 1977, a CEMP é um espaço de intercâmbio entre os

representantes do setor para avaliar métodos de ensaio, especificações e desenvolvimentos de materiais, além de definir procedimentos de verificação e calibração de equipamentos, amostragem e padronização de corpos de prova e materiais utilizados nos processos de fabricação.

Ata da CEMP Moldagem Ata nº 318 - Reunião da Comissão

DATA:

04/12/2025

HORÁRIO:

10h00 às 12h00

COORDENADOR:

Wesley Estelito dos Santos

VICE:

Vitor José Delmônego

PARTICIPANTES:

Wesley Estelito dos Santos (**FUNDIÇÃO LTK**), Hernan Figueroa (**TECNOFUND**), Silvio Luis Felisbino (**CONSULTEC**), Wandeir Silva (**BENTONIZA**), Johnson Santiago (**MINERAÇÃO CURIMBABA**), Luíz Steca, Mariana Coelho (**GPC QUÍMICA**).

1. ABERTURA E BOAS-VINDAS

O coordenador da CEMP, Sr. Wesley Estelito dos Santos (Fundição LTK), deu início à reunião, saudando os participantes e dando as boas-vindas aos novos integrantes, Srs. Luíz Steca e Mariana Coelho, representantes da GPC Química.

2. APRESENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DA CEMP

O Sr. Hernan Figueroa (Tecnofund) apresentou um breve resumo das atividades em andamento da Comissão de Estudos de Matéria-Prima, destacando o status atual dos trabalhos e das revisões normativas.

3. REVISÃO DO GRUPO 13

O Sr. Wandeir Silva (Bentoniza) destacou, no âmbito da Especificação E-04, item 02, a

necessidade de explicitar a aplicação do método de dispersão CEMP 063, de forma a eliminar dúvidas quanto à sua utilização.

3.1. REVISÃO DA ESPECIFICAÇÃO E-07

Ficou definido que o Sr. Luíz Steca (GPC Química) será o responsável pela revisão da Especificação E-07, devendo apresentar as considerações e propostas de atualização na próxima reunião.

4. TESTES COMPARATIVOS

O Sr. Johnson Santiago (Mineração Curimbaba) informou que está conduzindo um estudo comparativo de ensaios de dureza, considerando diferentes tipos de areia padrão, com o objetivo de avaliar a influência do material nos resultados obtidos.

5. REVISÃO DO MÉTODO CEMP-158

O Sr. Silvio Luis Felisbino (Consultec) apresentou uma observação referente ao procedimento descrito na CEMP-158, sugerindo a utilização de uma placa de vidro durante a execução do ensaio, visando maior uniformidade e repetibilidade dos resultados.

6. PROPOSTA DE CRIAÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO E-00

O Sr. Silvio Luis Felisbino (Consultec) compartilhou a proposta de criação da Especificação E-00, referente à areia base para fundição, a qual será analisada pela comissão para avaliação de sua viabilidade e enquadramento normativo.

7. CALENDÁRIO 2026

DATA	LOCAL	HORÁRIO	CIDADE/ESTADO
05/02/2026	ABIFA	10h00 às 12h00	Videoconferência
02/04/2026	ABIFA	10h00 às 12h00	Videoconferência
04/06/2026	ABIFA	10h00 às 12h00	Videoconferência
06/08/2026	ABIFA	10h00 às 12h00	Videoconferência
01/10/2026	ABIFA	10h00 às 12h00	Videoconferência
03/12/2026	ABIFA	10h00 às 12h00	Videoconferência

As reuniões da CEMP costumam acontecer sempre na primeira quinta-feira dos meses de número par. Para mais informações sobre o calendário de 2026, entre em contato com o coordenador da comissão, **Wesley Estelito dos Santos**, através do e-mail: industria@ltk.com ■

CONTRIBUIÇÕES PARA "FUNDO SOCIAL" - NATUREZA SIMULADA DOS SINDICATOS



Como já sabido, o STF, em 2023, julgou constitucional a cobrança compulsória das chamadas taxas sindicais (que abrange diversas contribuições nomeadas de diferentes formas), respeitadas algumas regras gerais, em especial o direito de oposição. Mais recentemente, no mesmo processo, o STF proibiu a cobrança de tais taxas de forma retroativa dos empregados que, ao final, seria arcado pelas empresas.

Com a obrigatoriedade do direito à oposição, muitos sindicatos passaram

a dificultar esse direito, exigindo que seja presencial, assinaturas especiais, textos específicos etc. Essa conduta manipuladora chegou ao Tribunal superior do Trabalho e, hoje, há processo que visa unificar o entendimento sobre a forma de oposição.

Tudo isso tem enfraquecido o orçamento sindical.

Esperava-se, com isso, que os sindicatos conquistassem seus representados de uma forma diferente, buscando mostrar as vantagens de contribuir e auxiliar na melhoria das condições de trabalho. Não é bem o que tem ocorrido.

Contrariando a expectativa, tornou-se comum a inclusão de cláusulas em convenções coletivas que prevêm o pagamento compulsório, pelas

empresas, do custeio de chamados “Fundos Sociais”. Segundo essa ideia, as empresas custeiam um percentual da folha para os sindicatos de ambas as categorias (econômicas e profissionais), no intuito de custear programas de caráter social, cursos, empregabilidade e lazer.

Evidentemente que essas cláusulas são ilegais, pois instituem obrigações pecuniárias de forma compulsória e aleatórias, sem explicações do orçamento e suas destinações.

Mesmo porque, constitui, na prática, uma forma de burlar a contribuição sindical discutida no STF, cuja dependência da concordância do empregado faz a entidade perder orçamento. Com efeito, é uma forma de cobrar a mesma contribuição sem submeter à possibilidade de oposição. O nome dado é de natureza simulada.

Ou seja, simula-se uma natureza dessa contribuição para, no fim, usar como outra.

E o Poder Judiciário tem atuado ostensivamente contra essa simulação. Majoritariamente, os Tribunais entendem pela nulidade, fundamentando justamente:

- Natureza simulada (trata-se de contribuição sindical com outro nome);
- Inoponibilidade empresarial: não dá às empresas a oportunidade de oposição;
- Em menos volume, pela falta de contratação de serviços por parte das empresas.

Ao receber essa cobrança, as empresas podem, por seus advogados, ajuizar ação judicial, cuja competência é da Justiça do Trabalho, para declarar inexigível e nula a cláusula.

Há, ainda, a possibilidade somente responder a uma eventual ação judicial, argumentando na ausência de validade de tal cláusula em sede de contestação.

Há a possibilidade, ainda, de a empresa solicitar, juridicamente, a prestação de contas dos gastos dos sindicatos, para verificar a veracidade de destinação dos valores pagos a projetos efetivamente sociais mencionados nas convenções coletivas.

Sob qualquer prisma que se lhe examine, o pagamento de referidas contribuições é a última estratégia jurídica a ser adotada, já que é muito relevante não permitir que sindicatos institucionalizem cobranças indevidas, simulando nomes ■

LAFANI
SALOMÃO
ADVOGADOS

contato@lafanisalomao.com.br

(11) 99409-1191

www.lafanisalomao.com.br

*Desde setembro de 2025, a Revista **Fundição & Matérias-Primas** passou a contar com a coluna "RH em pauta", uma contribuição mensal do escritório Lafani Salomão Advogados cujo intuito é ampliar o debate sobre questões jurídicas pertinentes ao universo do trabalho. Acompanhe as próximas contribuições nas edições seguintes da Revista.*

EM RITMO ACELERADO

Fevereiro costuma ser um mês de retomada de ritmo. Depois do carnaval, os motores começam a aquecer e as engrenagens do país voltam a girar com intensidade. Na ABIFA, porém, o movimento nunca cessou: o segundo mês do ano apenas confirma que 2026 já começou com energia total, projetos avançando e novas conquistas sendo consolidadas para o setor de fundição brasileiro.

FENAF: CERCA DE 80% DOS ESTANDES JÁ FORAM COMERCIALIZADOS

Neste início de março, a comercialização da FENAF 2026 alcançou um novo patamar: já são cerca de 80% dos estandes comercializados, o que torna ainda mais urgente concretizar a venda dos 20% restantes. É importante ressaltar que, desde o dia 1º de janeiro de 2026, entraram em vigência os valores do Lote 3, que permanecerão até a realização da feira em julho, mantendo condições especiais para associadas e ex-expositores.

A 21ª edição da FENAF se destaca por seu caráter cada vez mais internacional, com parcerias que ampliam a presença de empresas estrangeiras e fortalecem a repercussão global do evento, consolidando-o como ponto obrigatório para acesso às mais recentes tecnologias e oportunidades de networking no setor de fundição.

Confira aqui mais informações sobre a 21ª edição da feira.

MAIOR PRESENÇA NAS REDES SOCIAIS

Ao longo de 2025, um dos principais focos de atuação da equipe de Comunicação e Marketing da ABIFA foi a reestruturação de suas redes sociais.

Neste mês de fevereiro, fizemos pela primeira vez um balanço dos resultados dessa atuação e pudemos concluir que, nos últimos dois anos, a ABIFA apresentou crescimento consistente e positivo em suas principais plataformas.

No LinkedIn, o número de seguidores saltou de 3.070 (jul/2024) para 3.818 (jan/2026), um avanço de aproximadamente 24%, consolidando a rede como principal canal institucional. Já no Instagram, o crescimento foi ainda mais expressivo: de 1.087 para 1.661 seguidores no mesmo período, uma alta de cerca de 53%, demonstrando expansão relevante de alcance e engajamento.

Em fevereiro, também inauguramos a seção “Você sabia?”, na qual informamos aos nossos seguidores algumas das principais ações desenvolvidas pela ABIFA ao longo do último biênio. Entre os destaques estão o crescimento do caixa da ABIFA em 23 vezes desde o final de 2023; a internalização do modelo de desenvolvimento de Associadas; a implementação do programa ABIFA Capacita em 2025; o surgimento da Foundry Connection – Rodada de Negócios ABIFA em 2024 e o fortalecimento de parcerias nacionais e internacionais estratégicas para a indústria de fundição brasileira.

COMISSÕES: RETOMADA

Também nas últimas semanas, as Comissões retomaram suas atividades re-

gulares. No dia 26, a Comissão de Suprimentos realizou sua primeira reunião do ano e, no dia 24 de fevereiro, foi a vez da Comissão de Meio Ambiente, que atualizou o acompanhamento dos principais Projetos de Lei em tramitação no país no que concerne à reutilização de resíduos de fundição e ao incentivo a práticas ecologicamente adequadas para a indústria.

Já no último dia 5 de março, quem retomou suas atividades foi a Comissão de Inovação e Tecnologia, que contou com a apresentação de Cartergiane Junior de Oliveira sobre o Instituto SENAI de Inovação em Metalurgia e Ligas Especiais, trazendo aos participantes reflexões importantes sobre pesquisa, inovação e desenvolvimento tecnológico.

DESENVOLVIMENTO DE ASSOCIADAS

Mantendo sua diretriz de proximidade com as empresas Associadas, a ABIFA segue realizando visitas técnicas e encontros presenciais, reforçando o relacionamento institucional e alinhando suas iniciativas às demandas concretas da indústria de fundição. Esse diálogo permanente é fundamental para fortalecer a cooperação entre as empresas e orientar ações que contribuam para o avanço do setor.

Os resultados dessa estratégia já são perceptíveis: a ABIFA continua ampliando conexões, estimulando inovação, criando oportunidades e consolidando sua posição como uma das principais referências institucionais da fundição brasileira. Afinal, quando o objetivo é trabalhar pelo fortalecimento do setor, a ABIFA segue sempre em frente. ■

VOCÊ SABIA

A ABIFA atua como articuladora institucional do setor de fundição no Brasil e no exterior.

E o resultado? As parcerias internacionais promovem **intercâmbio técnico e institucional para o setor**. A ABIFA é parceira de entidades do **México, Equador, Argentina e Turquia**.



VOCÊ SABIA

A ABIFA mantém parcerias internacionais estratégicas com entidades do setor de fundição.

E o resultado? a ABIFA tornou-se parceira da SFM (**Sociedad Mexicana de Fundidores**), da FEDIMETAL (**Federación Ecuatoriana de Industrias del Metal**), da CIFRA (**Cámara de Industriales Fundidores de la República Argentina**) e da TUDÖKSAD (**The Turkish Foundry Association**), ampliando sua inserção global.



VOCÊ SABIA

O caixa da ABIFA cresceu 23x desde o final de 2023.

Sem aportes externos;
Sem investimentos extraordinários;
✓ Só gestão responsável.

E o resultado? O fortalecimento financeiro **viabilizou iniciativas** como o **ABIFA Capacita, Rodadas de Negócios** e a **ampliação da FENAF**.

PRODUZIR SOB PRESSÃO

Ondas de calor impõem novos desafios operacionais para setores que já lidam com altas temperaturas

O aumento da frequência e da intensidade das ondas de calor tem imposto novos desafios à atividade industrial. Em ambientes produtivos que já operam sob temperaturas elevadas, como é o caso da indústria de fundição, o calor extremo amplia riscos operacionais, pressiona a produtividade e exige estratégias cada vez mais sofisticadas para garantir segurança, eficiência e continuidade das operações.

O problema não é pontual. Segundo dados da Organização Internacional do Trabalho (OIT), cerca de 2,4 bilhões de trabalhadores (o equivalente a 71% da força de trabalho mundial) estão expostos a riscos relacionados ao calor excessivo, que já provoca milhões de lesões ocupacionais todos os anos.

Além dos impactos diretos na saúde, o estresse térmico também compromete o desempenho produtivo. Relatórios da Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que a produtividade laboral pode cair entre 2% e 3% a cada grau Celsius acima de 20 °C, quando se considera o chamado índice de bulbo úmido e globo (WBGT), métrica que avalia temperatura, umidade e radiação térmica no ambiente de trabalho.

Em atividades fisicamente exigentes ou que demandam o uso de equipamentos de proteção, cenário comum em plantas industriais, os efeitos podem ser ainda mais intensos. Estudos citados pela OIT indicam que, em ambientes com temperaturas próximas de 33 °C a 34 °C, o desempenho dos trabalhadores pode cair até 50% em tarefas fisicamente pesadas.

DESAFIOS AMPLIADOS NAS ÁREAS INDUSTRIAIS

Para setores industriais de alta temperatura o aumento do calor ambiente representa um fator adicional de complexidade. No caso específico das fundições, o desafio é ainda mais sensível. Os processos produtivos envolvem fornos que podem ultrapassar 1.400 °C no caso do ferro fundido e temperaturas ainda maiores na fusão de alguns metais e

ligas especiais. Mesmo com isolamento térmico e sistemas de ventilação industrial, parte desse calor se dissipa para o ambiente de produção. Quando combinado com ondas de calor e temperaturas externas elevadas, o resultado pode ser um aumento significativo da carga térmica nos postos de trabalho, exigindo maior atenção às práticas de segurança, ao monitoramento ambiental e à organização das jornadas.

Além do impacto humano, o calor também afeta a operação dos sistemas produtivos. Painéis elétricos, sistemas de controle e equipamentos eletrônicos podem apresentar maior sensibilidade a variações térmicas, enquanto sistemas de ventilação e refrigeração passam a operar com maior demanda energética.

Diante desse cenário, especialistas em saúde ocupacional recomendam a adoção





Debate realizado durante o painel "Proteção Social, Estresse Térmico e Saúde e Segurança do Trabalho", na Pré-COP30

de estratégias preventivas. A relação entre mudanças climáticas, saúde ocupacional e segurança no trabalho também esteve no centro das discussões do painel "Proteção Social, Estresse Térmico e Saúde e Segurança do Trabalho", realizado durante o Seminário Pré-COP30: Promovendo Trabalho Decente e Transição Justa, em Brasília, em outubro de 2025. Organizado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) em parceria com o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), o encontro reuniu representantes do governo, do setor produtivo, trabalhadores e especialistas para discutir caminhos concretos para enfrentar os riscos associados ao calor extremo e ampliar os mecanismos de proteção social diante dos desafios da transição climática.

Ao abrir o debate, Alexandre Furtado Scarpelli Ferreira, diretor do Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho do MTE e moderador do painel, destacou que a questão ultrapassa o campo técnico e envolve impactos diretos na vida cotidiana de milhões de trabalhadores. Segundo ele, é fundamental reconhecer que as discussões sobre estresse térmico e condições de trabalho dizem respeito, acima de tudo, à proteção das pessoas.

Na mesma linha, Joaquim Pintado Nunes, diretor do Departamento de Saúde e Segu-

rança no Trabalho da OIT, enfatizou a necessidade de incorporar a exposição ao calor nas estratégias internacionais de prevenção de acidentes e doenças ocupacionais. Para o especialista, o enfrentamento desse desafio exige uma abordagem integrada, que combine avanços legislativos, políticas públicas e suporte técnico aos diferentes setores produtivos. Nunes também ressaltou que medidas preventivas relativamente simples — como a reorganização das jornadas, a adoção de pausas regulares, o uso adequado de equipamentos de proteção e a melhoria das condições de ventilação ou climatização — podem trazer benefícios significativos tanto para a saúde dos trabalhadores quanto para a produtividade das empresas, evidenciando a conexão entre segurança do trabalho, saúde pública e políticas ambientais.

Entre as medidas mais utilizadas estão o monitoramento do índice de estresse térmico (IBUTG), a reorganização de jornadas em horários menos quentes, pausas regulares para recuperação térmica e o reforço das políticas de hidratação e ventilação nos ambientes produtivos.

ADAPTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

A adaptação ao calor extremo já começa a integrar as agendas de gestão industrial e

de segurança do trabalho. Investimentos em ventilação industrial, áreas de descanso climatizadas, monitoramento ambiental e automação de processos têm sido adotados para reduzir a exposição direta dos trabalhadores e manter a estabilidade das operações.

Em um contexto de mudanças climáticas e temperaturas cada vez mais elevadas, especialistas apontam que a adaptação das plan-

tas industriais deixará de ser apenas uma medida preventiva para se tornar uma estratégia estrutural de competitividade. Garantir ambientes produtivos seguros e resilientes será fundamental para manter a eficiência operacional em um cenário climático cada vez mais desafiador. ■

5 medidas que a indústria pode adotar para enfrentar o calor extremo

Com o aumento das temperaturas e a maior frequência de ondas de calor, empresas de diferentes setores industriais têm adotado estratégias para reduzir o estresse térmico no ambiente de trabalho e manter a eficiência produtiva. Entre as medidas mais comuns estão:

1. MONITORAMENTO DO ESTRESSE TÉRMICO

A medição de indicadores como o Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG) permite avaliar as condições reais de exposição ao calor e orientar a adoção de pausas e ajustes operacionais.

2. REORGANIZAÇÃO DAS JORNADAS DE TRABALHO

Em períodos de calor intenso, algumas empresas reorganizam turnos e atividades mais pesadas para horários de menor temperatura, reduzindo a exposição prolongada ao calor.

3. VENTILAÇÃO E CIRCULAÇÃO DE AR NOS AMBIENTES PRODUTIVOS

Investimentos em ventilação industrial, exaustores e sistemas de circulação de ar ajudam a dissipar o calor gerado pelos processos produtivos e melhorar o conforto térmico nas áreas de trabalho.

4. ÁREAS DE DESCANSO E HIDRATAÇÃO

Espaços de recuperação térmica, com água potável e locais adequados para pausas, contribuem para prevenir desidratação e fadiga térmica, fatores associados ao aumento do risco de acidentes.

5. AUTOMAÇÃO E REDUÇÃO DA EXPOSIÇÃO DIRETA

A automação de determinadas etapas produtivas permite diminuir o tempo de exposição dos trabalhadores a ambientes de alta temperatura, aumentando simultaneamente a segurança e a eficiência operacional.

CURSO ONLINE

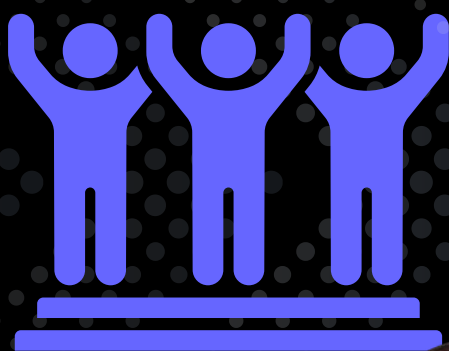
DESENVOLVIMENTO DE PESSOAS E APERFEIÇOAMENTO DE COMUNICAÇÕES

Descubra como uma comunicação
eficaz potencializa equipes e
transforma lideranças.

LANÇAMENTO EM BREVE



FORMAÇÃO EDUCACIONAL
PARA O SETOR DE FUNDIÇÃO



PÚBLICO ALVO

PROFISSIONAIS DE
RH, LIDERANÇAS E
PROFISSIONAIS DE
TODAS AS ÁREAS
QUE SE
INTERESSAM EM
GESTÃO DE
PESSOAS.

8H

VALOR

R\$990,00
PARA
ASSOCIADAS

DESTAQUES DAS ASSOCIADAS

Grupo SADA e ArcelorMittal firmam parceria para reciclagem de sucata metálica e fortalecimento da economia circular



O Grupo SADA e a ArcelorMittal firmaram uma parceria estratégica com foco no processamento e na reciclagem de sucata metálica, reforçando o compromisso das duas empresas com a sustentabilidade, a economia circular e a industrialização verde no Brasil.

O acordo prevê a atuação da IGAR, empresa de reciclagem de veículos do Grupo SADA, no fornecimento de sucata processada para a ArcelorMittal, além da implantação de um en-

treposto destinado ao armazenamento, à movimentação e à gestão logística do material.

A IGAR foi criada com o propósito de retirar de circulação veículos antigos ou com perda total, promovendo a correta destinação e o reaproveitamento de materiais como aço, alumínio, vidro e borracha. Esses insumos retornam à cadeia produtiva, sendo reutilizados por indústrias como a ArcelorMittal, que transforma a sucata em matéria-prima para novos produtos, dando nova vida ao aço.

O contrato contempla todo o processo de gestão da sucata, incluindo o processamento dos materiais, a operação do entreposto e a logística tanto da sucata beneficiada quanto daquela originada diretamente no local de armazenamento. A iniciativa amplia a eficiência operacional, reduz a geração de resíduos e fortalece práticas sustentáveis em toda a cadeia.

Com inauguração prevista para fevereiro, a IGAR se tornará o maior centro de reciclagem automotiva do país e uma referência nacional em processamento de sucata metálica.

O projeto está alinhado à Política Nacional de Resíduos Sólidos e às diretrizes do Programa Mover, contribuindo para a redução dos impactos ambientais, a conservação de recursos naturais e a valorização de materiais em novos ciclos produtivos.

Ao unir inovação, responsabilidade ambiental e excelência logística, a parceria entre o Grupo SADA e a ArcelorMittal reforça o papel das empresas na construção de um futuro mais sustentável, em que desenvolvimento econômico e cuidado com o meio ambiente caminham juntos. ■

Fonte: SADA (Site)

WEG é reconhecida no Sustainability Yearbook 2026 da S&P Global

A WEG acaba de conquistar um importante reconhecimento internacional: pela primeira vez integra o Sustainability Yearbook 2026 da S&P Global, que reúne as empresas com melhor desempenho em sustentabilidade em seus respectivos setores.

O Sustainability Yearbook é uma listagem anual que reúne as organizações com melhor avaliação ESG em cada setor. A WEG integra o setor ELQ (Electrical Components & Equipment), ao lado de grandes empresas globais, figurando entre o grupo mais bem avaliado em sustentabilidade em âmbito internacional.

Esta conquista reflete a evolução concreta da agenda ESG da companhia, demonstrando solidez na estratégia adotada para incorporar a sustentabilidade aos processos corporativos, fortalecer políticas de governança, aprimorar indicadores ambientais e ampliar iniciativas sociais.

Este ano, mais de 9.200 empresas avaliadas no CSA 2025 foram consideradas para o Sustainability Yearbook 2026, sendo que apenas 848 companhias, distribuídas em 59 setores, estiveram entre as organizações de melhor desempenho selecionadas para inclusão na publicação.

“A presença da WEG na edição de 2026 do Sustainability Yearbook evidencia a maturidade e a consistência de nossa estratégia ESG. Esse reconhecimento também demonstra a credibilidade das informações que reportamos, avaliadas por uma instituição independente e de referência internacional”, afirma Daniel Marteleto Godinho, vice-presidente de Sustentabilidade e Relações Institucionais.



A inclusão no Sustainability Yearbook 2026 reforça que a WEG avança de forma sólida e alinhada às melhores práticas de sustentabi-

lidade, demonstrando que a estratégia adotada está no caminho certo, refletindo evolução contínua em temas ESG. ■

Fonte: WEG (Assessoria de Comunicação)

No ano do centenário da empresa, STIHL marca presença no Show Rural 2026 e apresenta lançamentos

A STIHL apresenta no Show Rural Copavel 2026 os mais recentes lançamentos da marca, motores estacionários, motocultivadores, geradores, motobombas e a nova linha de cortadores de grama a combustão. O evento, que é uma das maiores feiras do agronegócio na América Latina, acontece de 9 a 13 de fevereiro, em Cascavel (PR). Além dos destaques e de toda

a linha de produtos, o espaço da STIHL contará com uma área de demonstração e condições especiais. De acordo com a gerente de Marketing da STIHL, Andréia Volz, as feiras significam uma ótima oportunidade de interação com os clientes da marca com o objetivo de compreender a relação dos equipamentos com os usuários, além de considerar possibilidades de novas tecnologias e soluções.



“Levaremos para o Show Rural a celebração do centenário do Grupo STIHL e convidamos os protagonistas do mercado agro brasileiro para vivenciarem este momento, com espaço instagramável e brindes alusivos aos cem anos, tendo em vista que são parte fundamental desta história. Acreditamos que a tradição, qualidade e valores da empresa familiar nos trouxeram até aqui, mas que a visão de futuro, a inovação e o relacionamento próximo com os profissionais do campo nos levarão a mais um século de história”, afirma Andréia.

Desenvolvidos para entregar desempenho e praticidade, os quatro novos modelos de cortadores de gramas a combustão - RM 2 R, o RM 248, o RM 253 e o RM 253 T - são ideais para diferentes tipos de terrenos e são voltados tanto para usuários domésticos como para jardineiros profissionais. Os equipamentos são voltados para manutenção de gramados residenciais e em condomínios, parques,

sítios, entre outras áreas verdes. Tecnologia e inovação são combinadas para a melhor experiência do usuário, oferecendo excelente desempenho para gramados extensos. Todos os modelos apresentam motor 4 tempos e garantem alta produtividade para o corte de grama, sendo compactos, robustos e de fácil manuseio. Ergonomia e conforto também são características dos lançamentos, que têm em seus diferenciais o ajuste de altura de corte em uma única alavanca e de muito fácil manuseio e a haste única que facilita o acesso ao cesto recolhedor, além da lâmina com absorção de impacto, que preserva o motor quando a máquina colide contra uma pedra, por exemplo. Os produtos ainda se destacam por oferecerem quatro modos de descarte: descarte traseiro, descarte lateral, recolhimento para o cesto ou moagem.

Todos os modelos operam a 2.800 RPM. O modelo RM 2 R possui potência de 2,1 kW e

46 cm de diâmetro de corte, com ajuste da altura de corte do gramado entre 30 mm e 85 mm. Esse é o único modelo que não possui coletor, a capacidade do tanque de combustível é de 0,9 L e o peso da máquina é de 24 kg. O RM 248 possui 1,8 kW de potência e os mesmos 46 cm de diâmetro de corte, com ajuste de altura de corte do gramado entre 20 mm e 100 mm. O coletor tem capacidade de 52 L, a capacidade do tanque de combustível é de 0,8 L e o peso da máquina, com o cesto, é de 30 kg. Já os modelos RM 253 e RM 253 T se diferenciam do modelo anterior com 51 cm de diâmetro de corte, 55 L de capacidade do coletor e pesos de 31 kg e 34 kg, respectivamente.

Já os motores estacionários são a força motriz de muitas tarefas, utilizados para acionar bombas, moinhos ou serras, oferecendo versatilidade e uma gama de atividades na propriedade. Os motores estacionários da STIHL são estratégicos para agricultores, empreiteiros, pescadores, podendo ser utilizados na geração de energia, movimentação de barcos, pulverização, fabricação de farinha e, ainda, na construção civil. Os modelos operam em condições climáticas adversas sem qualquer perda de desempenho, em razão da robustez e da tecnologia. Os motores 4 tempos são a gasolina e possuem tanque de combustível de 3,6 e 4 litros. O EHC 605 S possui potência nominal de 6 hp e 212 cm³ de cilindrada. Já o EHC 705 S conta com 7 hp e 252 cm³.

São três modelos de geradores, com três classes de potência: o GR 40, com 2,5 kW; o GR 60, com 5,5 kW; e o GR 80, com 8,0 kW. Os equipamentos possibilitam uma fonte de energia para regiões com pouco ou nenhum acesso à rede elétrica ou então uma alternativa em caso de suspensão do abastecimento

de energia elétrica, permitindo realização de trabalhos em áreas agrícolas ou até mesmo como fonte móvel. Seja para ligar um sistema de irrigação no meio da lavoura, fornecer energia para equipamentos de ordenha ou manter o conforto em acampamentos de colheita, a linha de geradores STIHL é a resposta para a necessidade de autonomia energética. Os geradores possuem excelente durabilidade e vida útil, além de terem peças compatíveis com outros produtos STIHL, como motobombas, motores estacionários e motocultivadores.

Ideais para o preparo do solo em propriedades, os motocultivadores facilitam o cultivo de diversas culturas, tornando a terra mais produtiva e o trabalho mais leve. Os modelos MH 610 e 710, essencialmente, permitem que os produtores rurais preparem diferentes tipos de solo de forma fácil, versátil e ergonômica. Os modelos possuem motores STIHL EHC, com filtro de ar com foco, principalmente, para áreas de muita poeira. Além disso, para oferecer uma prática ergonômica e confortável ao usuário, a barra de condução é ajustável, lateralmente e verticalmente, e os pneus, de 6" no modelo MH 610 e 8" no MH 710, facilitam o deslocamento entre as áreas. A largura máxima de trabalho pode alcançar até 100 cm, gerando um maior resultado com menor tempo. Outro ponto para aumentar a produtividade é a luz de led, no modelo MH 710, que atua como farol e permite trabalhos noturnos.

As motobombas são indispensáveis para o manejo da água e com o equipamento, o produtor pode irrigar plantações, drenar áreas alagadas ou transferir água de reservatórios para o gado, garantindo recurso hídrico em qualquer situação. A solução acaba sendo

importante em momentos críticos com a estiagem, que nos últimos anos impactou muito o Rio Grande do Sul. A motobomba STIHL WP 300, que possui entrada e saída de 2 polegadas, e a WP 600, que possui entrada e saída de 3 polegadas, são destinadas para médio e alto volumes de bombeamentos. Ambas possuem potência máxima de 4,4 kW e 212 cilindradas. O modelo de entrada possui uma vazão máxima de água de 37 m³/h, vazão máxima de saída de água de 616 l/min, enquanto o intermediário apresenta 63 m³/h e 1.050 l/min, respectivamente.

te. Já a WP 900 é a de maior potência e oferece 5,2 kW e uma entrada e saída de 4 polegadas. Desta forma, é possível alcançar a vazão máxima de 94 m³/h e a vazão máxima de saída de água de 1.567 l/min. As alturas máximas de sucção são entre 6,5 e 7 metros, podendo bombear água a alturas que variam entre 31 e 34 metros dependendo do modelo. Os motores dos três lançamentos são de 4 tempos a gasolina. ■

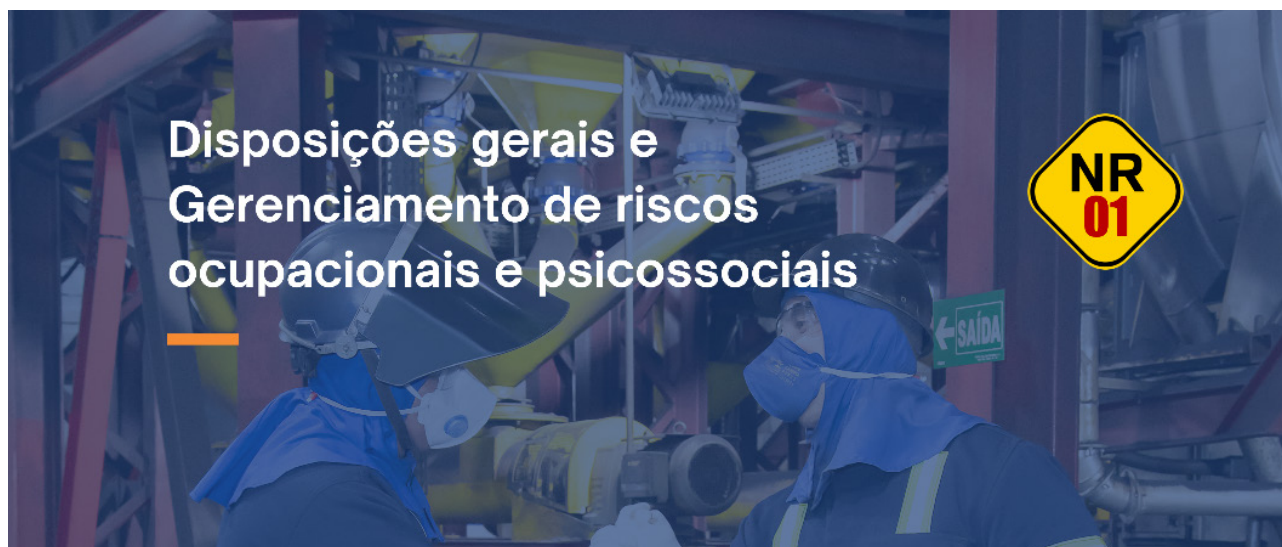
Fonte: STIHL (Assessoria de Comunicação)

Höganäs no Brasil reforça ações de conscientização sobre a NR-01

A Norma Regulamentadora 01 - NR-01 (as NRs são um conjunto de regras e diretrizes obrigatórias no Brasil, criadas pelo Ministério do Trabalho, para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores), que orienta o Gerenciamento de Riscos Ocupacionais no Brasil, ganhou atualizações recentes e ampliou seu escopo.

Além dos riscos físicos e operacionais, a norma passou a contemplar também os riscos psicossociais, fatores relacionados à organização do trabalho, às relações interpessoais e às condições que influenciam o bem-estar e a saúde mental dos trabalhadores.

Com o objetivo de ampliar o entendimento sobre essas mudanças, a Höganäs no Brasil



realizou uma campanha interna de conscientização que incluiu a divulgação de comunicados e a promoção de três palestras voltadas à compreensão dos novos aspectos da norma.

Como próxima etapa desse processo, os colaboradores receberam no e-mail corporativo, um link individual para responder ao questionário referente à NR01. O envio do questionário e o recebimento das respostas foram feitos pela META, empresa de medicina ocupacional terceirizada. O acesso é exclusivo de cada colaborador, não poderá ser compartilhado e será respondido apenas uma única

vez por cada colaborador. As respostas são anônimas, garantindo sigilo e proteção das informações.

A pesquisa acontece de 02 a 13 de fevereiro de 2026 na Höganäs no Brasil.

“Essa iniciativa busca coletar dados que auxiliem na identificação de oportunidades de melhoria e no aprimoramento das ações voltadas à saúde e segurança no trabalho, reforçando o compromisso da Höganäs com um ambiente mais seguro, responsável e saudável para todos”, completa Joana Silva, Diretora de RH na Höganäs no Brasil. ■

Fonte: Site Höganäs

INDÚSTRIA

CNI lança a 11ª Agenda Jurídica da Indústria com 70 processos que tramitam no STF

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) lançou nesta terça-feira (24) a 11ª edição da Agenda Jurídica da Indústria, com 70 ações de interesse do setor industrial que tramitam no Supremo Tribunal Federal (STF). O documento de 2026 tem um acréscimo de 10 novos processos e a exclusão de 18 que faziam parte da agenda do ano passado – que tinha 78 ações.

A maior parte dos processos se refere a temas tributários – 40% do total. Na sequência, aparecem casos trabalhistas (26%), ambientais (13%), administrativos/regulatórios (13%) e de processo civil (8%). Dentre as 70 ações da Agenda Jurídica, 13 são de autoria da CNI.

Em outras 35 a entidade é amicus curiae (parte interessada) e em 22 a CNI atua como observadora por envolver temas de interesse da indústria.

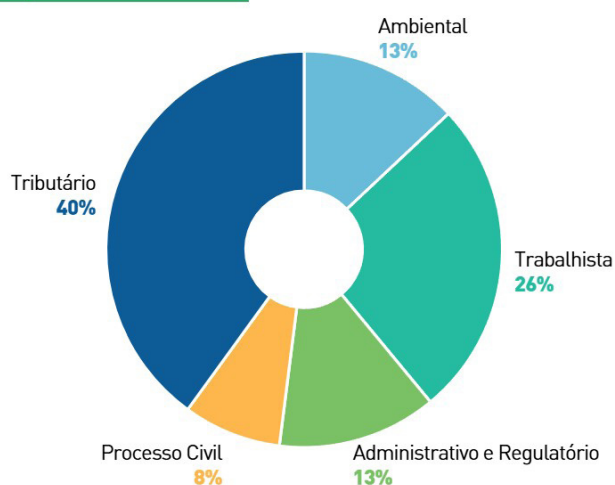
O presidente da CNI, Ricardo Alban, destaca que o papel da indústria de impulsionar o desenvolvimento sustentável do país depende de um pilar incontornável, que é a segurança jurídica. Para ele, a Agenda Jurídica cumpre a importante função de informar a Suprema Corte sobre os processos de maior impacto e relevância para o setor produtivo.

A Agenda da CNI destaca a urgência de pacificação da jurisprudência em temas estruturais, como a nova realidade tributária após

a reforma do sistema de cobrança de impostos no país, além das diversas controvérsias que permeiam as relações de trabalho e o avanço da tecnologia.

“O Poder Judiciário tem um papel insubstituível na garantia do amadurecimento institucional e do crescimento econômico do país”, afirma Alban.

AÇÕES POR TEMA



“A estabilidade das normas e a previsibilidade das decisões judiciais são fundamentais para atrair investimentos, estimular a inovação, diversificar a produção e garantir nossa competitividade global”, acrescenta o presidente da CNI.

NOVOS PROCESSOS

A Agenda de 2026 traz 10 novos processos, entre os quais a ADI 7.920 – na qual a CNI questiona alguns pontos da Lei 15.270/2025, que limita a isenção de imposto de renda na distribuição de dividendos. A legislação estabeleceu alíquota de 10% para valores distribuídos que excedem R\$ 50 mil mensais pagos pela empresa ao seu sócio.

A ADI 7.914 também foi incluída na Agenda Jurídica. Nessa ação, a CNI pede a inconstitucionalidade de dispositivos da Lei Complementar nº 224/2025,

que reduz incentivos fiscais concedidos, onerosamente, mediante contrapartida, às empresas.

Tal cenário causa insegurança jurídica por alterar as regras do jogo para investimentos já planejados ou em execução, com possível violação a direitos adquiridos dos contribuintes e à estabilização de expectativas legítimas de quem investiu e se planejou segundo benefícios fiscais concedidos pela União.

NOVAS AÇÕES INCLUÍDAS NA AGENDA JURÍDICA

CNI como autora

ADI 7.920 (Incentivos fiscais com direito adquirido)

ADI 7.914 (Tributação retroativa de dividendos)

ADPF 1.276 (Súmula Carf 169)

CNI como amicus curiae

ADI 7.839 e ADC 96 (Alterações no IOF)

ADI 7.788 (Restrições à publicidade de alimentos e medicamentos)

ADI 7.587 (Limitação à compensação tributária de coisa julgada)

ADC 98 (Definição da base de cálculo do PIS/Cofins)

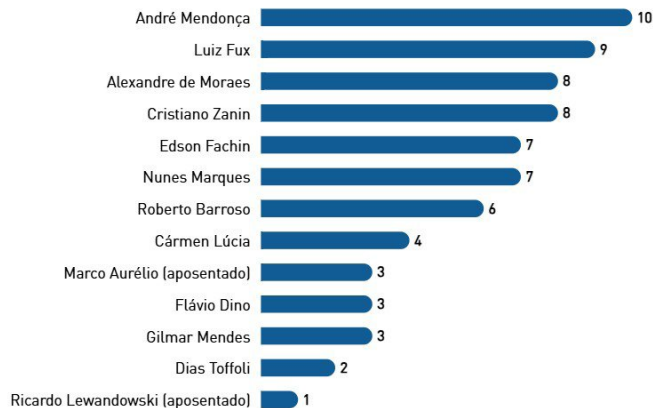
ADPF 1.267 (Avocação de competências pelo Ministro do Trabalho)

ARE 1.532.603 (Pejotização)

PROCESSOS ENCERRADOS

Já entre as 18 ações que saíram desta edição da agenda, o que representa 20% dos processos do documento do

AÇÕES POR RELATOR



ano passado, estão processos como as ADIs 7.765 (dever de informar sobre benefícios fiscais) e 5.635 (Fundo Orçamentário Temporário no Rio de Janeiro). Todas essas ações levaram, em média, 5 anos e 8 meses para serem encerradas – desde o protocolo, passando pelo julgamento até o término do processo.

O diretor Jurídico da CNI, Alexandre Vitorino, ob-

serva que a instituição atuou nos momentos mais desafiadores da pauta do Supremo em 2025, orientando e apoiando as indústrias e a sociedade de modo geral. “Constitucionalmente legitimada a atuar em ações de controle abstrato de constitucionalidade, a CNI colaborou com argumentos do setor, na busca por resultados positivos para a indústria nacional”, destaca Vitorino.

“Em sua 11ª edição, a Agenda Jurídica da Indústria - STF consolida-se como eficiente produto de comunicação da indústria brasileira. Além de indicar aos ministros do Supremo as ações de relevante interesse do setor secundário da economia, confere transparência ao trabalho desenvolvido pela CNI e deste presta contas à base industrial e à sociedade em geral”, pontua o diretor jurídico da CNI. ■

Fonte: Agência de Notícias da Indústria

ANFAVEA: Emplacamentos de veículos se destacam em janeiro, mesmo com recuo na produção e nas exportações

O setor começou 2026 com desempenho estável no mercado interno, sustentado pelos emplacamentos de automóveis e comerciais leves. Em janeiro, foram licenciados 170,5 mil veículos no país, volume praticamente estável (-0,4%) em relação ao mesmo mês de 2025, mesmo com um dia útil a menos no calendário. Os automóveis, segmento de maior volume, registraram crescimento de 1,4% na comparação anual,

enquanto os comerciais leves avançaram 3%, contribuindo para a manutenção dos volumes do mercado no início do ano.

Entre os veículos pesados, os emplacamentos apresentaram retração em janeiro. As vendas de ônibus recuaram 33,9% e as de caminhões, 31,5%. Apesar do resultado, o setor acompanha com otimismo a implementação do programa Move Brasil. Em um mês de lançamento do programa, o BNDES aprovou R\$

1,3 bilhão em financiamentos para renovação de frota, resultado que deve se refletir gradu-

almente nos emplacements de caminhões ao longo dos próximos meses.



Autoveículos - Vehicles / Vehículos

► Emplacamento

Vehicle registration / Matriculación de vehículos

Unidades
Units / Unidades

JAN 26 - JAN 26/ENE 26	170,5 mil Thousand/Mil
DEZ 25 - DEC 25/DIC 25	279,4 mil Thousand/Mil
JAN 26/DEZ 25 JAN 26/DEC 25 - ENE 26/DIC 25	-39,0 %
JAN 25 - JAN 25/JAN 25	171,2 mil Thousand/Mil
JAN 26/JAN 25 JAN 26/JAN 25 - ENE 26/ENE 25	-0,4 %

► Exportação

Export / Exportaciones

Unidades
Units / Unidades

JAN 26 - JAN 26/ENE 26	25,9 mil Thousand/Mil
DEZ 25 - DEC 25/DIC 25	18,7 mil Thousand/Mil
JAN 26/DEZ 25 JAN 26/DEC 25 - ENE 26/DIC 25	38,3 %
JAN 25 - JAN 25/JAN 25	31,7 mil Thousand/Mil
JAN 26/JAN 25 JAN 26/JAN 25 - ENE 26/ENE 25	-18,3 %

► Produção

Production / Producción

Unidades
Units / Unidades

JAN 26 - JAN 26/ENE 26	159,6 mil Thousand/Mil
DEZ 25 - DEC 25/DIC 25	184,5 mil Thousand/Mil
JAN 26/DEZ 25 JAN 26/DEC 25 - ENE 26/DIC 25	-13,5 %
JAN 25 - JAN 25/JAN 25	181,4 mil Thousand/Mil
JAN 26/JAN 25 JAN 26/JAN 25 - ENE 26/ENE 25	-12,0 %



Automóveis - Passenger Cars / Automóviles

► Emplacamento

Vehicle registration / Matriculación de vehículos

Unidades
Units / Unidades

JAN 26 - JAN 26/ENE 26	125,2 mil Thousand/Mil
DEZ 25 - DEC 25/DIC 25	210,8 mil Thousand/Mil
JAN 26/DEZ 25 JAN 26/DEC 25 - ENE 26/DIC 25	-40,6 %
JAN 25 - JAN 25/JAN 25	123,4 mil Thousand/Mil
JAN 26/JAN 25 JAN 26/JAN 25 - ENE 26/ENE 25	1,4 %

Fonte: Renavam/Denatran

► Exportação

Export / Exportaciones

Unidades
Units / Unidades

JAN 26 - JAN 26/ENE 26	19,8 mil Thousand/Mil
DEZ 25 - DEC 25/DIC 25	13,0 mil Thousand/Mil
JAN 26/DEZ 25 JAN 26/DEC 25 - ENE 26/DIC 25	51,9 %
JAN 25 - JAN 25/JAN 25	22,9 mil Thousand/Mil
JAN 26/JAN 25	-13,6 %

► Produção

Production / Producción

Unidades
Units / Unidades

JAN 26 - JAN 26/ENE 26	120,5 mil Thousand/Mil
DEZ 25 - DEC 25/DIC 25	139,9 mil Thousand/Mil
JAN 26/DEZ 25 JAN 26/DEC 25 - ENE 26/DIC 25	-13,9 %
JAN 25 - JAN 25/JAN 25	140,8 mil Thousand/Mil
JAN 26/JAN 25 JAN 26/JAN 25 - ENE 26/ENE 25	-14,4 %

Os veículos eletrificados responderam por 16,8% dos emplacamentos em janeiro, o maior percentual da série histórica. Desse total, 35% correspondem a veículos híbridos produzidos no Brasil, também um recorde de participação. “Esse resultado reforça a importância da produção local no processo de transição tecnológica e indica uma trajetória de crescimento ao longo de 2026”, afirmou o presidente da Anfavea, Igor Calvet.

O desempenho dos automóveis de entrada inscritos no programa Carro Sustentável também contribuiu para o resultado do mercado interno. Desde o início da iniciativa, foram comercializadas 282 mil unidades desses modelos, volume 22,8% superior ao registrado no período anterior à isenção de IPI. O programa segue até o fim deste ano.

No mercado externo, as exportações de automóveis registraram queda de 18,3% em relação a janeiro de 2025, influenciadas principalmente pela

retração de 5% nos embarques para a Argentina. “A Argentina teve papel importante no desempenho da nossa produção no ano passado. Vamos monitorar a evolução desse mercado e atuar para preservar as cadeias produtivas integradas entre os dois países”, afirmou o presidente da Anfavea.

Com a combinação de um mercado interno estável e menor volume de exportações, a produção de autoveículos totalizou 159,6 mil unidades em janeiro, queda de 12% na comparação com o mesmo mês do ano anterior. Vale destacar, no entanto, que janeiro de 2025 registrou um volume de produção atipicamente elevado para o período, o maior dos últimos seis anos, o que ampliou a base de comparação. ■

Fonte: ANFAVEA

COMÉRCIO EXTERIOR

Alckmin: decisão da Suprema Corte dos EUA é muito importante para aumentar parceria comercial

O presidente em exercício e ministro do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), Geraldo Alckmin, comentou nesta sexta-feira (20/02) a decisão da Suprema Corte dos Estados Unidos de declarar ilegais as tarifas impostas pelo presidente Donald Trump com base na Lei de Poderes Econômicos de Emergência Internacional (IEEPA).

Para Alckmin, a decisão da Suprema Corte foi muito importante para o Brasil. “Os Estados Unidos são o terceiro comprador do nosso país, e é o primeiro maior comprador de manufaturados, de produtos de valor agregado mais alto. Então, com isso a gente pode aumentar bastante a parceria comercial com os Estados Unidos, aumentar as trocas comerciais e a complementariedade econômi-



ca”, disse o presidente em exercício em entrevista à imprensa.

O presidente em exercício ressaltou que o tarifaço já estava sendo reduzido “fruto das conversas do presidente Lula com o presidente Trump, e da participação da iniciativa privada”. As tarifas adicionais de 10% e de 40% chegaram a onerar 37% das exportações brasileiras para os Estados Unidos. E atualmente, esse patamar estava em 22%. Entre os itens nacionais mais afetados estão café solúvel, máquinas, motores, madeira, calçados.

Alckmin destacou ainda que as negociações com o governo dos Estados Unidos vão continuar e devem crescer ainda mais. “A disposição do Brasil sempre foi do diálogo. As conversas estavam ocorrendo, e continuarão: diálogo e negociação. Essa é a orientação do presidente Lula e o Brasil caminhou bem nesse período, e entendo que nós vamos poder avançar ainda mais”, disse.

O ministro ressaltou que o comércio exterior é fundamental para o crescimento do Brasil. “O diálogo continua e acho que abriu uma avenida ainda maior para a gente poder ter um comércio exterior mais pujante, o que significa emprego e renda”, pontuou o ministro. ■

Fonte: MDIC

E-BOOKS



A vitrine da fundição
brasileira. Acesse.
Divulgue. Participe.





METALÚRGICA RIOSULENSE

Da fundação em 1946 ao mercado global: em 2026, o aniversário de 80 anos da RIO

Em 2026, a RIO celebra 80 anos de uma trajetória marcada por pioneirismo, solidez e capacidade de reinvenção. Das origens como Metalúrgica Riosulense, fundada em 1946 no município catarinense de Rio do Sul, à consolidação como referência na fabricação de componentes automotivos de alta precisão com atuação global, a empresa construiu uma história profundamente ligada ao desenvolvimento industrial brasileiro.

Ao longo dessas oito décadas, a RIO acompanhou transformações tecnológicas, ampliou mercados, conquistou certificações internacionais e diversificou sua atuação, sem abrir mão dos valores que orientaram sua fundação.

Na entrevista a seguir, o atual CEO da RIO, **Ornelio Guilmar Kleber**, reflete sobre os marcos mais decisivos dessa caminhada, os desafios recentes impostos por um setor em rápida transformação e as estratégias que posicionam a companhia para o futuro.

Suas respostas revelam não apenas os bastidores de uma empresa que chega aos 80 anos renovada, mas também a visão de longo prazo que sustenta sua busca contínua por inovação, competitividade e crescimento sustentável nas próximas décadas.

PODEM NOS CONTAR UM POUCO SOBRE COMO A METALÚRGICA RIOSULENSE FOI CRIADA LÁ EM 1946 E COMO ESSA HISTÓRIA DEU ORIGEM À RIO QUE CONHECEMOS HOJE? COMO A MISSÃO ATUAL DA EMPRESA REFLETE ESSES VALORES FUNDADORES?

Fundada em 1946, em Rio do Sul (SC), a Metalúrgica Riosulense iniciou suas atividades como prestadora de serviços de mecânica básica para indústrias madeireiras e de fécula de batata. Em um período de transformação econômica no país, o Sr. João Stramosk conduziu a empresa com coragem, simplicidade e dedicação, construindo as bases de uma trajetória sólida.

Desde o início, a ética e o respeito às pessoas sustentaram o crescimento da organização. Com o passar das décadas, a empresa evoluiu, investiu em processos e tecnologia e consolidou-se como referência na fabricação de componentes automotivos de alta precisão, atendendo mercados no Brasil e no exterior.

A RIO de hoje honra esse legado, mantendo vivos os valores do eterno líder, João Stramosk, enquanto avança com inovação, responsabilidade e visão global, preparada para os desafios do futuro.

AO LONGO DAS DÉCADAS, A RIO PASSOU POR MUITOS MARCOS, ENTRANDO NO MERCADO AUTOMOTIVO, CONQUISTANDO CERTIFICAÇÕES INTERNACIONAIS E REPO-

SICIONANDO A MARCA. QUAL ETAPA DESSA TRAJETÓRIA A EMPRESA CONSIDERA MAIS TRANSFORMADORA E POR QUÊ?

Ao longo das décadas, a RIO passou por etapas decisivas em sua trajetória. A entrada no mercado automotivo, em 1956, marcou a primeira grande transformação, direcionando a empresa para um setor mais tecnológico e exigente.

Em 1994, o início do fornecimento para montadoras elevou ainda mais o nível da organização, exigindo padrões internacionais de qualidade, certificações e excelência em processos. Já em 2011, a entrada no segmento ferroviário ampliou a diversificação e reforçou a capacidade técnica da empresa.

Entre esses marcos, o fornecimento para montadoras pode ser considerado o mais transformador, pois consolidou a RIO em um novo patamar de competitividade, governança e reconhecimento no mercado, abrindo caminho para sua atuação global.



Na foto acima, o Sr. João Stramosk: "em um período de transformação econômica no país, ele conduziu a empresa com coragem, simplicidade e dedicação, construindo as bases de uma trajetória sólida".

QUAIS TÊM SIDO OS PRINCIPAIS DESAFIOS TECNOLÓGICOS E DE MERCADO QUE A RIO ENFRENTOU RECENTEMENTE, E QUE INOVAÇÕES OU ESTRATÉGIAS VOCÊS DESTACARIAM COMO RESPOSTAS A ESSES DESAFIOS?

Nos últimos anos, a RIO tem enfrentado desafios importantes tanto no campo tecnológico quanto no mercado. A crescente exigência por qualidade, rastreabilidade e conformidade com normas internacionais, aliada à forte competitividade global e às oscilações econômicas, exigiu ainda mais eficiência, agilidade e inovação.

Além disso, a transformação digital e a evolução dos motores e sistemas automotivos, cada vez mais tecnológicos e sustentáveis, demandaram investimentos constantes em modernização de processos, automação e desenvolvimento de novos produtos.

Como resposta, a RIO tem reforçado sua estratégia de inovação contínua, investindo em

tecnologia de fundição e usinagem de alta precisão, melhoria de processos, qualificação de pessoas e ampliação de portfólio. Também tem fortalecido sua atuação internacional e sua cultura de excelência, mantendo foco em qualidade, confiabilidade e relacionamento próximo com clientes.

Essas iniciativas garantem que a empresa permaneça competitiva, preparada para as novas demandas do setor e alinhada às tendências globais da indústria automotiva.

EM 2026, A EMPRESA COMPLETA SEUS 80 ANOS DE EXISTÊNCIA. NESSE SENTIDO, OLHANDO PARA O FUTURO, QUAIS SERIAM AS GRANDES PRIORIDADES OU METAS DA RIO, EM TERMOS DE EXPANSÃO, SUSTENTABILIDADE OU DESENVOLVIMENTO DE NOVAS SOLUÇÕES PARA A INDÚSTRIA?

Os próximos investimentos estarão voltados à tecnologia e à inovação, por meio de





parcerias estratégicas e da aquisição de maquinários de última geração. A empresa também prevê a ampliação do parque fabril, atualmente com 32.000 m² de área construída em um terreno de 1 milhão de m², fortalecendo sua capacidade produtiva com responsabilidade e visão de longo prazo. Os investimentos serão aplicados de forma criteriosa, priorizando projetos com payback de curto prazo e alto impacto operacional.

A RIO segue sustentada por um tripé estratégico: crescimento sustentável, eficiência operacional e saúde financeira. Essa base está diretamente ligada a planejamento estruturado e a uma gestão cada vez mais orientada a dados, garantindo decisões assertivas e competitividade no mercado.

Além disso, a empresa continuará avançando em suas práticas sustentáveis, reafirmando o compromisso com responsabilidade ambiental, social e governança, preparando-se para as novas demandas da indústria e para as próximas décadas de história. ■



FUNDIÇÃO ROQUE

Tradição e tecnologia na fundição de aços especiais

Desde 1990, em Limeira (SP), a Roque Fundição tem se consolidado como referência no segmento de fundição de metais ferrosos e usinagem de precisão. Fundada sob a visão empreendedora de Maurício Cheque Roque, a empresa se destacou no cenário industrial brasileiro por aliar tradição e constante inovação tecnológica, sempre com foco em qualidade, eficácia e atendimento às necessidades específicas de seus clientes.

ATUAÇÃO E TRAJETÓRIA NO SETOR

A trajetória da Roque Fundição começou com a fundição de peças em ferro cinzento e nodular, estabelecendo um padrão de excelência já nos primeiros anos de operação. Com o crescimento e a evolução tecnológica, a empresa expandiu, em 2003,

sua atuação para incluir a fundição de aços em geral — um passo importante que ampliou significativamente sua atuação em setores industriais exigentes. Em 2008, a Roque Fundição conquistou a homologação para fornecimento de aços fundidos destinados a válvulas industriais, reforçando sua capacidade técnica e aderência a normas rigorosas de qualidade e segurança.

A partir de 2010, a empresa apostou na integração de uma área de usinagem com tecnologia CNC de ponta, permitindo a fabricação de peças totalmente acabadas com alto grau de precisão. Mais recentemente, em 2021, a





Roque Fundição iniciou a construção de uma nova unidade automatizada de moldagem, fusão e desmoldagem — um marco que elevou ainda mais sua capacidade produtiva e consolidou sua postura de vanguarda tecnológica.

PRODUTOS E PROCESSOS INDUSTRIAIS

A Roque Fundição oferece uma ampla gama de produtos de fundição de aço de alta performance para diversos setores industriais. Seu portfólio inclui componentes para: válvulas industriais, projetadas para operações de alta pressão e temperatura; mineração, com peças resistentes ao desgaste para britadores, escavadeiras e transportadores; setor ferroviário, com componentes estruturais que atendem às exigências de durabilidade; linhas agrícolas, para tratores e implementos robustos e confiáveis; além de peças personalizadas para equipamentos em geral, adaptadas às especificações dos clientes.

Todos os produtos são fabricados com tecnologia avançada e sob rígidos critérios de qualidade, garantindo desempenho, resistência e confiabilidade em aplicações industriais severas.

COMPROMISSO COM QUALIDADE E SUSTENTABILIDADE

A qualidade é centro da cultura organizacional da Roque Fundição. A empresa é certificada pela ISO 9001:2015, o que reflete seu compromisso em atender padrões internacionais de gestão e controle da qualidade, desde a seleção da matéria-prima até a entrega do produto final.



Além disso, a fundição pratica um sistema de controle rigoroso que envolve inspeções e testes contínuos, assegurando que cada peça supere as expectativas de desempenho e durabilidade. A busca pela melhoria contínua e a adoção de tecnologias modernas fazem parte da estratégia da empresa para antecipar demandas e se adaptar às necessidades do mercado global.

Com mais de três décadas de atuação, a Roque Fundição construiu uma reputação sólida no setor metalúrgico brasileiro. A combinação de tradição, inovação, produtos diversificados e um sistema de qualidade robusto garante à empresa uma posição de destaque no mercado — uma parceira industrial capaz de entregar soluções confiáveis, resistentes e sob medida para os desafios dos seus clientes. ■

A LUTA PELA SOBREVIVÊNCIA

Edição de abril de 1983 da RFMP trazia ao centro do debate a questão do controle de qualidade na produção de peças



Capa da RFMP em março de 1983.

Investir ou não em qualidade, bem no meio da maior crise de mercado que já se viu, poderia ser questionável. Os pedidos andam escassos, os clientes têm nas mãos a arma do preço baixo e a hipótese de aplicar recursos, quaisquer que sejam - humanos ou financeiros -, na melhoria da qualidade chega aparecer uma estratégia temerária". É assim

que começa a reportagem especial da edição de abril de 83 da Revista Fundição e Matérias-Primas, intitulada "A luta pela sobrevivência".

Na reportagem, a revista havia consultado seis especialistas sobre o assunto, de diferentes empresas do setor, além de um representante da indústria de equipamentos especializados e o presidente do Inmetro, Walter Santos. À ocasião da entrevista, Santos alegava: "um dos objetivos do Inmetro é disciplinar, do ponto de vista qualitativo, a produção e comercialização dos manufaturados entregues ao consumidor nacional, inclusive aqueles importados em solo brasileiro com relevância emergente no cenário metalúrgico mundial, o que exigia um plano racional de exploração e produção para o aproveitamento seguro do potencial nacional".

Com efeito, a discussão sobre a inserção dos parâmetros de qualidade, naquele contexto, parecia estar surgindo como um aspecto delimitador na conquista por novos mercados e clientes. Com o aperto das condições de concorrência no mercado, a qualidade do produto passava a ser um pré-requisito in-



"A produtividade japonesa funcionaria aqui?", é o que questionava um artigo de Robert E. Cope sobre a adoção da filosofia de trabalho do Japão em fundições ocidentais. A edição de abril de 1983 da RFMP trazia na íntegra a tradução do texto original.

dispensável para a sobrevivência de qualquer fornecedor industrial. Nesse sentido, a reportagem destacava que, se naquele contexto, os clientes brasileiros já se achavam em condições de exigir um produto mais perfeito, a situação se agravava ainda mais diante do momento que a indústria brasileira vivenciava. Isso porque, naquele começo dos anos 80, o Brasil estava entrando firma na disputa pelo mercado internacional e, nas palavras da reportagem, "essa briga não admite vacilação quanto ao item qualidade".

O APERTO NO CINTO DE UNS E OUTROS

O editorial da edição discutia, por sua vez, a tendência da indústria fundidora para aquele ano: os dados do primeiros três meses de 1983 indicavam que "o setor continua definhando, sem sinal de quando começará sua reabilitação". O texto destava que havia uma falta de sensibilidade oficial para implementar mudanças capazes de "reacender a chama do crescimento", a fim de gerar mais empregos e aproveitar o potencial do consumo interno dentro do próprio Brasil.

Outros destaques da edição, presentes na seção "Notícias", davam conta da nova diretoria do Sindipeças que tomava posse naquele mês; comentavam o III Encontro de Trata-

mento de Superfícies, organizado pela ABTG - Associação Brasileira de Tecnologia Galvânica e Tratamento de Superfícies do Estado de São Paulo.

A PRODUTIVIDADE JAPONESA FUNCIONARIA AQUI?

Ao final da edição, um artigo bastante curioso: assinado por Robert E. Cope, diretora fundição Dilesco Corporation, localizada em Muskegon, no estado do Michigan, nos Estados Unidos, refletia sobre sua empresa - uma fundição norte-americana - havia adotado a filosofia de trabalho do Japão, em que constavam (e ainda constam) um enorme comprometimento com a qualidade, um respeito total pelos trabalhadores e um planejamento sempre aplicado a longo prazo. "Os nossos horizontes mudaram. O que costumávamos considera como 100 por cento da capacidade de nossos empregados e fornecedores, hoje estimamos em 50 por cento. Ninguém é obrigado a implantar um programa desta natureza, pois a sua aplicação é muito dispendiosa, difícil e problemática. Mas, se decidir fazê-lo, no fim do caminho a recompensa se traduzirá em vantagem competitiva, aumento de qualidade e redução de custos", afirmava Cope, em suas palavras finais. ■

FUNDIÇÃO

& matérias-primas

E-BOOK

FUSÃO & VAZAMENTO

2026



ABIFA
Associação
Brasileira
de Fundição

E-BOOK FUSÃO & VAZAMENTO 2026

O **E-book ABIFA de Insumos & Matérias-primas** para fundição reúne 18 empresas, que responderam os questionários eletrônicos enviados à base de dados da entidade entre dezembro de 2025 e janeiro de 2026.

As respostas estão tabuladas na forma de tabelas, respeitando a seguinte legenda: **P (Produtor); D (Distribuidor); R (Revendedor) e RP (Representante)**.

Algumas empresas optaram pela publicação também das suas logomarcas, em cujo clique é direcionado aos respectivos sites. Os dados de contato das empresas participantes estão publicados a partir da página **53**.

ANTECADINHO

Empresa	Tipo de fornecimento
Jphe Solutions	P

AQUECEDOR DE PANEAS

Empresa	Tipo de fornecimento
Jphe Solutions	P
Metalúrgica Eldorado	P
Inductotherm Group	P
Sauder Equipamentos Industriais	P
Gas Service Industrial	P
Insertec Fornos E Refratários	P

BOBINA DE INDUÇÃO

Empresa	Tipo de fornecimento
Síderos	R
Inductotherm Group	P
Gobr/abp	P, R

CABO ELÉTRICO PARA FORNOS

Empresa	Tipo de fornecimento
Síderos	R
Inductotherm Group	P
Gobr/abp	P, R
Insertec Fornos E Refratários	R

CADINHO

Empresa	Tipo de fornecimento
Jphe Solutions	P
Inductotherm Group	R

CONCHA REFRACTÁRIAS PARA ROBÔS

Empresa	Tipo de fornecimento
Pyrotek Tecnologia	P
Insertec Fornos E Refratários	P

CARREGAMENTO DE FORNOS - SISTEMA

Empresa	Tipo de fornecimento
Síderos	R
Kuttner Do Brasil	P
Jphe Solutions	P
Metalúrgica Eldorado	P
Inductotherm Group	P
Sauder Equipamentos Industriais	P
Insertec Fornos E Refratários	P

DISPOSITIVO BASCULANTE PARA PANEAS

Empresa	Tipo de fornecimento
Kuttner Do Brasil	P
Jphe Solutions	P
Metalúrgica Eldorado	P
Sauder Equipamentos Industriais	P
Pyrotek Tecnologia	P
Insertec Fornos E Refratários	P

CONCHA DE VAZAMENTO

Empresa	Tipo de fornecimento
Italterm Sistemas E Controles Industriais	P
Metalúrgica Eldorado	P
Pyrotek Tecnologia	P
Insertec Fornos E Refratários	P

ELETROÍMÃ

Empresa	Tipo de fornecimento
Jphe Solutions	P

ELEVADOR DE CANECA

Empresa	Tipo de fornecimento
Kuttner Do Brasil	P
Eco Sand	P
Jphe Solutions	P
Metalúrgica Eldorado	P



sinto

SINTO PRESSENCE MÁQUINAS LIMITADA

New Harmony >> New Solutions™

Sistema de Vazamento Automático

ECONO-POUR



A mais recente tecnologia em vazamento automatizado



FVNX

- Vazamento sincronizado com o movimento da linha de moldagem
- Sistema de “eixo Z” para ajuste de altura em caso de linhas sem caixas
- Sistema de controle de fluxo de vazamento “Teaching System”
- Sistema de controle da parada de vazamento “Weighing System”, com células de carga
- Pirometria e inoculação diretamente no jato de metal líquido, máximo controle
- Digitalização: Rastreabilidade com registro e monitoramento de vários parâmetros de produção

SINTO PRESSENCE MÁQUINAS LIMITADA
SINTOKOGIO GROUP

Tel +55 47 3027 9565

www.sintopressence.com.br



contato@sintopressence.com.br

ESCUMADEIRA

Empresa	Tipo de fornecimento
Metalúrgica Eldorado	P

EXTRATOR DE REVESTIMENTO REFRATÁRIO DE FORNOS

Empresa	Tipo de fornecimento
Síderos	R
Jphe Solutions	P
Inductotherm Group	P

FORMA PERDIDA PARA FORNOS A INDUÇÃO

Empresa	Tipo de fornecimento
Síderos	R
Jphe Solutions	P
Metalúrgica Eldorado	P
Gobr/abp	P

FORNO A GÁS

Empresa	Tipo de fornecimento
Sauder Equipamentos Industriais	P
Gas Service Industrial	P
Insertec Fornos E Refratários	P

FORNO A VÁCUO

Empresa	Tipo de fornecimento
Inductotherm Group	P
Sauder Equipamentos Industriais	P
Insertec Fornos E Refratários	P

FORNO CUBILÔ

Empresa	Tipo de fornecimento
Kuttner Do Brasil	P

FORNO ELÉTRICO A ARCO (DIRETO E INDIRETO)

Empresa	Tipo de fornecimento
Síderos	R

FORNO ELÉTRICO A INDUÇÃO (A CADINHO E A CANAL COM INDUTOR)

Empresa	Tipo de fornecimento
Síderos	R
Inductotherm Group	P
Gobr/abp	P

FORNO ELÉTRICO A RESISTÊNCIA

Empresa	Tipo de fornecimento
Sauder Equipamentos Industriais	P

Gas Service Industrial	P
Insertec Fornos E Refratários	P
Analogica Instrumentação E Controle	P

Insertec Fornos E Refratários	P
-------------------------------	---

FORNO ROTATIVO DE OXICOMBUSTÍVEL	
Empresa	Tipo de fornecimento
Sauder Equipamentos Industriais	P
Gas Service Industrial	P

FORNO VAZADOR	
Empresa	Tipo de fornecimento
Síderos	R
Jphe Solutions	P
Inductotherm Group	P
Gobr/abp	P

Autossuficiência que garante o seu fornecimento.

Controle que garante o seu resultado.

O ferro-gusa da Siderúrgica Alterosa é produzido com 100% de carvão vegetal próprio, originado exclusivamente de florestas plantadas. Essa autossuficiência garante controle total sobre a matéria-prima, eliminando riscos socioambientais associados a desmatamento ilegal e assegurando um processo ético e tecnologicamente avançado. Para o seu processo produtivo, isso se traduz em previsibilidade, fortalecimento dos indicadores ESG e estabilidade contínua de fornecimento.

Procedência
Mais de 27 mil ha de florestas plantadas próprias.



Processo
Processo certificado ISO 14001 desde 2019.



Fornecimento
Controle total da cadeia, do plantio à entrega.



Compromisso Ambiental
Mais de 14 mil ha de Reserva Legal e Preservação Permanente.



Não é apenas gusa. É segurança de fornecimento.

Autossuficiência florestal com rastreabilidade, governança e responsabilidade socioambiental.



INDUTOR PARA FORNOS A CANAL

Empresa	Tipo de fornecimento
Inductotherm Group	P
Gobr/abp	P

INOCULAÇÃO NO JATO - EQUIPAMENTO

Empresa	Tipo de fornecimento
Jphe Solutions	P
Gobr/abp	R

LEVANTADOR DE PAINELA

Empresa	Tipo de fornecimento
Kuttner Do Brasil	P
Jphe Solutions	P
Metalúrgica Eldorado	P
Insertec Fornos E Refratários	P

LINGOTAMENTO CONTÍNUO - EQUIPAMENTO

Empresa	Tipo de fornecimento
Jphe Solutions	P

PAINELA DE VAZAMENTO/TRANSPORTE

Empresa	Tipo de fornecimento
Síderos	R
Eco Sand	R
Jphe Solutions	P
Metalúrgica Eldorado	P
Inductotherm Group	R
Pyrotek Tecnologia	P
Insertec Fornos E Refratários	P

PIRÔMETRO DE IMERSÃO

Empresa	Tipo de fornecimento
Italterm Sistemas E Controles Industriais	P
Pyrotek Tecnologia	P

PIRÔMETRO POR INFRAVERMELHO

Empresa	Tipo de fornecimento
Analogica Instrumentação E Controle	D

QUEIMADOR A GÁS

Empresa	Tipo de fornecimento
Sauder Equipamentos Industriais	P
Gas Service Industrial	P

Insertec Fornos E Refratários	R
-------------------------------	---

REATOR PARA FORNOS	
Empresa	Tipo de fornecimento
Inductotherm Group	P
Gobr/abp	R

RESISTÊNCIA ELÉTRICA PARA FORNOS	
Empresa	Tipo de fornecimento
Sauder Equipamentos Industriais	P
Insertec Fornos E Refratários	R
Analogica Instrumentação E Controle	R

SENSOR DESCARTÁVEIS TIPO K	
Empresa	Tipo de fornecimento
Italterm Sistemas E Controles Industriais	P
Pyrotek Tecnologia	P
Insertec Fornos E Refratários	R

SENSOR DESCARTÁVEL DE TEMPERATURA PARA METAL LÍQUIDO

Empresa	Tipo de fornecimento
Italterm Sistemas E Controles Industriais	P
Insertec Fornos E Refratários	R

SINOS (PARA MISTURAR E AFUNDAR OS FLUXOS NOS BANHOS)

Empresa	Tipo de fornecimento
Pyrotek Tecnologia	P

TORRE DE RESFRIAMENTO

Empresa	Tipo de fornecimento
Inductotherm Group	R

TRANSFORMADORES ELÉTRICOS PARA FORNOS

Empresa	Tipo de fornecimento
Inductotherm Group	R
Insertec Fornos E Refratários	R

VAZAMENTO AUTOMÁTICO – SISTEMA	
Empresa	Tipo de fornecimento
Síderos	R
Jphe Solutions	P
Gobr/abp	P

EMPRESA	TIPO DE FORNECIMENTO
Síderos	Reforma e manutenção de sistemas de fusão, Reforma e manutenção de sistemas de vazamento
Jphe Solutions	Consultoria em conservação de energia / eficiência energética, Reforma e manutenção de sistemas de fusão, Reforma e manutenção de sistemas de vazamento
Metalúrgica Eldorado	Reforma e manutenção de sistemas de vazamento
Inductotherm Group	Reforma e manutenção de sistemas de fusão
Sauder Equipamentos Industriais	Reforma e manutenção de sistemas de fusão

Pyrotek Tecnologia	Consultoria em conservação de energia / eficiência energética, Reforma e manutenção de sistemas de fusão, Reforma e manutenção de sistemas de vazamento
Gobr/abp	Consultoria em conservação de energia / eficiência energética, Reforma e manutenção de sistemas de fusão, Reforma e manutenção de sistemas de vazamento
Gas Service Industrial	Consultoria em conservação de energia / eficiência energética, Reforma e manutenção de sistemas de vazamento
Insertec Fornos E Refratários	Consultoria em conservação de energia / eficiência energética, Reforma e manutenção de sistemas de fusão, Reforma e manutenção de sistemas de vazamento

DADOS DE CONTATO

SÍDEROS CONSULTORIA E REPRESENTAÇÕES

Rua Estevão Baião, 855
São Paulo
SP
04624 002
11983430830
www.sideros.cpm.br

KUTTNER DO BRASIL

Rua Santiago Ballesteros, 610
Contagem
Minas Gerais
32010 050
31 33997233
www.kuttner.com.br

ECO SAND SISTEMAS E EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

Estrada Municipal Albano Bacega, STZ 152,
Número 274
Sertãozinho
SP
14173-020
(16) 99239 5287
www.ecosand.com.br

JPHE SOLUTIONS

Rua João Covolan Filho, 385
Santa Bárbara D'Oeste
SP
13456-134
19-99647-3346
JPHE.COM.BR

ITALTERM SISTEMAS E CONTROLES INDUSTRIAIS LTDA

Avenida Oswaldo Pires de Camargo, 70
Votorantim
São Paulo
18117803
1531994253
www.italterm.com

METALÚRGICA ELDORADO

Rua Graciosa, 1501 bairro Guanabara
Joinville
Santa Catarina
89207-101
(47) 9.9203-8580
www.eldorado.ind.br

INDUCTOTHERM GROUP BRASIL

Rua Hermínio de Mello, 526
Indaiatuba
São Paulo
13347-330
19 38856800
<https://inductothermgroup.com/pt-br/companies/inductotherm-group-brasil/>

SAUDER EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

Rua Plínio Schmidt, 200 Val Flo
Embu Guaçu
SP
06906-150
1146629910
www.saudr.com.br

PYROTEK TECNOLOGIA LTDA.

Rua Antônio Ovídio Rodrigues, 913
Jundiaí
São Paulo
13213-180
11 96408-2263
<https://www.pyrotek.com>

GOBR/ABP

Rua Dr Humberto Pinheiro Vieira, 141A
Joinville
Santa Catarina
89219570
11983382909
www.gobrsolutions.com

GAS SERVICE INDUSTRIAL

Rua 03 de Outubro, 217 -Bairro Rio Branco
Canoas
Rio Grande do Sul
92200-230
51-3051-6191
www.gasserviceindustrial.com.br

INSERTEC FORNOS E REFRATÁRIOS

Rua Tambau, 280
Piracicaba
São Paulo
13413-013
19999175648
www.insertec.biz

**ANALOGICA INSTRUMENTAÇÃO E CON-
TROLE**

Rua Junquilhos, 78, Nova Suissa
Belo Horizonte
Minas Gerais
30421-010
3133712025
www.analogica.com.br

**ITALTERM SISTEMAS E CONTROLES
INDUSTRIAIS**

Estrada Oswaldo Pires de Camargo, 70
Votorantim
São Paulo
18117-803
15 31994253
www.italterm.com

ALGUMAS OBSERVAÇÕES RELATIVAS A PROCESSOS DE NODULIZAÇÃO DE FERROS FUNDIDOS

Apresenta-se uma revisão referente aos processos de nodulização de ferros fundidos que são mais utilizados industrialmente. São citados os elementos químicos que podem promover a formação e o crescimento de nódulos de grafita durante a solidificação desses materiais, destacando-se os mais empregados – magnésio, cério e outras terras raras e cálcio, na forma metálica, de ligas, ou ainda de produtos ou compostos.

Os elementos nodulizantes evidenciam algumas características específicas que são destacadas. Examinam-se os efeitos do enxofre e do oxigênio dissolvidos no ferro base para a produção de componentes e a influência de elementos deletérios.

São também relacionadas as variáveis que influenciam o rendimento de adição do elemento nodulizante e ainda as condições de operação que, de modo geral, devem ser observadas para se obter os melhores e mais consistentes resultados quanto à qualidade das peças produzidas, preservação do meio ambiente e menor custo.

Descrevem-se os principais processos utilizando magnésio como elemento nodulizante – simples transferência, sanduiche, conversor, no molde (“in mold”), panela com tampa dotada de orifício afunilado (“tundish cover”), em fluxo direto (“flow through”) e injeção de “arame” em tubo de aço flexível contendo magnésio (“cored wire”).

PALAVRAS-CHAVE

ferros fundidos nodulares, processos de nodulização

AUTORES

Adalberto Bierrenbach de Souza Santos, Isaias Masiero

1. INTRODUÇÃO

Os ferros fundidos nodulares são a segunda liga metálica em volume de produção por ano, sendo somente superados pelos ferros fundidos cinzentos.

Utilizam – se componentes em ferros fundidos nodulares em muitas aplicações em diversos segmentos, como nas indústrias au-

tomobilística, mecânica, elétrica, siderúrgica, química e petroquímica, de construção civil, de petróleo e gás, de mineração e naval.

Neste trabalho será examinada a obtenção de grafita esferoidal em ferros fundidos, relatando-se o histórico do início de desenvolvimento desse novo material de engenharia, a influência das principais variáveis de pro-

cesso no tratamento de nodulização do ferro líquido e uma síntese dos métodos mais utilizados para a fabricação de componentes em ferro fundido nodular.

As figuras 1 e 2 apresentam microestruturas típicas de ferros fundidos nodulares pertencentes a diferentes classes.

Figura 1 - Microestr. de nodular ferrítico perlítico, com cerca de 30% de perlita na matriz (AFS, 1992). 100 X.

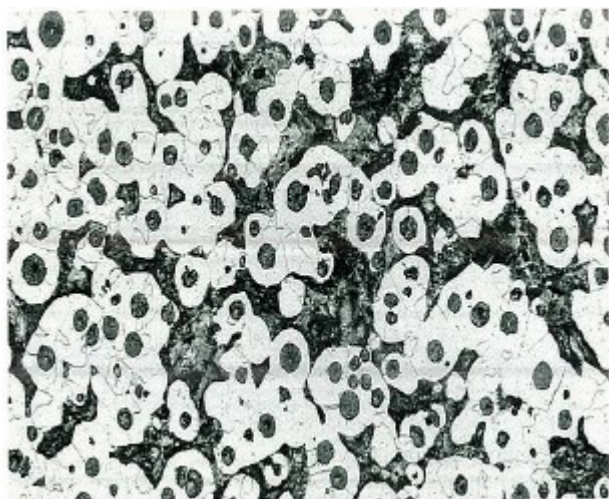
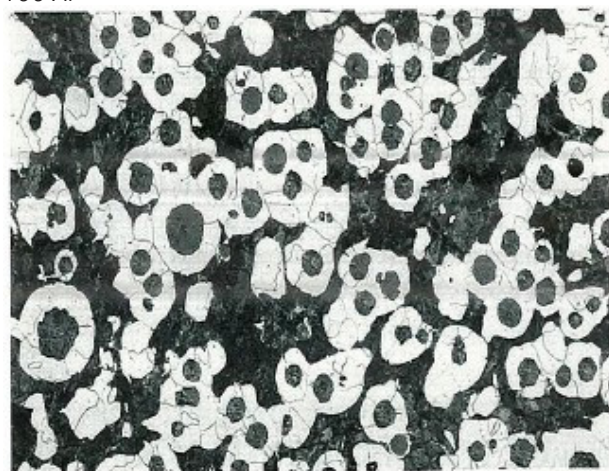


Figura 2 - Microestr. de nodular ferrítico perlítico, com cerca de 50 % de perlita na matriz (AFS, 1992). 100 X.



2. OBTENÇÃO DE GRAFITA NODULAR EM FERROS FUNDIDOS

O exame metalográfico da microestrutura de ferros fundidos cinzentos comuns, as vezes evidencia a presença de algumas partículas isoladas de grafita de forma esferoidal em

ligas de composições hipereutéticas, ou ainda em regiões de componentes em que havia ocorrido coquilhamento inverso.

Em decorrência dessa constatação a British Cast Iron Research Association – BCIRA, de Alvechurch, Birmingham, Inglaterra, desde o início da década de 1940 estabeleceu o objetivo de obter ferros fundidos em que a grafita se apresentasse com forma esferoidal no estado bruto de fusão.

Também naquela instituição já havia se verificado anteriormente (Morrogh & Williams, 1946 e 1947) a ocorrência de grafita nodular em ligas Ni - C e Co - C, inicialmente para ligas de composições hipoeutética, tendo - se depois também observado a formação dessa mesma forma de grafita para ligas hipereutéticas.

Além disso, já se havia constatado que adições de siliceto de cálcio (Ca – Si) resultavam na formação de grafita nodular em ligas Ni – C e, que o aumento da velocidade de esfriamento para essas ligas também tinha esse mesmo efeito quanto à forma da grafita presente na estrutura no estado bruto de fusão.

Com o desenvolvimento dos trabalhos verificou – se que a influência do siliceto de cálcio era a de adicionar cálcio ao metal líquido e que qualquer outro composto ou liga de cálcio teriam o mesmo efeito de resultar na formação de nódulos de grafita. Constatou – se ainda que adições de magnésio a ferros fundidos no estado líquido também tinham exatamente a mesma influência já verificada para o caso de adicionar cálcio, em ligas Ni – C e Co - C.

Adições de cálcio e magnésio foram também efetuadas para ligas Ni – Fe – C, não se obtendo grafita nodular nos casos em que o

teor de ferro contido era superior a cerca de 50 %, o que corresponderia aos ferros fundidos ($\text{Fe} > 50 \%$ contendo ainda teores elevados de níquel), o que em princípio impossibilitaria o emprego dessas adições para promover a formação de grafita esferoidal para as ligas em que o ferro seria o principal constituinte.

Posteriormente constatou – se que era possível obter grafita nodular no estado bruto de fusão para os ferros fundidos, em que a concentração de ferro é muito mais elevada (mais de 90 %), desde que a adição de cálcio ou de magnésio fosse realizada de determinadas formas, o que será um pouco mais detalhado mais adiante, neste trabalho.

Com base na hipótese inicial de que não seria possível obter dissolução de cálcio e magnésio no metal líquido em ferros fundidos, o que, como mencionado, depois se verificou que era viável, os pesquisadores da BCIRA estudaram o efeito da adição de outros elementos visando obter a formação de grafita nodular em ligas Ni – C, Co – C, Ni – Fe – C e Fe – C.

A partir dessa abordagem de trabalho foi desenvolvido o processo de produção dos ferros fundidos nodulares a partir da adição de cério.

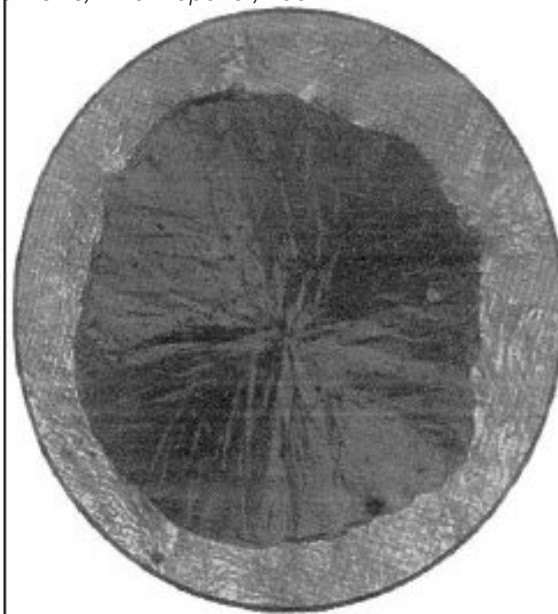
De acordo com as observações de Morrogh e Williams (Morrogh, 1946 e Morrogh e Williams, 1947) uma maneira de se obter grafita esferoidal em ferros fundidos seria utilizar um material com teor elevado de enxofre e baixa concentração de manganês.

A comunicação oficial da descoberta de um novo tipo de ferros fundidos apresentando grafita esferoidal na microestrutura obtida no estado bruto de fusão ocorreu durante o Congresso Anual da American Foundryman Society, realizado em Philadelphia, em 7 de maio de 1948.

Naquele evento o Dr. Henton Morrogh da BCIRA apresentou trabalho relatando a obtenção dessa nova liga de ferro (Morrogh, 1948 ; Morrogh, 1949), que havia sido desenvolvida e patenteada por aquela instituição no Reino Unido e nos Estados Unidos da América (Morrogh, 1949), que consistia em adição de cério ao metal líquido contendo baixos teores de enxofre, efetuando – se ainda a inoculação com compostos grafitizantes (Morrogh, 1948 ; Morrogh , 1949)

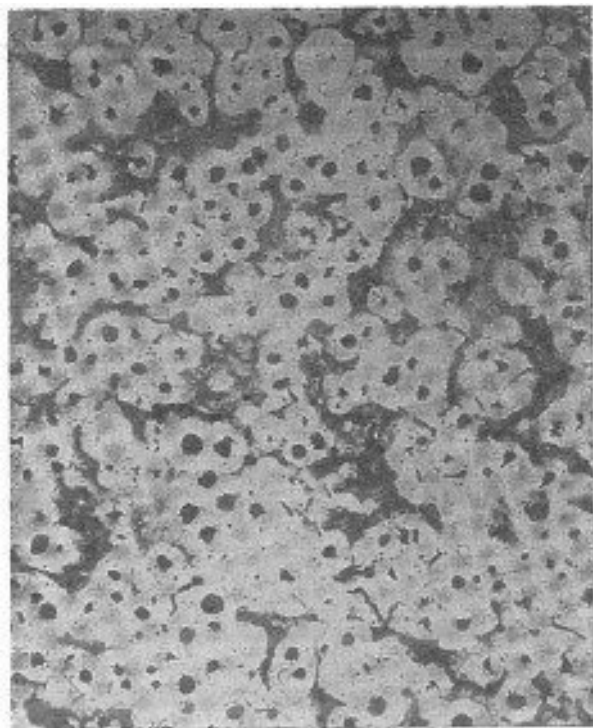
A figura 3 apresenta um nódulo de grafita com aumento maior e a figura 4 mostra uma micrografia correspondente a um ferro fundido perlítico – ferrítico, que constaram de trabalhos apresentados pelo próprio Dr. Henton Morrogh.

Figura 3 - Nódulo de grafita observado na BCIRA - Experiencia de adição de Ce em ferro com baixo enxofre, in ref Loper Jr, 2007.



Na mesma sessão daquele Congresso, durante a discussão desse trabalho de Morrogh, Thomas H. Winckendon, da International Nickel Company – INCO, apresentou resultados referentes à obtenção de grafita esferoidal no estado bruto de fusão em ferros fundidos, através da adição de pequenos teores de magnésio.

Figura 4 - Microestrutura típica de ferro nodular utilizando tratamento com Ce, desenvolvido na BCIRA, in ref Loper Jr, 2007.



O Prof. Dr. Carl Loper Jr, da Universidade de Wisconsin, em Madison, um dos mais destacados metalurgistas do mundo em ferros fundidos, apresentou trabalho no 110º Congresso Anual da AFS, realizado em Columbus, Ohio, de 18 a 21 de abril de 2006 (Loper Jr, 2007) relatando a descoberta dos ferros fundidos nodulares.

No final da década de 1930 a INCO desenvolveu novas ligas que apresentavam elevada resistência ao desgaste por abrasão, que foram designadas por Ni Hard, e que seriam destinadas a várias aplicações na indústria de mineração, como bolas de moinhos, cilindros de moendas, placas de revestimentos de moinhos, corpos e britadores de mandíbulas. Essas ligas, consistiam em ferros fundidos brancos contendo cerca de 1,5 % de cromo, para promover a formação de carbonetos e 4,5 % de níquel, para resultar em matriz austenítica.

O consumo desses materiais aumentou rapidamente até o início da década de 1940. Com o início da Segunda Grande Guerra, devido às operações de submarinos alemães no Oceano Atlântico, deixou de ser possível a importação de ligas de cromo do hemisfério ocidental, o que causaria perda de participação naquele mercado para a INCO.

Por essa razão, a partir de 1942 aquela empresa estudava alternativas de elementos químicos que pudessem substituir o cromo na função de formador de carbonetos em ferros fundidos brancos martensíticos.

Foram então efetuadas adições de magnésio à ferros fundidos, preferivelmente utilizando ligas Ni – Mg, contendo menores concentrações de magnésio, constatando - se que esse elemento, além de promover a formação de carbonetos na estrutura, causava desulfuração.

Na etapa seguinte dos trabalhos, iniciada em 1943, o objetivo era de se verificar os efeitos de adição de magnésio em ferros fundidos cinzentos das classes 20 e 40 ASTM - limites de resistência à tração mínimos da ordem de 140 e 280 MPa - tendo - se obtido 764 MPa, evidenciando que deveria ter ocorrido uma acentuada modificação da microestrutura desses ferros fundidos.

O exame metalográfico das amostras de ferro fundido obtidas nessas experiências revelou a presença de grafita esferoidal.

A partir dessa importante constatação de resultados experimentais a equipe da INCO passou a determinar as propriedades desse novo material, os efeitos de elementos de liga e de tratamentos térmicos, até que se acumulasse um volume suficiente de informações para abranger as solicitações de patentes

que a empresa visava depositar para resguardar seus direitos de invenção. A Figura 5 mostra uma micrografia correspondente a nodular produzido na International Nickel Company - INCO, nas experiências realizadas por Millis.

Figura 5 – Microestrutura com ataque de ferro fundido nodular obtido com adição de liga Ni - Mg em experiências de Millis na INCO (in ref Loper Jr, 2007).



O desenvolvimento de ferros fundidos nodulares empregando adição de magnésio efetuado na INCO deveu-se a Keith D. Millis, Albert P. Gagnebin e Norman B. Pilling (Gagnebin, Millis, Pilling, 1949) ; (Millis, 1972) ; (Millis, 1973) de acordo com patentes americanas e britânicas (International Nickel Co, 1949).

Um dos primeiros trabalhos que apresentou os efeitos da composição química e velocidade de esfriamento nas propriedades mecânicas de ferro fundido nodular, foi publicado por Donoho (Donoho, 1949).

Cumprir destacar que, em trabalho posterior, também publicado pela BCIRA (Morrogh, 1950), foram citadas 3 publicações que foram apresentadas na Alemanha, anteriores à essa sessão do Congresso da AFS de Philadelphia, mencionando a ocorrência de nódulos de grafita presentes na estrutura de ferros fundidos hipereutéticos, no estado bruto de fusão (Nipper, 1935, Hanemann & Schrader, 1936 e Gröeber & Hanemann, 1937).

Os autores do presente trabalho constataram, no

entanto, a partir da transcrição desses estudos citados por Morrogh (Morrogh, 1950), que as condições experimentais utilizadas haviam sido bastante específicas, e muito diferentes das que são geralmente utilizadas para produção em série de componentes em nodular desde o início da fabricação nessas ligas em ferro fundido em todo o mundo.

Outra alternativa de adição de elemento químico ao metal líquido que também pode resultar na obtenção de ferros fundidos com grafita esferoidal no estado bruto fusão é o cálcio.

A adição de ligas ou de compostos de cálcio, tais como o siliceto de cálcio, Ca - Si, carbeto de cálcio, CaC₂, ou misturas de cal, CaO e fluorita, CaF₂, ao metal líquido em ferros fundidos é efetuada para se obter dessulfuração (Kalling, Danielson, Dragge, 1951 ; Fornander & Kalling, 1951 ; Bradaschia, 1959 ; Trojan et al, 1972 ; Cavallante, 1973 ; Gruhl, 1973 ; Sugiyama et al, 1977 ; Ciow, 1979 ; Coon, 1980 ; BCIRA Broadsheet, 1980 ; Hughes, 1981 ; Kanicki, 1984).

Uma das maneiras de se efetuar a adição de compostos de cálcio ao metal líquido consiste na insuflação de partículas desses agentes por uma corrente de nitrogênio, empregando lanças ou insuflação por meio de plugs porosos, para promover a agitação do banho.

Morrogh ao realizar adição mais elevada de Ca-Si ao metal líquido de ferros fundidos, efetuando injeção de nitrogênio por meio de uma lança observou, além da dessulfuração, que se obtinha um certo teor de cálcio dissolvido no

metal líquido, verificando também a presença de nódulos de grafita na microestrutura, no estado bruto de fusão (Morrogh, 1950)

Outro muito destacado metalurgista na área de ferros fundidos foi o Prof. Dr. Albert De Sy, da Universidade de Ghent, na Bélgica, que também descreveu a obtenção de grafita esferoidal utilizando adições de cálcio (De Sy, 1948).

A quase totalidade da produção de ferros fundidos nodulares em todo o mundo utiliza magnésio como elemento nodulizante, na forma metálica, de ligas ou ainda produtos. Uma parcela muito pequena da fabricação de peças nessa liga emprega cério e/ou outras terras raras, ou cálcio, como agente de tratamento.

3. EFEITO DE VARIÁVEIS DE PROCESSO

Os ferros fundidos são ligas de ferro que sempre contém carbono, silício, manganês, fósforo e enxofre, e que se caracterizam por se solidificar apresentando reação eutética.

A composição química do ferro fundido base que será submetido ao tratamento de nodulização tem importância, notadamente quanto aos teores de enxofre e oxigênio dissolvidos e ainda de elementos deletérios à morfologia esferoidal da grafita nos ferros fundidos.

Os demais elementos químicos presentes podem também influenciar a solubilidade dos elementos nodulizantes nos ferros fundidos, mas esse efeito é pouco significativo quando se considera o tratamento de nodulização.

Os principais elementos empregados para a obtenção de grafita nodular no estado bruto de fusão em ferros fundidos, como já citado, magnésio, cério e outros metais do grupo das terras raras e cálcio, tem efeito dessulfurante e desoxidante.

Para que o crescimento da grafita em ferros fundidos se verifique na forma esferoidal no estado bruto de fusão é necessário obter concentrações residuais do elemento nodulizante em intervalos, em geral, bem definidos, embora outras variáveis de processo, como o grau de nucleação do metal líquido, a velocidade de esfriamento, o carbono equivalente, o teor de enxofre do ferro base, e as próprias porcentagens residuais dos outros elementos nodulizantes, possam também ter influência, notadamente no que se refere à diminuição do teor mínimo necessário para assegurar a obtenção de microestruturas contendo porcentagens elevadas de grafita nodular, geralmente a partir de 80 %.

As porcentagens residuais de magnésio devem se situar entre 0,030 e 0,060 % (Souza Santos, Sugiyama, Pieske, 1974 ; Souza Santos & Castello Branco, 1977; Souza Santos et al, 1983 ; Souza Santos, 1984 ; Souza Santos & Pieske, 1984, 1985 ; Guesser et al, 1990 ; Guesser, 2009).

Para concentrações mais elevadas que o intervalo citado aumenta a tendência à formação de carbonetos eutéticos e de grafita “spiky”, que é uma forma degenerada de grafita nodular na microestrutura. Se o teor de magnésio for inferior a 0,030 % pode se observar a ocorrência de outras formas degeneradas de grafita - nódulos irregulares, grafita compacta, vermicular ou até mesmo lamelar (Souza Santos & Castello Branco, 1977 ; Souza Santos, Sugiyama, Pieske, 1974 ; Souza Santos et al, 1983 ; Souza Santos, 1984 ; Souza Santos & Pieske, 1985 ; Guesser et al, 1990 ; Guesser, 2009).

Para a produção de componentes em ferro fundido nodular empregando ligas contendo

cério e outras terras raras (La, Ce, Pr, Nd), as concentrações devem se situar entre 0,020 e 0,040 % (Barton, 1994). Teores residuais mais elevados podem causar a formação de carbonetos eutéticos na microestrutura e porcentagens insuficientes podem promover a formação de partículas degeneradas de grafita.

Empregando – se agentes nodulizantes a base de cálcio as porcentagens residuais devem se situar entre 0,020 e 0,040 % (Barton, 1994). Com o uso de cálcio como elemento nodulizante diminui-se a tendência à formação de carbonetos eutéticos, podendo ocorrer presença de grafita degenerada para concentrações abaixo do intervalo citado.

A grafita nodular pode ainda ser obtida no estado bruto de fusão sem que seja necessário adicionar elementos nodulizantes em aços grafiticos que são ligas com até cerca de 1,8 % de carbono (Larson et al, 1959 ; Souza Santos ; Castello Branco ; Cavallante, F. L. , 1976 ; Souza Santos & Castello Branco, 1976 ; Castello Branco, 1977 ; Tsutsumi ; Imamura ; Sakuma, 1979).

As diferentes ligas nodulizantes que podem ser utilizadas no tratamento, independentemente do principal elemento ativo presente, devem ser mantidas em locais isentos de umidade, por que esta pode causar oxidação desse(s) elemento(s) e a consequente perda, pelo menos parcial, de sua eficiência para promover o crescimento esferoidal da grafita durante a solidificação dos ferros fundidos.

As concentrações totais de enxofre e oxigênio do ferro base para fabricação de nodular devem ser as menores possíveis, uma vez que os elementos nodulizantes utilizados industrialmente em todo o mundo (magnésio,

cério e outras terras raras e cálcio) são, como mencionado, excelentes dessulfurantes e desoxidantes.

Os ferros fundidos base são em geral obtidos em fornos cubilô, em fornos elétricos, sendo ainda empregados, com utilização muito limitada, fornos rotativos e fornos à cadinho.

Nas fundições que usam fornos cubilô como equipamento de fusão, dependendo da carga metálica utilizada e, principalmente do coque empregado como combustível, resultam elevados teores de enxofre no metal líquido.

Assim, por exemplo, em fornos com revestimento ácido em geral resultam teores de enxofre no metal líquido da ordem de 0,120 a 0,160 %, enquanto para revestimento básico essas concentrações são bem menores, situadas entre 0,050 a 0,080 %. (Fuller)

Nos processos de tratamento do ferro líquido em que se utilizam magnésio puro, ou agentes (ligas ou compostos) contendo elevada concentração desse elemento, em geral superiores a cerca de 15 %, é possível efetuar simultaneamente a dessulfuração e o tratamento de nodulização, como se verifica com os processos Pont'-a-Mouson (Masse e Heine, 1974 ; Sale, 1976) conversor (Einer, 1977 ; Alt et al, 1972, 1974 ; Heine, 1976 , 1978 ; Rosenberg, 1978 ; Hornung, 1979) e imersão por sino (AFS, 1974 ; Mather, 1975 ; Baton, 1975), em que também podem ser utilizados outros agentes contendo magnésio, como o coque impregnado desse elemento, ou briquetes contendo ferro, no metal líquido pode ser de até cerca de 0,20 % (Souza Santos, 1984).

Para os métodos de tratamento em que se empregam agentes contendo até cerca de 10

% de magnésio, ou cério ou outras terras raras, ou ainda cálcio, como simples transferência, sanduiche, panela com tampa ("tundish cover"), nodulização no molde ("in mold"), " Flotret ", " Vortex ", " T – Knock ", ou também em várias situações em que se emprega injeção de tubo de aço flexível contendo o agente de tratamento, que serão mais detalhadamente examinados neste trabalho, em geral a concentração de enxofre no metal base é inferior a 0,020 %.

No caso de fundições operando com fornos cubilô em que o metal líquido obtido na bica desse tipo de forno contém concentração mais elevada de enxofre, em geral utiliza – se o chamado processo duplex, em que se efetua a dessulfuração e, a seguir, a transferência desse metal tratado para um forno, na maioria dos casos elétrico, para reaquecimento antes da nodulização.

O tratamento de dessulfuração pode resultar em teores até inferiores a 0,010 % S, reduzindo assim o consumo do agente de tratamento, com a vantagem adicional de possibilitar a obtenção de microestruturas com grafita esferoidal e menores concentrações do elemento nodulizante, apresentando assim menor tendência à formação de partículas de escória e drosses (Loper & Salg, 1976 ; Souza Santos, 1994 ; Fallon, 1995 ; Souza Santos, 1997, Souza Santos; Farias; Luckow, 1999).

Como já citado, os elementos nodulizantes são também eficientes desoxidantes, de modo que o teor de oxigênio no metal base para a produção de componentes em ferro fundido nodular deve ser o menor possível (Souza Santos & Castello Branco, 1977), e depende das matérias – primas utilizadas, da composição química base, do equipamento

de fusão empregado, do tratamento de superaquecimento e das características de desgaste dos refratários dos fornos e das panelas de transferência e de vazamento.

Em fornos cubilô que utilizam revestimento ácido a concentração de oxigênio total (dissolvido + combinado) poderia ser da ordem de 135 ppm, e o tratamento de nodulização diminuiria esse teor para cerca de 33 ppm (Fuller).

Em fornos cubilô com revestimento básico o teor de oxigênio total seria da ordem de 90 ppm, sendo reduzido para cerca de 15 ppm após a reação com o agente nodulizante. (Fuller).

Em fornos elétricos a arco, ou à indução, utilizando – se composições químicas base semelhantes, obtiveram – se teores de oxigênio dissolvido situados entre 10 e 30 ppm (Marincek e Feichtinger, 1958), com resultado médio de 17 ppm, em ambos os casos.

Para ferros base com 1,0 a 2,0 % Si, que correspondem a maior parcela dos ferros fundidos nodulares produzidos em todo o mundo, para tratamentos de superaquecimento entre 1480 a 1530 °C, intervalo que também abrange as faixas utilizadas na ampla maioria das indústrias, a porcentagem de oxigênio dissolvido seria da ordem de 10 a 25 ppm (Ghorpade et al, 1975; Heine, 1994)

A eficiência da inoculação em ferros fundidos é também influenciada pelo teor de oxigênio dissolvido no metal base, uma vez que os compostos grafitizantes utilizados nesses tratamentos possuem alta concentração de silício, que também é um elemento desoxidante.

O oxigênio tem ainda efeito relevante durante a solidificação de ferros fundidos, tendo –

se evidências de que partículas de óxidos e silicatos podem atuar como centros efetivos para a nucleação da grafita (Souza Santos & Castello Branco, 1977).

Sendo óxidos e silicatos centros efetivos para a nucleação da grafita em ferros fundidos, além do teor de oxigênio dissolvido também o de oxigênio combinado influencia essa etapa do processo de solidificação do eutético estável.

Em fornos cubilô de revestimento básico o teor total de oxigênio (dissolvido + combinado) do ferro base seria da ordem de 90 ppm, enquanto para revestimento ácido poderia atingir 135 ppm (Fuller, 2005). O tratamento de nodulização reduziria a porcentagem de oxigênio dissolvido para cerca de 10 a 25 ppm (Gorpade et al, 1975; Heine, 1994)

A presença de pequenos teores de chumbo (Morrogh, 1952; Zhabotinski et al, 1976; Tybulczuk, J. et al , 1976 ; Krüger et al, 1997), bismuto (Pan & Cheng, 1996), arsênio (Morrogh, 1952 ; Zhabotinski, M. V. et al., 1976), antimônio (Appendino et al., 1982; Tybulczuk, J. et al., 1976, Lyubchenko, A. P. et al , 1974, telúrio (Tybulczuk, J. et al., 1976) ou titânio (Appendino et al., 1982; Tybulczuk, J. et al., 1976; Lyubchenko, A. P. et al, 1974; Karsay, 1975) pode causar a formação de grafita degenerada na microestrutura de ferros fundidos nodulares, resultando em diminuição das propriedades mecânicas desses materiais de modo a não atender os valores mínimos estabelecidos nas especificações.

O efeito prejudicial dessas contaminações em ferros fundidos é cumulativo.

Esses elementos são designados como deletérios quanto à sua influência na morfologia da grafita esferoidal em ferros fundidos e po-

dem ser neutralizados pela adição de 0,005 a 0,020 % de cério ou outros metais do grupo das terras raras (Morrogh, 1952; Appendino et al., 1982).

A literatura apresenta diferentes indicações relativas às concentrações desses elementos contaminantes que podem causar a degenerescência da grafita esferoidal em ferros fundidos, o que pode ser atribuído à variação das condições experimentais utilizadas em vários trabalhos, quanto à composição química base, teor residual de elementos nodulizantes, velocidades de esfriamento, processos de tratamento de nodulização e de inoculação, que são variáveis que influenciam a segregação desses elementos durante a solidificação de ferros fundidos.

Foi efetuada uma revisão de vários trabalhos que examinaram o efeito da presença de cada um dos elementos deletérios à morfologia da grafita esferoidal em ferros fundidos (Souza Santos, 2000), resultando a seguinte indicação das menores concentrações a partir das quais poderia ocorrer a presença de partículas de grafita degenerada na microestrutura de ferros fundidos nodulares:

% Pb > 20 ppm

% Bi > 20 ppm

% As > 30 ppm

% Sb > 30 ppm

% Te > 40 ppm

% Ti > 500 ppm

O rendimento de adição do elemento nodulizante utilizado corresponde à relação entre a concentração residual no ferro fundido e a porcentagem adicionada para o tratamento.

Empregando – se agentes de tratamento contendo magnésio, tem –se

Rend Adição Mg = (% Mg residual / % Mg adicionado) x 100

A concentração de magnésio adicionada corresponde a soma dos teores de magnésio dissolvido e desse elemento perdido por vaporização – Mg Vaporiz, por desoxidação – Mg Desox e por dessulfuração – Mg Dessulf.

% Mg Adic = % Mg Resid + % Mg Vaporiz + % Mg Desox + % Mg Dessulf

A concentração de oxigênio dissolvida no ferro fundido, como mencionado é pequena, da ordem de 10 a 30 ppm em fornos elétricos, a arco ou à indução e de até 90 a 135 ppm em fornos cubilô, dependendo do revestimento refratário utilizado nesse equipamento ser, respectivamente, ácido ou básico. Desconsiderando – se essa parcela correspondente a desoxidação e calculando - se a parcela referente à dessulfuração, utilizando as massas atômicas de magnésio e de enxofre tem - se :

% Mg Dessulf / MA Mg = % S Dessulf / MA S

% S Dessulf = % S Inicial - % S Final

MA – massa atômica

MA Mg = 24,31 g / at g

MA S = 32,06 g / at g

% Mg Dessulf = 24,31 x (% S Inicial - % S Final)

32,06

% Mg Dessulf = 0,76 x (% S Inicial - % S Final)

Rend Adição Mg = (% Mg residual / % Mg adicionado) x 100

Rend Adição Mg = 100 [% Mg residual + 0,76 x (% S Inicial - % S Final)]

% Mg Adicionado

Utilizando – se inoculantes e técnicas de adição mais eficientes é possível obter por-

centagens mais elevadas de grafita esferoidal na microestrutura para menores teores residuais do elemento nodulizante, em virtude do aumento do rendimento de adição.

A temperatura a ser utilizada para o tratamento de nodulização deve ser a menor possível, para se diminuir a perda de magnésio por vaporização. Quanto maior a temperatura maior é a pressão de vapor do magnésio e, assim mais intensa a perda por vaporização (Souza Santos et al, 1983). Além disso, quanto maior a temperatura, mais elevadas são as perdas de magnésio por oxidação e dessulfuração, porque a velocidade dessas reações também aumenta.

O limite inferior para a temperatura de nodulização a ser utilizada em uma situação específica de produção vai depender da sequência de operações para fabricação de componentes em ferro fundido nodular, portanto do processo de inoculação e da própria temperatura de vazamento necessária, considerando – se as peças que estejam sendo produzidas.

A temperatura depende ainda da quantidade de metal líquido que deve ser tratada. Assim para a fabricação de uma mesma peça e para um determinado processo de nodulização utilizam – se, para maiores quantidades de ferro líquido, menores temperaturas que as que são necessárias para menores volumes de metal tratado de cada vez.

O processo de nodulização condiciona também, de certo modo, a temperatura de tratamento. Assim, por exemplo, ainda se considerando para um determinado componente e para pesos semelhantes de conjuntos peças + sistema de canais e massalotes por molde a fabricar, a temperatura utilizada para o processo de nodulização no molde em geral

é menor que as correspondentes nos processos sanduiche ou panela com tampa dotada de orifício afunilado (‘tundish cover’), porque as perdas térmicas após a reação de nodulização são mais acentuadas para esses dois últimos processos citados.

Utilizando – se magnésio metálico como agente de tratamento, em processos como Pont-à-Mousson, conversores ou ainda de injeção de tubos de aço flexíveis contendo o agente de tratamento, a quantidade de metal líquido em cada tratamento tende a ser mais elevada que em métodos em que se empregam ligas nodulizantes Fe – Si – Mg, como simples transferência, sanduiche e panela com tampa.

Dessa forma, em cada condição operacional específica, vários são os fatores que terão influência para definir a temperatura de tratamento mais adequada para a situação que está sendo considerada.

O tempo transcorrido entre o término da reação de nodulização e o vazamento nos moldes deve também ser o menor possível (Souza Santos, Sugiyama, Pieske, 1974) .

Após o término da reação de nodulização ocorre perda contínua do elemento nodulizante - magnésio, cério e outras terras raras ou cálcio - por volatilização, oxidação e des-sulfuração.

A escória formada tanto no forno de fusão como nas panelas após o tratamento de nodulização deve ser completamente removida. Essa escória contém óxidos e sulfetos e precisa ser retirada para evitar consumo adicional do elemento nodulizante por desoxidação e dessulfuração após o término da reação.

As panelas utilizadas para tratamento de nodulização e de vazamento nos moldes devem

estar sempre limpas, isentas da presença tanto de restos de metal líquido como de partículas de escória, e apresentar relação da altura de coluna de metal em relação ao diâmetro interno de 2:1, ou até um pouco mais, para se diminuir a perda do elemento nodulizante. As panelas de tratamento devem também possuir eficiente isolamento térmico, para reduzir a perda de temperatura do metal líquido após o tratamento.

A transferência de metal líquido do forno de fusão para a panela de tratamento deve ser realizada no menor tempo possível (Souza Santos, Sugiyama, Pieske, 1974), para que assim se estabeleça uma maior pressão da coluna de metal e assim, reduzir a perda do elemento nodulizante.

A diminuição do tempo de transferência de metal também contribui para diminuir a perda de temperatura durante a nodulização. O uso de um material de cobertura, como cavacos de usinagem ou pequenos pedaços de sucata de aço sobre o agente nodulizante retarda o início da reação e assim contribui para aumentar o rendimento de adição do elemento nodulizante.

A reação de nodulização causa a liberação de luminosidade e de fumos, sendo tanto mais violenta quanto mais elevada for a concentração do elemento nodulizante utilizado. No caso de ligas Fe - Si - Mg, quanto maior o teor desse elemento, mais intensa será a reação e, assim, as suas perdas.

A presença de terras raras e de cálcio nas ligas Fe - Si - Mg, contribui no sentido de possibilitar a obtenção de porcentagens mais elevadas de grafita esferoidal na microestrutura para menores teores residuais de magnésio.

Em ferros fundidos nodulares, verificou – se

que teores residuais entre 0,005 e 0,020 % Ce promovem elevação do número de nódulos de grafita (Lalich, 1974 ; Lo-Kan, 1977 ; Amin & Loper Jr, 1978) .

O cálcio e o alumínio tem efeito grafitizante em ferros fundidos (Mc Clure et al, 1957 ; Mc Grady et al, 1960 ; Lux, 1964 ; Dixon & Hinchey, 1980) e promovem aumento do número de nódulos de grafita e também possibilitariam a obtenção de grafita esferoidal para menores teores residuais de magnésio, resultando em rendimentos de adição de magnésio comparativamente mais elevados.

O cálcio tem ainda outro efeito importante nas ligas Fe – Si – Mg que é reduzir a reatividade dessas ligas e possibilitar acréscimo no rendimento de adição de magnésio (Borgeaud, 1977 ; Dixon & Hinchley, 1980 ; Barton, 1979)

Teores crescentes de cálcio e também de alumínio aumentam a tendência à formação de escória e drosses (Souza Santos, 1994 ; Fallon, 1995 ; Souza Santos, 1997 ; Souza Santos ; Farias ; Luckow , 1999).

A granulometria da liga nodulizante é também relevante. Deve – se evitar o uso de partículas muito pequenas, que são perdidas por ocasião da transferência de metal para a panela, e grandes demais, para flutuarem no metal líquido, sendo consumidas na superfície do banho, por volatilização e também por oxidação (Souza Santos & Pieske, 1985).

3. PROCESSOS DE NODULIZAÇÃO UTILIZADOS PARA FERROS FUNDIDOS

Foram desenvolvidos e utilizados industrialmente vários processos de tratamento de nodulização para ferros fundidos utilizando magnésio, na forma de ligas, inicialmente Ni

- Mg e Cu - Mg, ou ainda contendo também silício, depois as ligas Fe - Si - Mg e ainda métodos com adição do magnésio metálico ou de compostos, como por exemplo coque impregnado de magnésio ou briquetes de Fe - Mg.

A adição de magnésio ao metal líquido é efetuada em geral entre 1.350 e 1.530 °C, intervalo em que é elevada a pressão de vapor desse elemento.

Nos casos de utilização de magnésio metálico, em geral, é necessário empregar equipamentos especiais para realizar o tratamento de nodulização, como nos processos Panela ou Câmara de Pressão, Pont-à-Mousson, Conversor(es), ou Injeção, em que também é possível utilizar ligas granuladas, ou em pó, sendo o transporte desses agentes efetuado por corrente de gás inerte, ou ainda por fios, ou arames e tubos flexíveis contendo o(s) agente(s) nodulizante(s) - “cored wire” .

Utilizando produtos ou compostos contendo mais magnésio, em geral a partir de 12 %Mg, como coque impregnado de magnésio ou briquetes Fe - Mg, ou ainda de ligas Fe - Si - Mg, Ni - Mg ou Cu – Mg, que também podem conter ferro e / ou silício, os processos empregados podem ser Imersão por Sino, Panela Dotada de Grelha, Panela Rotativa e outros tipos de conversores.

As ligas nodulizantes mais usadas atualmente em todo o mundo contém cerca de até 10 % máximo de magnésio, predominando as Fe - Si - Mg com cerca de 45 %Si, com 4 a 6 %Mg, as que contém 8 a 10 %Mg, ou ainda as ligas com 1,5 a 3 %Mg. Outras possibilidades, bem pouco utilizadas, são as ligas que contém Ni - Mg e Cu - Mg que, como citado, podem conter também ferro e / ou silício.

As ligas nodulizantes podem ser os agentes de tratamento utilizados nos processos :

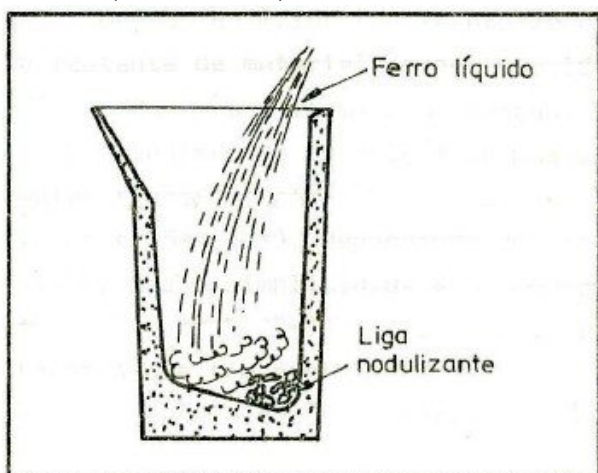
- Simples Transferência;
- Sanduiche;
- Conversor;
- Nodulização no molde (" in mold ");
- Panela com tampa dotada de orifício afunilado ("tundish cover");
- Tratamento no fluxo de metal ("flow through"), e
- Injeção de tubo flexível contendo o agente de tratamento ("cored wire ").

Esses processos mais empregados serão resumidamente descritos a seguir.

3.1 SIMPLES TRANSFERÊNCIA

No processo Simples Transferência a liga nodulizante, em geral Fe - Si - Mg contendo 4 a 6 % Mg, ou 8 a 10 % Mg é apenas colocada em um dos lados no fundo de uma panela com relação entre a altura da coluna de metal e seu diâmetro em geral de 2:1, podendo ser de até 3:1, realizando - se o vazamento de metal do forno de fusão para o lado oposto do fundo da panela. A Figura 6 mostra a re-

Figura 6 – Representação esquemática do processo de simples transferência de nodulização de ferros fundidos (Mather, 1975).



presentação esquemática desse método de tratamento do metal líquido para a produção de peças em ferro fundido nodular.

No processo simples transferência podem também ser empregadas ligas com maior massa específica, como por exemplo Cu - Mg, Ni - Mg, podendo conter ainda ferro e / ou silício.

O rendimento de adição de magnésio obtido com esse método de tratamento de nodulização situa - se, em geral, de 25 a 35 % (Clark, 1966 ; Guessier et al, 1990), sendo esse processo empregado por sua simplicidade e segurança de operação.

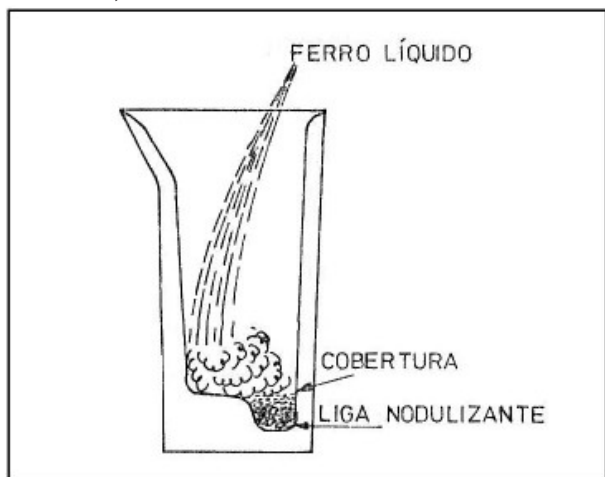
3.2 SANDUICHE

O processo sanduiche resultou de um aperfeiçoamento do simples transferência, utilizando panela com relação altura da coluna de metal sobre diâmetro, em geral de 2:1 até 3:1.

A panela possui, em seu fundo, um reservatório para colocar o agente de tratamento, que normalmente é liga Fe - Si - Mg com 8 a 10 % Mg, 4 a 6 % Mg ou 2,5 a 3,5 % Mg, que é recoberta com cavacos de ferro fundido ou pequenas chapas de aço, correspondendo a cerca de 1 a 2 % do peso total de ferro líquido a ser tratado (De Sy & Vidts, 1968 ; AFS, 1974 ; Mather, 1975 ; Karsay, 1976 ; Barton, 1979 ; AFS, 1992).

A cobertura da liga visa retardar o início e diminuir a temperatura da reação, para diminuir as perdas por volatilização e por oxidação do elemento nodulizante, uma vez que a reação só ocorre após ter - se transferido um certo volume de metal líquido para a panela, o que aumenta o rendimento de adição do elemento utilizado.

Figura 7 - Representação esquemática do processo sanduiche de nodulização de ferros fundidos (Mather, 1975).



Pode-se utilizar outros materiais para a cobertura da liga nodulizante no reservatório situado no fundo da panela, como pequenas placas de ferro fundido nodular, obtidas a partir do vazamento dos restos de material das panelas referentes ao final de vazamento dos moldes, ou Fe - Si (45 ou 75 % Si), ou ainda CaC_2 . e até areia.

Usando coberturas de Fe - Si, CaC_2 , ou areia podem ocorrer a formação de uma espécie de crosta aderente à cobertura da liga nodulizante, decorrente de sinterização que, depois que se completa a transferência de metal para a panela de tratamento deve ser removida por uma espécie de aríete. Essa alternativa é as vezes denominada de processo Trigger e resulta em maiores rendimentos de adição de magnésio (Heinen & Chatterjee, 1984).

Os rendimentos de adição de magnésio empregando o processo sanduiche são de até 40 a 60 % (Matter, 1975 ; Barton, 1979 ; Karsay, 1980 ; Guesser et al, 1990 ; Skaland, 1996).

3.3 CONVERSOR A MAGNÉSIO METÁLICO

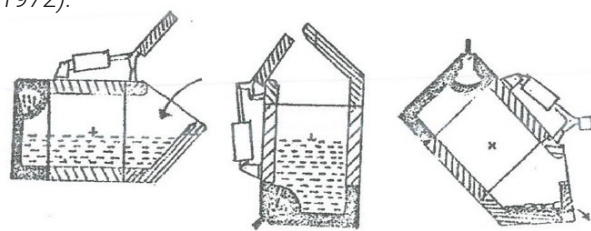
São utilizados industrialmente alguns tipos

de "conversores" para tratamento de nodulização de ferros fundidos, destacando - se o que emprega magnésio metálico e foi desenvolvido pela Georg Fischer, de Schaffhausen, Suíça (Alt, 1972 ; Heine, 1976 ; Mc Cain, 1976 ; Einer, 1977 ; Bryant , 1978 ; Heine , 1978 ; Rosenberg, 1978 ; Hornung, 1979).

Há ainda outros conversores que usam magnésio metálico, ou ainda ligas nodulizantes, em geral Fe - Si - Mg com teores mais elevados de magnésio, em geral a partir de 15 %, como agente de tratamento.

O reator mais empregado em todo o mundo é apresentado na Figura 8, sendo cilíndrico, podendo sofrer rotação de quase 180° em torno de um eixo horizontal e esse tipo de equipamento permite utilizar ferros base com teores de enxofre de até cerca de 0,200 % (Alt, 1972), realizando, nesse caso, simultaneamente, a dessulfuração e a nodulização do metal líquido.

Figura 8 - Processo de fabricação de ferro fundido nodular utilizando o Conversor Georg Fischer (Alt, 1972).



O conversor contém uma câmara de reação situada na extremidade oposta a bica de entrada e saída do metal líquido, aproximadamente no mesmo plano horizontal, revestida de refratário, que é dotada de orifícios. Nessa câmara são colocados pedaços de magnésio metálico a serem usados no tratamento.

A câmara de reação é o constituinte mais importante do conversor, porque é nesse componente que ocorre a vaporização do

magnésio. O tamanho da câmara depende da quantidade máxima desse elemento a ser adicionado ao metal líquido, sendo função da capacidade do reator, do teor máximo de enxofre do ferro base e da temperatura de tratamento.

A sequência de operação para o tratamento é a seguinte (Alt, 1972):

- o conversor é colocado na posição horizontal;
- efetua - se a transferência de ferro base de uma panela para o conversor;
- adiciona-se o magnésio na câmara de reação;
- efetua - se a rotação do conversor para a posição vertical (essa operação dura cerca de 10 s).
- a reação se inicia assim que há contato entre o metal líquido e o magnésio. O tamanho dos orifícios da câmara e a pressão ferrostática são os fatores que controlam a velocidade da reação. Essa operação é monitorada à distância, tendo - se um dispositivo pneumático que veda o reator e uma espécie de válvula, para evitar que a pressão no seu interior aumente demasiadamente.
- após o término da reação, é acionado um componente especial para efetuar a separação da escória que se forma na reação e então se realiza a transferência do metal líquido para panelas de vazamento, procedendo à adição do inoculante nessa transferência.

A reação de nodulização com magnésio metálico no conversor é violenta e gera grande evolução de fumos e de luminosidade, reque-rendo especial atenção quanto à segurança.

A reação é realizada em uma área específica da fundição, perfeitamente delimitada e nes-

sa área se dispõe de um sistema de exaustão muito eficaz. (AFS, 1974).

A reação de nodulização tem duração de 60 a 90 s (Huskonen, W. D, 1974; Mc Cain, 1976; Rosemberg, 1978);

A vida útil do revestimento da câmara é um fator decisivo para estabelecer a eficiência do processo, as condições de segurança do equipamento e ainda o seu custo operacional (Mc Cain, 1976; Rosemberg, 1978), registran-do - se, em geral, valores entre 250 e 300 tra-tamentos (Heine , 1976).

As principais recomendações relativas às condições de segurança com o emprego do conversor seriam as seguintes (Heine, 1978) :

- verificar se efetivamente não há presença de restos de metal líquido no conversor antes de se iniciar a adição de magnésio na câmara de reação;
- apenas iniciar a colocação do magnésio na câmara de reação após ter-se completado a transferência de todo o volume de metal lí-quido para o conversor;
- manter o equipamento na posição verti-cal até que a reação de nodulização tenha se completado e não mais se observe a libera-ção de fumos,
- manter a câmara de reação fechada até que todo o metal líquido contido tenha sido retirado do conversor.

Uma limitação do processo utilizando con-versor é a necessidade de se tratar maiores volumes de metal líquido, em geral, acima de 1 t de cada vez, e ainda realizar um maior número de tratamentos por hora, para evitar perdas mais acentuadas de temperatura (Barton, 1975).

O rendimento de adição de magnésio obtido

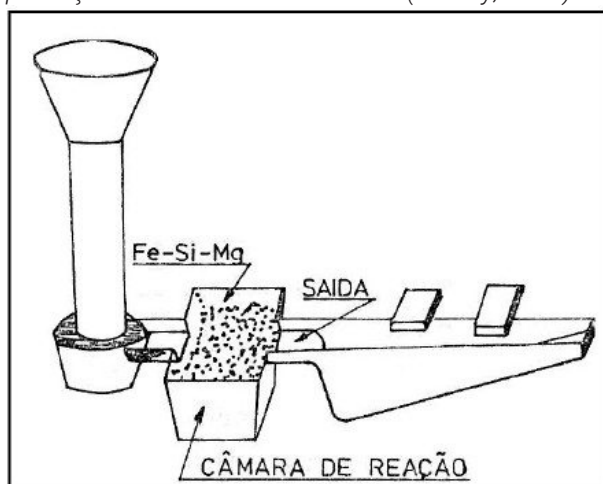
com o uso de conversores Georg Fischer depende evidentemente da temperatura do metal líquido, do teor inicial de enxofre do ferro base e da quantidade de ferro a ser tratado.

Para tratamentos de 1.000 a 5.000 kg, utilizando ferro base com teores de 0,030 até 0,20 % de enxofre, os rendimentos geralmente obtidos situam-se entre 40 e 70 % (Matter, 1975; Barton, 1977; Barton, 1979), sendo os menores resultados referentes menores teores iniciais de enxofre (cerca de até 0,020 %) e as mais altas temperaturas de tratamento (Huskonen, 1974; Mc Cain, 1976), e os mais elevados rendimentos para maiores teores iniciais de enxofre e menores temperaturas de tratamento.

3.4 NODULIZAÇÃO NO MOLDE

No processo de nodulização no molde utiliza-se uma câmara situada no sistema de canais, bem próximo a extremidade do canal de descida do metal líquido, logo no início do canal de distribuição e antes do metal alcançar os canais de ataque das cavidades correspondentes a(s) peça(s), como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Processo de nodulização no molde para produção de ferro fundido Nodular (Karsay, 1976).



As principais vantagens desse processo são (Smalley, 1975; Capelle & Woelke, 1978; Karsay, 1980; Holden & Dunks, 1980; Souza Santos et al 1983): - elevado rendimento de adição de magnésio;

- não é necessário realizar adição de um composto inoculante;
- condições de operação com muita segurança de trabalho;
- eliminação quase completa da evolução de fumos e de luminosidade;
- possibilidade de operar os fornos de fusão a temperaturas inferiores que as utilizadas nos demais processos de nodulização, com consequente diminuição de consumo de energia.

No processo de nodulização no molde o fator mais relevante a ser observado é a velocidade de dissolução de liga (Mc Caulay, 1971; Moore, 1973; Remondino, M. et al, 1974; Pilastro, F. et al, 1976; Medana, R et al, 1979; Holden & Dunks, 1980; Thomas, 1980), que depende notadamente da composição química, granulometria e estado da superfície das partículas da liga a ser utilizada, do projeto da câmara de reação no molde, devendo-se empregar ferros fundidos base com teores de enxofre, em geral, de até 0,010 % (Karsay, 1980; Holden & Dunks, 1980; Souza Santos, Beckert, Fenilli, Pieske, 1983; Skaland, 1996).

Nesse processo de nodulização o tempo de vazamento precisa ser controlado para que a dissolução do agente de tratamento ocorra durante o preenchimento dos moldes.

Outra variável importante, evidentemente, é o intervalo de temperaturas de vazamento a ser utilizado, sendo necessário controlar individualmente as peças fabricadas, utilizando métodos como ultrassom, de adequada sen-

sibilidade, de modo a evitar o risco de não se identificar componentes que não apresentem a porcentagem mínima especificada de grafita nodular na microestrutura.

Uma desvantagem do processo de nodulização no molde refere-se à diminuição do rendimento metalúrgico, em relação aos métodos em que o tratamento é efetuado antes de se iniciar o vazamento nos moldes, uma vez que a câmara de reação utilizada faz parte do sistema de canais e massalotes.

Esse processo apresenta maior tendência a defeitos de inclusões de escória e drosses quando comparado a processos em que o tratamento de nodulização é realizado anteriormente ao vazamento nos moldes (Souza Santos, 1984).

Os rendimentos de adição de magnésio obtidos com o processo de nodulização no molde situam – se geralmente entre 70 e 80 % (Souza Santos & Pieske, 1985 ; Guessier et al 1990 ; Skaland, 1996).

3.5 PANELA COM TAMPA DOTADA DE ORIFÍCIO AFUNILADO (“ TUNDISH COVER ”)

Esse processo foi desenvolvido com o objetivo de se diminuir os problemas de poluição causados pela evolução de fumos e pela liberação de luminosidade decorrente da vaporização parcial do magnésio durante a reação de nodulização (Forrest, 1980 ; Forrest & Wolfensberger, 1980, 1981 ; Rüdter, 1981 ; Forrest, 1982 ; Anderson & Benn, 1982 ; Santana & Souza, 1982 ; Forrest, 1983 ; Hachtman Jr, 1983 ; Barton, 1987).

O princípio de operação definido para esse método de tratamento de nodulização é o de se limitar o volume de ar em contato com o

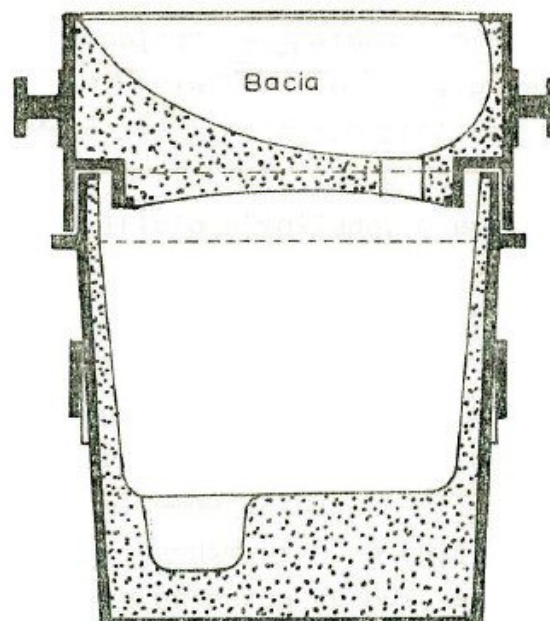
metal líquido, diminuindo a geração de fumos de óxido de magnésio que tendem a se depositar nas paredes da panela com tampa, resultando em muito menor liberação para o ambiente da fundição.

Em decorrência da menor perda de magnésio por oxidação, obtém – se maiores rendimentos de adição de magnésio que nos processos simples transferência ou sanduiche, resultando em redução de custo.

As primeiras panelas desse tipo que foram desenvolvidas apresentavam uma espécie de bacia para transferência do metal do forno de fusão para o interior da panela, controlando esse fluxo, como mostrado na Figura 9, que corresponde ao sistema convencional.

O orifício utilizado para a transferência de metal da bacia para a panela é posicionado de forma que o metal não entre imediatamente em contato com a liga nodulizante, que é colocada em um reservatório situado em um plano inferior.

Figura 10 - Panela com tampa dotada de bacia com orifício afunilado utilizada para produção de ferro fundido nodular (Forrest & Wolfensberger, 1980).

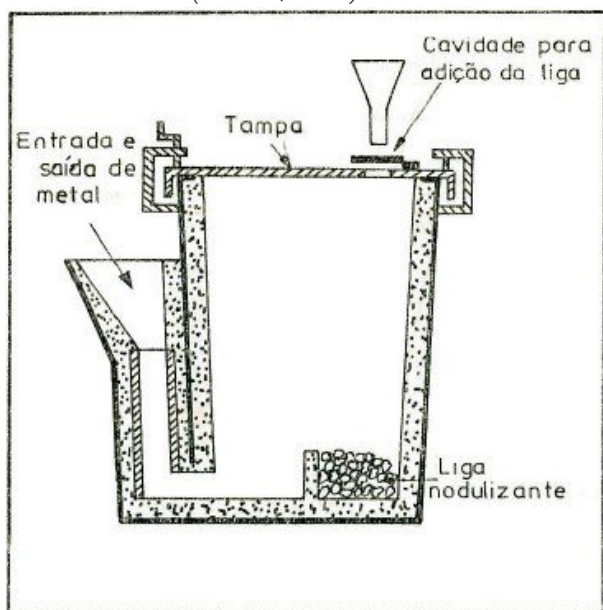


Foi realizada uma avaliação inicial relativa à redução na geração de fumos e luminosidade, que foi estimada em 80 %, tendo - se condições de operação bem mais seguras.

A bacia mostrada na Figura 10 deve ser mantida sempre cheia de metal líquido, para reduzir a perda de magnésio.

Também foram desenvolvidas várias outras alternativas, destacando - se a mostrada na Figura 11, com tampa fixa e bico de chaleira.

Figura 11 - Panela com tampa e bico de chaleira ("tundish cover") utilizada para produção de ferro fundido nodular (Forrest, 1982)



Com o uso dessa alternativa a transferência de metal para a panela pode ser realizada em menor período de tempo.

O processo de panela com tampa dotada de orifício afunilado resulta em diminuição bastante acentuada da liberação de fumos e de luminosidade que são observados durante a reação de nodulização.

Os rendimentos de adição de magnésio obtidos com esse processo de nodulização ("tundish cover") situam - se geralmente entre 50 e 75 % (Guesser et al, 1990 , Skaland, 1996).

3.6 PROCESSOS DE TRATAMENTO NO FLUXO DE METAL

Os processos de nodulização no fluxo de metal líquido utilizam unidades para tratamento situadas entre o forno e a panela de vazamento (Guesser et al, 1990).

Foram desenvolvidas algumas alternativas de tratamentos de nodulização utilizando ligas Fe - Si - Mg, tais como Imconod (Palmer & Whight, 1985), Nodulização em câmara externa (Souza Santos et al, 1986), Spherocast (Gorla, 1987), ou ainda Flotret (Dunks & Race, 1981; Steel, 1987 ; Silva & Carmo, 2001), que é o mais empregado entre os tratamentos de nodulização no fluxo do metal líquido,

No processo Flotret, a unidade de tratamento é posicionada com uma certa inclinação em relação à horizontal, e possui uma bacia de vazamento anterior à câmara onde é colocada a liga nodulizante e um canal de saída (Dunks, Hobman, Mannion , 1974).

A câmara de reação é a principal característica do processo Flotret. Apresenta seção transversal retangular, dotada de uma componente de refratário contendo uma cavidade para colocação da liga nodulizante. Esse item tem ainda o objetivo de desviar o fluxo de metal, promovendo agitação do metal para se obter maior eficiência na reação.(Flotret Process, 1975 ; Bakkerus & Holst, 1981 ; Heine, 1983).

Após uma etapa inicial de desenvolvimento foram efetuadas modificações no projeto da câmara e passou - se a usar a liga Fe - Si - Mg em partículas de 1 a 4 mm.

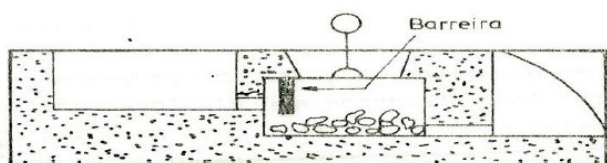
A câmara de reação evidenciava, então, uma peça de refratário para exercer o efeito de uma espécie de dique, empregando - se ainda uma relação entre as áreas nos canais de en-

trada e saída da câmara de 2:1, de modo a garantir a completa dissolução da liga na câmara, evitando – se a ocorrência de acúmulo de impurezas.

A Figura 11 mostra a configuração da câmara de reação para o processo Flotret.

Essas modificações efetuadas na câmara de re-

Figura 11 – Projeto alterado da câmara Flotret (Dunks, Hobman, Mannion, 1974).



ação resultaram na dissolução completa da liga, que passou a ocorrer nos 3 / 4 iniciais do tempo de vazamento, tendo – se ainda tempo suficiente para realizar a limpeza da câmara, por meio do fluxo restante de metal líquido.

Novas alterações, mostradas na Figura 12, foram incorporadas pouco depois, visando possibilitar a recarga da liga nodulizante sem a necessidade de limpeza entre operações sucessivas, devido ao uso de relação de 2:1 entre as áreas nos canais de entrada e saída.

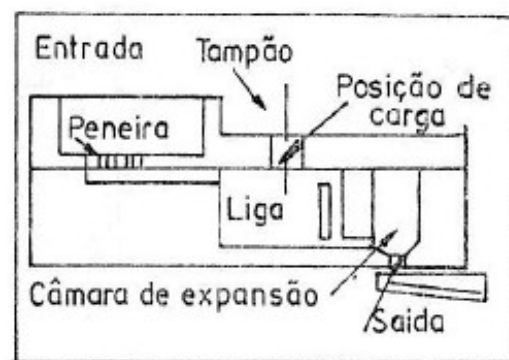
A liga nodulizante granulada era colocada através de um funil, por um orifício situado na região superior da câmara.

Foi também incluído o uso de um tampão, para permitir a recarga das adições da liga nodulizante e também a vedação da câmara de reação durante a operação com o vazamento do metal líquido, evitando assim a luminosidade da reação e a saída de fumos para o ambiente da fundição.

Com essas alterações na câmara de reação tornou-se possível obter a completa dissolução da liga e também evitar o acúmulo de impurezas.

No processo Flotret as adições de liga nodulizante Fe - Si - Mg (5 - 7 % Mg) situam – se, em geral, en-

Figura 12 - Esquema mostrando o Processo Flotret de nodulização (Bakkerus & Holst, 1981).

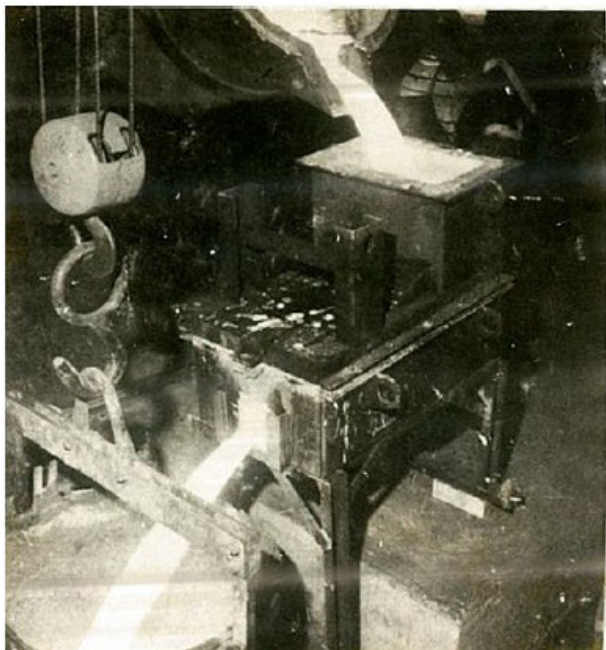


tre 0,7 e 0,9 %, tendo – se elevado rendimento de adição de magnésio (Dunks, Hobman, Mannion, 1974). A Figura 13 apresenta uma fotografia da unidade de tratamento Flotret em operação.

As principais vantagens do processo “Flotret” são rendimento de adição de magnésio elevado, prática operacional relativamente simples, boas condições de segurança de trabalho e controle ambiental muito bom.

As limitações referem-se a menor flexibilidade operacional quanto a diferen-

Figura 13 - Produção de ferro fundido nodular utilizando o processo Flotret de nodulização (Bakkerus & Holst, 1981).



tes quantidades de ferro fundido a ser tratado e a restrição quanto ao teor máximo de enxofre do ferro base, geralmente de até cerca de 0,020 a 0,030 %.

No método Flotret é necessário efetuar adição de inoculante na panela de vazamento, o que não é preciso no caso do processo de nodulização no molde.

Os rendimentos de adição de magnésio com a utilização desse processo no fluxo de metal líquido são de cerca de 65 a 75 % (Souza Santos & Pieske, 1985 ; Guessser et al, 1990).

3.7 PROCESSO INJEÇÃO DE TUBO DE AÇO CONTENDO AGENTE NODULIZANTE ("CORED WIRE")

Esse processo consiste na introdução no metal líquido, situado em uma panela dotada de tampa, de um tubo de aço flexível contendo o agente de tratamento ("cored wire"),

que é injetado por uma máquina que realiza a alimentação desse tubo (Hiebert & Watmough, 1980 ; Bruckmann & Klein, 1989 ; Guessser et al, 1990, Cairns, 1992 ; Finardi & Basciani, 1995 ; Tandon, 1995 ; Skaland, 1996 ; Tandon, 1996 ; Holmes & Reisinger, 1998 ; Jounuleit & Ebert, 2001).

Figura 14.1 (Cairns, 1992 ; Jounuleit & Ebert, 2001)

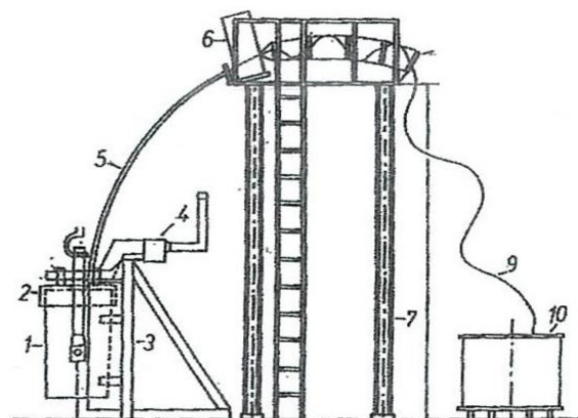
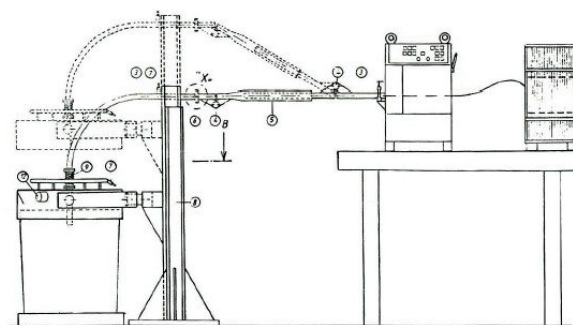


Figura 14.2 (Finardi e Basciani, 1995)



Essencialmente utiliza – se um arranjo semelhante às alternativas mostradas nas representações esquemáticas das Figuras 14.1 e 14.2.

O método apresenta também a possibilidade de realizar simultaneamente a dessulfuração e a nodulização (Bruckmann & Klein,

1989 ; Cairns, 1992 ; Finardi & Basciani, 1995 ; Tandon, 1995 ; Skaland, 1996 ; Tandon, 1996 ; Holmes & Reisinger, 1998 ; Jounuleit & Ebert, 2001) sendo possível ainda adicionar o inoculante durante a reação.

A etapa inicial deste desenvolvimento consistiu no revestimento de fios (arames) de magnésio puro com chapas de aço, originando – se daí a designação do método de nodulização - “ cored wire ” (Hieber & Watmough , 1980)

Outra característica muito importante desse método é a de que se utiliza o peso exato de metal a ser tratado e também se determina a efetiva temperatura em que será realizada a adição do agente nodulizante (Finardi & Basciani, 1995). A velocidade de introdução do tubo no metal líquido é controlada em função da porcentagem de enxofre do metal base, temperatura de tratamento e do teor residual de magnésio que se tem como objetivo.

Nesse processo de nodulização de ferros fundidos emprega – se uma panela de geometria simples (Bruckmann & Klein, 1989; Finardi & Basciani, 1995; Skaland, 1996; Gaviniaux & Lamorlette ; Jounuleit & Ebert, 2001) obtendo – se melhores resultados de rendimento de adição de magnésio empregando – se relação altura / diâmetro de 2:1, ou um pouco mais, portanto como também se constata com o emprego de outros processos de nodulização em panelas.

A tampa da panela tem um pequeno orifício, para a introdução do tubo

O método apresenta também a possibilidade de realizar simultaneamente a dessulfuração e a nodulização (Bruckmann & Klein, 1989; Cairns, 1992; Finardi & Basciani, 1995; Tandon, 1995; Skaland, 1996; Tandon, 1996; Holmes & Reisinger, 1998; Jounuleit & Ebert,

2001) sendo possível ainda adicionar o inoculante durante a reação.

A etapa inicial deste desenvolvimento consistiu no revestimento de fios (arames) de magnésio puro com chapas de aço, originando – se daí a designação do método de nodulização - “ cored wire ” (Hieber & Watmough , 1980)

Outra característica muito importante desse método é a de que se utiliza o peso exato de metal a ser tratado e também se determina a efetiva temperatura em que será realizada a adição do agente nodulizante (Finardi & Basciani, 1995). A velocidade de introdução do tubo no metal líquido é controlada em função da porcentagem de enxofre do metal base, temperatura de tratamento e do teor residual de magnésio que se tem como objetivo.

Nesse processo de nodulização de ferros fundidos emprega – se uma panela de geometria simples (Bruckmann & Klein, 1989; Finardi & Basciani, 1995; Skaland, 1996; Gaviniaux & Lamorlette; Jounuleit & Ebert, 2001) obtendo – se melhores resultados de rendimento de adição de magnésio empregando – se relação altura / diâmetro de 2:1, ou um pouco mais, portanto como também se constata com o emprego de outros processos de nodulização em panelas.

A tampa da panela tem um pequeno orifício, para a introdução do tubo

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos de tratamento do metal líquido para produção de ferros fundidos nodulares mais utilizados industrialmente empregam magnésio como elemento nodulizante. O cério e outros metais do grupo das terras raras e o cálcio também promovem a obten-

ção de grafita de forma esferoidal durante a solidificação, mas são pouco usados.

Para se obter grafita de forma esferoidal na microestrutura de ferros fundidos, a recomendação é de que os teores residuais de magnésio devem se situar entre 0,030 a 0,060 %, sendo utilizadas adições de magnésio metálico, na forma de ligas ou ainda produtos ou compostos.

O ferro base a ser empregado para a produção dessas ligas deve apresentar os menores teores possíveis de oxigênio e enxofre (% S < 0,020).

Dentre os processos mais empregados industrialmente, os que utilizam magnésio metálico e / ou liga Fe - Si - Mg contendo, mais elevadas porcentagens desse elemento, por exemplo, desde cerca de 15 até pouco mais de 40 %, como conversor, imersão por sino e injeção de tubo flexível de aço contendo o agente nodulizante permitem realizar simultaneamente a dessulfuração e a nodulização do metal líquido.

Para ferros base contendo elevada concentração de enxofre, como é o caso de empresas que utilizam fornos cubilô como equipamento de fusão, tem-se ainda a alternativa de se efetuar a dessulfuração para depois realizar novo aquecimento em fornos elétricos, o que é designado como sistema duplex cubilô + forno elétrico.

A presença de elementos deletérios à morfologia nodular da grafita (Pb, Bi, As, Te, Sb, Ti) no ferro base para a produção de ferros fundidos nodulares pode ser neutralizada por adição de 0,005 a 0,020 % Ce ou outros metais do grupo das terras raras..

São também variáveis de processo importantes a serem consideradas para definir o

processo de nodulização a ser empregado a temperatura de tratamento e o tempo transcorrido entre o término da nodulização e a solidificação nos moldes que serão vazados.

Os processos de nodulização que empregam ligas, principalmente as Fe - Si - Mg que são bastante utilizados são ainda o processo sanduiche, por sua facilidade de operação, possibilidade de obter rendimentos de adição de magnésio maiores que o de simples transferência e o método de panela com tampa dotada de orifício afunilado ("tundish cover"), que tem a vantagem adicional de possibilitar condições muito melhores de preservação do meio ambiente.

Os processos de nodulização no molde ("in mold") e de tratamento no fluxo de metal líquido ("flow through") usam também ligas Fe - Si - Mg e possibilitam a obtenção de resultados mais elevados de rendimentos de adição de magnésio e melhores condições para preservação do meio ambiente que os de simples transferência ou sanduiche, mas evidenciam algumas limitações que são também descritas neste trabalho.

O processo de injeção de tubo flexível de aço contendo o(s) agente(s) nodulizante(s) constitui uma alternativa importante, que tem aumentado sua participação nas indústrias para fabricar peças em ferros fundidos nodulares.

A definição referente ao processo de nodulização a ser utilizado em uma determinada situação dependerá sempre de um conjunto de condições de segurança de operação, preservação do meio ambiente, reprodutibilidade de resultados, custos operacionais e dispêndios relativos aos investimentos necessários.

AGRADECIMENTOS

ABSS registra seu agradecimento pelo aprendizado decorrente do exemplo proporcionado pelas brilhantes trajetórias profissionais dos Professores Doutores Renato Rocha Vieira, Ferdinando Luiz Cavallante e Adolar Pieske e do Eng. (M. Eng.) Luis Montenegro Chaves Filho (in memoriam). ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFS Ductile Iron Molten Metal Processing, 26p. Des Plaines, Illinois, 1974.
- AFS Ductile Iron Handbook, editors Henning, W. e Mercer, J., Des Plaines, Illinois, 1992.
- Alt, A. et al AFS Transactions, v. 80, p. 167-172, 1972.
- Alt, A. et al Foundry, v. 100, n. 7, p. 55-57, 1972.
- Amin, A. S. & Loper Jr, C. R. AFS Transaction, v. 86, p 505-512, 1978.
- Anderson, J. V. & Benn, D. Covered treatment for the ladle for the production of ductile iron, Quebec Iron and Titanium Progress Report, s.d.
- Appendino, P. et al La Fonderia Italiana, v. 10, p. 299-304, 1982.
- Bakkerus, H. & Holst, B. J. Modern Casting, v. 71, n. 3, p. 41-44, mar 1981.
- Barton, R. BCIRA Report 1188, p.236-246, mai 1975.
- Barton, R. BCIRA Confidential Report 1188, 1975.
- Barton, R. The British Foundryman, v. 70, n. 6, p. 153-168, jun 1977.
- Barton, R. BCIRA Conference – Technology for the 80's p. 4-1-4-14, 1979.
- Barton, R. BCIRA Technology for the 80th, p. 4-1 - 4-14, 1979.
- Barton, R. Foundry Trade Journal, v. 161, n. 3334, p. 119-121, fev 1987.
- Barton, R. Comunicação pessoal. Birmingham, abr. 1994.
- BCIRA Broadsheet 185. Dessulphurizing molten cast iron with a lime-fluorspar mixture. BCIRA 1980.
- Borgeaud, P. Hommes et Fonderie, p. 25 – 30, dez 1977.
- Bradaschia, C. ABM Boletim, v. 15, n. 57, p. 719-735, 1959.
- Bruckmann, H. & Klein, J. Modern Casting, v. , n. 12, p. 2, 1989.
- Bryant, M. D. Foundry Trade Journal, v. 145, n. 3143, p. 381-390, 1978.
- Cairns, R. The Foundryman, Technical Paper, 4 p., set 1992.
- Capelle, G. A. F. & Woelke, G. Giesserei, v. 65, n. 8, p. 175-178, 1978.
- Castello Branco, C. H. A formação de grafita no estado bruto de fundição em aços grafiticos ao alumínio. Dissertação para obtenção do título de Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1977.
- Cavallante, F. L. Metalurgia ABM, v.29, n. 187, p. 419-421, 1973.
- Ciow, S. G. AFS Transactions, v. 79, p. 401-410, 1979..
- Clark, R. AFS Transactions, v. 73, p. 442-445, 1966.
- Coon, P. M. BCIRA Report, n. 1345, p. 50-60, jan. 1979
- Coon, P. M. AFS Transactions, v. 107, p. 471-480, 1980.
- De Sy, A. L. International Foundry Congress. Paris, out. 1948.
- De Sy, A. & Vidts, J. Métallurgie Structurale

Theorique et Appliquée. Dunod, Paris, 12. Edition, 1968.

Dixon, R. H. T. & Hinchley, D. AFS Transaction, v. 73, n. 8, p 11-14, 1980.

Dixon, R. H. T. & Hinchley, D. The British Foundryman, v. 73, n. 8. p. 11-14, ago 1980.

Donoho, C. K. The Iron Age, p. 97-99, 24 fev 1949.

Dunks, C. M. ; Hobman, G. ; Mannion, G. AFS Transactions, v. 82 , p. 401-406, 1974.

Dunks, C. M. & Race, B. The British Foundryman, v. 74, n. 5, p. XV-XIX , mai 1981.

Einer, B. Giesserei, v. 64, n. 25, p. 676-677, 1977.

Fallon, M. J. 6º Congresso Brasileiro de Fundição - CONAF 95. Associação Brasileira de Fundição – ABIFA, São Paulo, p. 285-298, set. 1995.

Finardi, J. & Basciani, K. Associação Brasileira de Fundição, Congresso Nacional de Fundição 1995, São Paulo, 12 p., 1995.

Forrest, R. D. & Wolfensberger, H. AFS Transaction, v. 88, p 421-426, 1980.

Forrest, R. D. & Wolfensberger, H. Foundry Trade Journal, v. 150, n. 3208, p. 411- 427, 1981.

Forrest, R. D. The British Foundryman, v. 75, n. 4, p. 41-51, 1982.

Forrest, R. D. Foundry M&T, Part II, p. 83-88, abr 1983.

Forrest, R. D. Colada, v. 6, 1-4 – 10-4, 1983.

Fornander, S. ; Kalling, B. Journal of Metals, v. 3, n. 9, p. 739-741, 1951.

Fuller, A. G. Metallurgical effects in electric furnace. BCIRA International Conference, Paper 8, 11 p., s/ d.

Gagnebin, A. P. ; Millis, K. D. ; Pilling, N. B. The Iron Age, v. 163, n. 7, p. 76-84, 17 fev 1949.

Gavigniaux, C. & Lamorlette, D. Foundry Trade Journal, s/ d.

Ghorpade, R. W. ; Heine, R. W. ; Loper Jr, C. R. AFS Transactions, v. 83, p. 193, 1975.

Goria, C. A. BCIRA International Conference, Warwick, 1987.

Gröeber, H. & Hanemann, H. Archiv für das Eisenhüttenwesen, v. 11, p. 199-202, 1937.

Gruhl, A. H. Metalurgia ABM, v. 29, n. 187, p. 421, 1973.

Guesser, W. L. et al Seminário Inoculação e Nodulização de Ferros Fundidos. Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM, São Paulo, SP, 21 p, 1990.

Guesser, W. L. Propriedades Mecânicas dos Ferros Fundidos, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, SP, 336 p, março 2009.

Hachtman Jr, R. L. Modern Casting, v. 73, N. 10 , p. 24-27, out 1983.

Hanemann, H. & Schrader, A. Atlas Metallographicus, v. 2, n. 5, p. 37, 1936.

Heine, H. J. Foundry M&T, v. 104, n. 5 , p. 78-84, 1976.

Heine, H. J. Foundry M&T, v. 106, n. 5 , p. 118-122, 1978.

Heine, H. BCIRA International Conference, Warwick, 1987.

Heine, R. W. AFS Transactions, V. 102, p. 985-1002, 1994. ■



ABIFA
Associação
Brasileira
de Fundação

FUNDIÇÃO

& matérias-primas

Envie seu
artigo para o
caderno
técnico

escreva para
comunicacao@abifa.org.br



2026

DATA/LOCAL	EVENTO	ORGANIZAÇÃO
23 de março Joinville (SC)	Seminário Inovações Tecnológicas em fornos de fusão e vazamento automático	https://encurtador.com.br/bMxV
13 a 17 de abril Düsseldorf - Alemanha	TUBE	https://emmebrasil.com.br/
15 a 16 de abril Monterrey - México	DIE CASTING EXPO MEXICO	https://meitechexpo.com/
24 de abril a 1 de maio Ribeirão Preto - SP	AGRISHOW	https://www.agrishow.com.br/
20 de maio Online	Conexão Abipeças	https://www.sindipecas.org.br/eventos/detalhes.php?cod=1866&t=5
21 a 24 de julho São Paulo - SP	FENAF 2026 21ª Feira Latino-Americana de Fundição	https://www.fenaf.com.br/site/
21 a 24 de julho São Paulo - SP	CONAF 2026 Congresso ABIFA de Fundição	https://www.fenaf.com.br/site/
4 a 6 de agosto Serra - ES	MEC SHOW Feira da Inovação Industrial	https://www.mecshow.com.br/

As empresas Anunciantes desta edição estão relacionadas abaixo. Clique nas logomarcas e conheça as suas linhas de atuação.





APRESENTA:



FENAF2026

21ª FEIRA LATINO-AMERICANA DE FUNDIÇÃO

**A MAIOR EDIÇÃO
DOS ÚLTIMOS ANOS**

5,8K M² DE ÁREA COMERCIALIZÁVEL



NOVO LOCAL:

SÃO PAULO EXPO
EXHIBITION & CONVENTION CENTER