

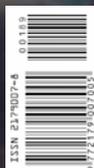
REVISTA OFICIAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FUNDIÇÃO | ABIFA



FUNDIÇÃO

& MATÉRIAS-PRIMAS

- AVALIAÇÃO DO DESGASTE DE MATERIAIS FUNDIDOS EM TRIBÔMETRO
- TRATAMENTO DE DESGASEIFICAÇÃO DE ALUMÍNIO FUNDIDO
- GRAU DE MODIFICAÇÃO POR ESTRÔNCIO EM LIGAS DE ALUMÍNIO
- USO DO CARBETO DE SILÍCIO COMO PRÉ-INOCULANTE



BENTOMAR

A parceria certa para sua Empresa

☎ 11 2721-2719

✉ vendas@bentomar.com.br

www.bentomar.com.br



A Bentomar inova, aprimora seus produtos, serviços e atendimento, tudo para que você Fundidor encontre o que precisa de forma rápida, eficaz e com segurança!

Nossos Produtos



Areia Shell



Inoculantes



Luvax Exotérmicas e Isolantes



Tintas Refratárias

Colas * Desmoldantes * Fluxos para Não ferrosos * Silicato * Bentonita
Aditivos * Refinador Metálico * Alumínio Estrôncio * Refratários
Resinas * Catalisadores para Moldagem

ABIFA
Associado



D

e fato, o ano começou pior do que se esperava. A crise institucional motivada por conflitos de interesses entre o executivo e o legislativo engessou o Brasil de tal forma que o descrédito tomou conta dos agentes econômicos. Enquanto esse nó não afrouxar ninguém pode prever nem desfecho nem solução e ainda que venhamos a permanecer no fundo do poço, difícil será imaginar quanto mais irá piorar e quando dele sairemos.

Assim o setor produtivo continua acéfalo, vivenciando um drama sem perspectiva de solução, pois o único interesse dos nossos governantes é locupletarem-se no poder eterno, pouco se lixando com a pior crise da nossa história e suas trágicas consequências para a família brasileira.

Seria possível imaginar um cenário em que equacionado o conflito de poder, a economia ficasse livre para desenvolver-se livremente por demandas de mercado? Acredito que ainda não, porque a sociedade cada vez mais organizada e vigilante cobrará judicialmente por este desatino, por esta tragédia que estamos vivendo.

No Brasil, Política e Economia sempre viveram uma relação incestuosa como de fato, é histórico na América Latina. Assim, uma relação apenas mínima entre ambas seria salutar como o é nos Países desenvolvidos.

Mas não, nós industriais somos vistos apenas como fonte de geração de impostos e sendo assim, para o governo tanto faz produzir no Brasil ou importar, pois a arrecadação tributária é a mesma! Se milhões de brasileiros estão perdendo emprego, se milhares de indústrias fecham as portas, se a concorrência internacional está liquidando o nosso mercado, se os juros e os impostos nos sufocam ora, isso tudo é incompetência dos industriais brasileiros!

O empreendedorismo, riqueza maior de qualquer nação se resume então apenas a uma consideração contábil chinfrim.

Grande parte dos políticos e dos governantes não conseguem perceber a importância da nossa indústria, o significado da capacidade geradora de bem estar, de tecnologia, de conhecimento, de inovação. Não imaginam o benefício do **Made in Brasil**, não entendem o que é Evasão de Talentos, não imaginam as dificuldades de vencer desafios, de acompanhar o desenvolvimento mundial, nem sonham como é duro ter que investir com resultados negativos. E porque não entendem?

Porque vivem em permanente **“zonas de conforto”** a risco zero; porque nunca tiveram que produzir algo concreto na vida, nunca foram capazes de gerar seus próprios sustentos, pelo contrário sugam o Estado, institucionalizando o “dolce far niente”

O único interesse dos nossos governantes é locupletarem-se no poder eterno, pouco se lixando com a pior crise da nossa história

e locupletando-se da corrupção.

Assim o sistema produtivo e o mercado esperam que um milagre se concretize através do judiciário realizando o desejo de ruptura nos altos escalões, por mudanças.

Governo fraco, incompetente, permeado de corporativismo e sindicalismo petista, vítima de 13 anos de governos desastrosos, incapaz de reconhecer seus erros, refém da esquerdopatia sul americana e que ainda tem a coragem de pedir confiança, investimentos, emprego a nós industriais que já não aguentamos mais de carregá-lo nas costas.

É este o Brasil de que devemos nos orgulhar?

Este é o Brasil do Futuro ou o Brasil do Nunca?

Neste ambiente aterrorizante a indústria de transformação está sendo dizimada sem piedade e os poucos que resistem, da forma que puderem, são os verdadeiros heróis e devem se orgulhar, juntar forças e aguardar a queda da Bastilha porque esta não tardará!

Remo De Simone
Presidente





Edição 189
Fevereiro 2016



03 EDITORIAL

07 NOTAS & INFORMAÇÕES

09 DE AMIGO PARA AMIGO

12 Apex - Brasil

16 ABNT/CB-59

21 ÍNDICES SETORIAIS

27 CADERNOS TÉCNICOS





www.comilcoversand.com.br
atecnica@comilcoversand.com.br



Unid. Administrativa (11) 2942-4022 | Unid. Industrial I (11) 4646-2600 | Unid. Industrial II (19) 3469-3020 / (19) 3469-9560

CONHEÇA A LINHA DE PRODUTOS COMIL E SEUS PARCEIROS



LUVAS E CONES

Luvas Super Exotérmicas, Exotérmicas e Isolantes para fundição de peças complexas. Cones para tamponamento.



TINTAS

Tintas utilizadas em moldagem e macharia de todos os processos a base de Álcool e base de Água.



RESINAS E CATALISADORES

Resinas utilizadas em moldagem e macharia nos processos de fundição.



AREIA

Areia coberta para **Shell Molding** Comil Cover Sand. São produzidas de acordo com a necessidade do cliente.



FLUXOS

Produtos auxiliares para tratamento de metais não-ferrosos

NOSSOS PARCEIROS

LANIK
FOAM CERAMICS



FILTROS CERÂMICOS

Foundry Ecocer



FLUXOS GRANULADOS
TRAT. NÃO-FERROSOS

PRODUTOS ALEASTUR

ALEASTUR
ASTURIANA DE ALEACIONES S.A.



Al Ti 5% B 1% COILS
Refinador de Grãos



Al Ti 5% B 1% STICKS
Refinador de Grãos



Al Sr 10% CONTIBAR
Modificador de Silício



Al V 10% WAFFLE
Anti-liga p/ adição de Vanádio

REVISTA DA ABIFA – FUNDIÇÃO & MATÉRIAS – PRIMAS

| | |
|--|---|
| Editor/Coordenação Geral | Jurandir Sanches Carmelio MTB - 63.420 |
| Diretora de Arte | Thais Moro |
| Assistente de Arte | Gabriela Maciel |
| Comunicação | Carla Cunha |
| Coordenador Técnico | Weber Büll Gutierrez wgutierrez@abifa.org.br |
| Tradução | Roberto Seabra Valeria Martins Elia - Tranxlate |
| Colaboradores | Lylían Fernanda Camargo |
| Capa | Jurandir Sanches Carmelio (criação) Thais Moro (desenvolvimento) |
| Fotos e Imagens | Rafaela Santanegra Stockschng (banco de imagens) |
| Publicidade | publicidade@abifa.org.br Tel.: (+55 11) 3549-3344 Fax: (+55 11) 3549-3355 |
| Gerência Comercial | Eduardo Madeira revista@abifa.org.br |
| Representantes São Paulo | Dorival Pompêo comercial@abifa.org.br Tel.: (+55 11) 98135-9962 Marisa Coan marisa.comercial@abifa.org.br Tel./Fax: (+55 11) 4224-3710 |
| Regional Minas Gerais | Samuel Gomes Mariano abifa-mg@abifa.org.br Tel.: (+55 37) 3249-1788 (+55 37) 9121-0336 |
| Regional Paraná / Sta. Catarina | Rangel Carlos Eisenhut rangel@abifa.org.br Tel.: (+55 47) 3461-3340 |
| Regional Rio Grande do Sul | Grasiele Bendel abifa-rs@abifa.org.br Tel.: (+55 54) 3538-5177 |
| Conselho Editorial | Adalberto B. S. Santos, Aldo Freschet Amandio Pires, Antônio Diogo F. Pinto Augusto Koch Junior, Ayrton Filleti Ênio Heinen, Fernando Lee Tavares Hugo Berti, Ricardo Fuoco, Weber Büll Gutierrez, Wilson Guesser. |

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FUNDIÇÃO

| | |
|---|--|
| ABIFA | ABIFA Av. Paulista, 1.274 – 21º andar CEP 01310-925 Tel.: (+55 11) 3549-3344 Fax: (+55 11) 3549-3355 fmp@abifa.org.br |
| Secretário Executivo | Roberto João de Deus |
| Regional Paraná / Santa Catarina | Av. Aluísio Pires Condeixa, 2.550 2º andar – Saguazu CEP 89221-750 – Joinville/SC Tel.: (+55 47) 3461-3340 abifa_sul@abifa.org.br |
| Regional Minas Gerais | Rua Capitão Vicente, 129 – 3º andar Ed. CDE – CEP 35680-056 Itaúna – MG Tel.: (+55 37) 3249-1788 abifa-mg@abifa.org.br |
| Regional Rio Grande do Sul | Grasiele Bendel Tel./Fax: (+55 54) 3538-5177 abifa-rs@abifa.org.br |
| Arte e Produção | L2 Propaganda, Comunicação e Design Tel.: (+55 11) 97579-6343 www.L2propaganda.com.br |
| Impressão | Gráfica Vox |
| Distribuição | ACF Pamplona |
| Parceria – Intercâmbio | <i>Giesserei</i> - Alemanha <i>Foundry Trade Journal</i> - Inglaterra <i>Foundryman</i> - Índia <i>Moldeo Y Fundicion</i> - México <i>El Fundidor</i> - Argentina <i>Modern Casting</i> - EUA <i>Fundição</i> - Portugal |
| Fale Conosco | |
| Estatística | jcarmelio@abifa.org.br |
| Eventos | rbernardini@abifa.org.br |
| Financeiro | financeiro@abifa.org.br |
| Imprensa | imprensa@abifa.org.br |
| Publicidade | revista@abifa.org.br |
| Recursos Humanos | rh@abifa.org.br |
| Revista | fmp@abifa.org.br |
| Secretário-Executivo | rdeus@abifa.org.br |
| Técnico | wgutierrez@abifa.org.br |

A Revista da ABIFA é uma publicação mensal da ABIFA – Associação Brasileira de Fundição – dirigida à toda cadeia produtiva do setor, às indústrias de fundição, seus fornecedores de produtos, serviços e clientes. Os artigos assinados são de responsabilidade de seus autores e não necessariamente refletem as opiniões da revista. Não é permitida a reprodução total ou parcial das matérias sem expressa autorização da ABIFA.

Publicações

- Anuário - Guia de Fundições
- Revista da ABIFA
- Dicionário de Fundição e Tratamento Térmico (Português - Inglês)
- Dicionário de Usinagem e Tratamento Térmico (Português - Inglês)
- Dicionário de Fundição Português-Alemão
- Edição Especial Cadernos Técnicos



CEMP REVISA AS RECOMENDAÇÕES DE ENSAIOS PARA MOLDAGEM E MACHARIA E LANÇA CARTÃO PEN DRIVE

A CEMP – Comissão de Estudos de Matéria Prima da ABIFA foi criada em 1977, tendo como um dos objetivos “Avaliar métodos de ensaio, especificações e desenvolvimentos específicos, métodos de verificação e calibração de equipamentos, amostragem e padronização de corpos de prova e materiais de processos de fabricação”. Este objetivo se materializou através de mais de 150 recomendações de ensaios, que se transformou em um Manual de Recomendações. Este Manual de Recomendações já teve várias versões, a primeira foi publicada em duas pastas contendo toda a coletânea de recomendações, a segunda foi publicada em um CD, no ano de 2003, que deu início a era digital das recomendações.

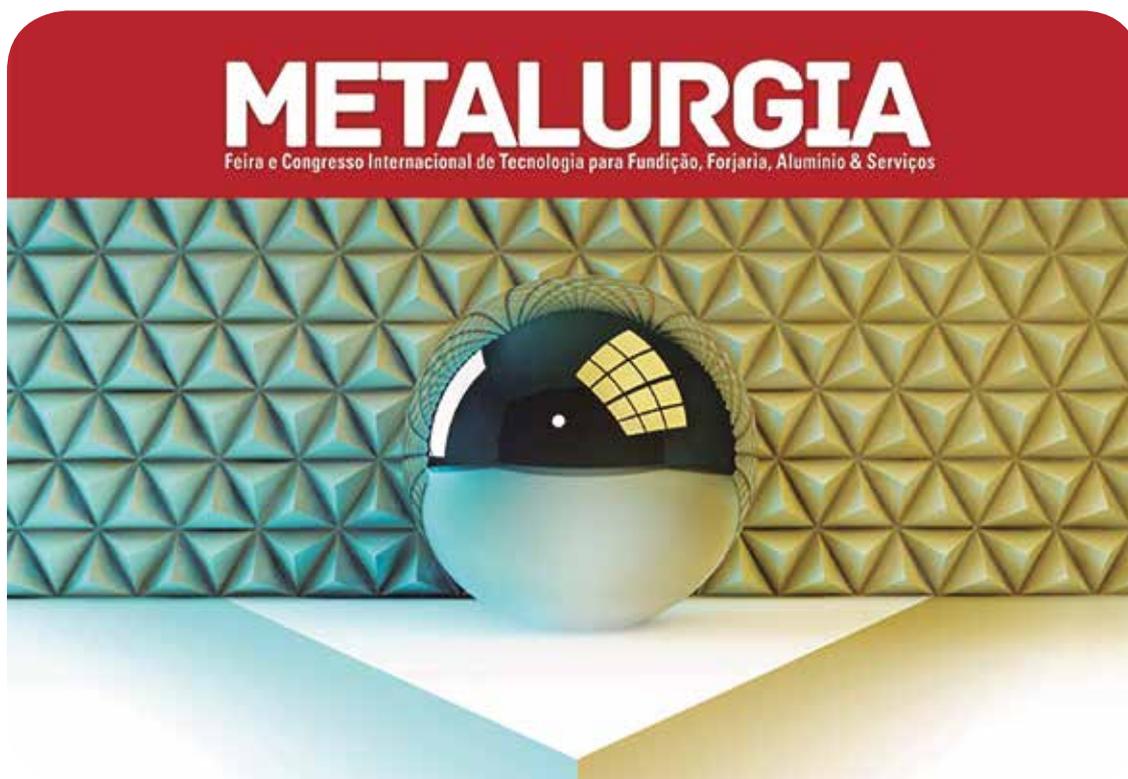
Em 2015 a comissão fez a revisão de todas as recomendações criadas, atualizando, revisando e eliminando aquelas cujos processos entraram em desuso e a era da digitalização nos apresenta o Manual de Recomendações em um Pen Drive em forma de cartão, brinde promocional patrocinado pelas empresas BENTONISA e TECNOFUND. Do cartão pen drive é possível acessar as recomendações através de qualquer computador com entrada USB. A era da digitalização também é marcada pela possível visualização do Manual através do seguinte link encontrado nas “nuvens”. Para acessar é necessário digitar endereço <https://drive.google.com/folderview?id=0BzwyUX81Q9NZLZRTGYzbTRXNGM&usp=sharing> através de computador, notebook, Tablet ou Smartphone e que estejam conectados

à internet. O acesso às recomendações agora é gratuito para todas as empresas de fundição.

A revisão do Manual de Recomendações CEMP 2015 marca uma nova era das recomendações com o início do estudo da Repetibilidade de Ensaio, que é o quanto pode variar um resultado de ensaio quando realizado no mesmo laboratório, pelo mesmo analista e nas mesmas condições.

Bimensalmente as empresas BUSCHLE & LEPPER, BENTONISA, SCHULZ, MINERAÇÃO NILSON, GLP LABORATÓRIO, COQUESUL, UNISOCIESC, TECNOFUND, TUPY, CLARIANT/CBB, RIOSULENSE, CASTIGLIONI/FERRAMAQ, EMBRACO, BUNTECH, GRANAÇO, WEG MOTORES (METAL I, III/IV), e outras enviam seus técnicos para debater, analisar e elaborar procedimento padronizado, que contribuíram e contribuem muito para programas de qualidade assegurada de todas fundições brasileiras e latino americanas. Atualmente há um grupo que está estudando e criando recomendações para o setor de Fusão, avaliando as matérias primas, materiais de correção e insumos utilizados no setor de fusão e outro relativos a moldagem e macharia.

A ABIFA e a atual Coordenação da CEMP convidam você e sua empresa para fazer parte deste seleto grupo de técnicos que contribuem muito para o desenvolvimento das fundições através dos estudos lá realizados. As reuniões acontecem nas dependências da ABIFA na cidade de Joinville - SC.



METALURGIA 2016 ACONTECE EM SETEMBRO, EM JOINVILLE

De 13 a 16 de setembro, a cidade de Joinville (SC) sediará a 10ª Metalurgia - Feira e Congresso Internacional de Tecnologia para Fundição, Forjaria, Alumínio & Serviço - uma realização da Associação Brasileira de Fundição (Abifa), com organização da Messe Brasil.

A Metalurgia ocorre a cada dois anos e a última edição, em 2014, apresentou mais de 400 marcas de nove países: Alemanha, Argentina, Áustria, Brasil, China, Espanha, EUA, Itália e Suíça. Além do intercâmbio de tecnologia com expositores do país e exterior, complementam a programação da feira o Cintec Fundição - Congresso de Inovação Tecnológica e a Powergrid Brasil - Feira e Congresso de Energia.

Uma das expositoras da Metalurgia 2016, a KUTTNER DO BRASIL, fornecedor tradicional da indústria siderúrgica e de fundição, está presente na feira desde sua primeira edição. "Para nós, é um evento importante para encontrar

com os nossos clientes e manter o diálogo, assim como para acompanhar as tendências de mercado", destaca Jörg Hagedorn, sócio-diretor.

A FAI, líder no segmento de mercado de peças fundidas e tubos centrífugados de aço inox, é pela terceira vez presença confirmada. "Entendemos que a feira é a melhor opção no Brasil para apresentar os produtos de nossa fabricação", enfatiza Cláudio Bergamini Mendes, diretor comercial.

A última edição recebeu cerca de 21 mil visitantes de 17 países que atuam, a maior parte (56%), nos setores de fundição, automotivo, de engenharia e de energia, sendo 20% com poder de decisão final de compra. A expectativa é de que tenha gerado R\$ 450 milhões de reais em negócios nos 18 meses seguintes.

Mais informações podem ser obtidas pelo telefone (47) 3451-3000 ou através do site www.metalurgia.com.br.



CUSTOS: ASPECTOS RELEVANTES

Com justa razão, durante a última Reunião Plenária da ABIFA em Caxias do Sul, nosso presidente Remo De Simone sugeriu que eu abordasse este assunto em um de meus bate-papos de "amigo para amigo". Como o conhecimento dos custos é indispensável para a boa gestão de qualquer empresa, aceitei o desafio.

Cada fundição tem seu sistema particular de levantamento de custos. Este sistema pode ser bem primitivo, tipo contabilidade de armazém, ou apresentar crescentes graus de sofisticação. Na medida em que a concorrência aumenta, é normal aparecer a necessidade de melhorá-lo. De alguma forma, toda empresa precisa conhecer os dados gerados por seu setor de custos, em maior ou menor detalhe. Por isso os custos deveriam ser levantados e divulgados, e sua administração deveria ser cobrada de cada setor, individualmente. Uma reunião mensal para divulgar e discutir custos certamente seria benéfica para a administração da empresa. Nem o dono

de uma pequena fundição pode prescindir de uma análise regular de seus custos. Numa empresa maior, convém que cada encarregado seja induzido a administrar a sua parte, para gestão adequada do seu setor. Para que isso ocorra é mister informá-lo sobre seu desempenho, inclusive quanto à evolução dos resultados medidos.

Lembro ainda do curso Avaliação de Custos, coordenado pelo Prof. Koliver nos anos 70, rico em exemplos sobre fundição, pois ele acabara de implantar o sistema BAB na Fundição Tupy. Desde então a ciência da informática tem contribuído decisivamente para facilitar o levantamento e a integração de dados. As fundições de hoje têm à disposição os meios adequados para implantar seus sistemas de custos, ajuda preciosa para cumprimento de seu objetivo maior, pois fornecem dados necessários à boa administração do negócio. Importante é cada um detalhar um sistema de acordo com suas necessidades, mas não pretendo entrar em detalhes a respeito de sua implantação. No momento a intenção é analisar outros aspectos relevantes, de aplicação imediata.

Quanto mais simples a abordagem, melhor. Para

isso usaremos o método dos engenheiros. Entendem eles ser mais fácil de compreender e guardar qualquer experiência a partir de sua reprodução por um gráfico, ou por uma fórmula. Partimos da fórmula que representa a essência do negócio de uma empresa: PV (Preço de Venda) = C (Custo) + L (Lucro). Simples, não é mesmo?

Comete-se um grande erro ao fixar um Preço de Venda menor que o Custo. Não há explicação que o justifique. Isso não deveria ser feito em hipótese alguma porque assim se determina que o Lucro, objetivo maior da empresa, será negativo. A consequência direta é prejuízo na operação, que será tanto maior quanto maior for o faturamento. É isso o que nos informa a equação acima, sem deixar qualquer margem para erros. A falta de um sistema de custos confiável pode levar a esta aberração. Se for o caso, sua implantação passa a ser uma necessidade imediata.

Entretanto, a causa geradora mais frequente desse prejuízo é outra: a compulsão de medir o sucesso da empresa pelo volume do faturamento, esquecendo que o mais importante, fundamental e imprescindível é a geração de lucro. Na intenção de manter o faturamento, o Departamento de Vendas aceita a pressão de uma época de recessão como a que vivemos atualmente, "torrando" preços de venda. Os clientes aproveitam a aparente competitividade de um novo fornecedor que diz ter condições de cobrir o preço de qualquer concorrente. Desta forma comprador e vendedor esquecem uma regra básica: não se estabelece uma relação comercial duradoura quando um dos parceiros tem prejuízo.

Neste sentido destaco um fato que é de conhecimento geral: toda fundição tem o seu nicho. Uma bela imagem sobre o assunto foi apresentada no artigo de uma revista de fundição do final dos anos 50. Colocava o mercado de fundidos como sendo um bolo e recomendava: "Escolha a sua fatia, coma e se dê bem. Não tente comer o bolo todo, pois dá indigestão". Isso significa que há peças em cuja produção uma fundição em particular pode ser imbatível, seja porque desenvolveu uma tecnologia especial, seja por obra dos equipamentos que possui. Vou apresentar um exemplo: considere uma fundição que consegue colocar dois modelos por placa, pois a caixa de moldar o permite, e compare sua competitividade com a de outra fundição que só pode fundir uma peça por vez. Sua velocidade de produção, seu custo da

***A pressão devida
à necessidade de continuar
produzindo um determinado
volume de peças para pagar o
investimento feito, a engenharia,
a administração, etc pode
ser muito grande.***

mão de obra aplicada na moldagem e no vazamento, seu rendimento metalúrgico, etc serão melhores e, salvo por algum outro problema, a primeira fundição terá a possibilidade de fornecer um produto por custo mais competitivo. Não custa repetir um conhecido chavão: peça fundida não é commodity.

Em defesa do vendedor que aceita um pedido com o intuito de manter ou aumentar a produção, lembro que nesta operação pode estar implícita a intenção de diluir custos fixos. Se esta situação não for muito bem avaliada, o resultado poderá ser uma grande ilusão. A pressão devida à necessidade de continuar produzindo um determinado volume de peças para pagar o investimento feito, a engenharia, a administração, etc pode ser muito grande. Certamente será uma péssima solução se os custos, apesar de diluídos, totalizarem um valor que desequilibre a equação mencionada acima, tornando o lucro negativo, assim: $L = PV - C$, sendo $PV < C$ significa desastre certo.

Os compradores de fundidos de grandes companhias se julgam cobertos de razão quando negociam com as fundições. Além de exigirem a manutenção das normas técnicas e dos prazos de entrega, apresentam às fundições suas exigências de comprometimento para melhoria dos preços de venda, através do aprimoramento do processo produtivo. Em tese eles têm razão, pois, sem esta pressão, nossos ganhos de produtividade nas fundições não teriam sido o que foram, após a implantação da indústria automobilística no país. Com sua atitude, eles obrigaram as fundições a melhorar o desempenho, em matéria de ganhos nos custos de todos os tipos. Assim colaboraram para a melhoria da nossa competitividade. O grande fator de desequilíbrio tem sido a inflação, cujo efeito é difícil de mensurar. Atualmente ela está nos colocando em estado de alerta, pois está batendo à nossa porta, de novo!

Sob a perspectiva de Vendas, o levantamento dos custos em uma empresa é fundamental porque coloca limites bem claros. O preço de venda é dado pelo mercado, fundamentado na concorrência. Para que se possa atingir esse preço, mantendo o lucro definido pela administração, é preciso buscar melhorias de custo. Simples e direto: todo o nosso trabalho deve estar centrado na busca de menores custos globais. Assim poderemos atingir os melhores resultados de operação.

Nossa lição de casa está clara, todo nosso esforço deve buscar a redução de custos, e sobre estes podemos agir diretamente. Esta é uma responsabilidade exclusivamente nossa, depende das nossas ações. Vem a ser um lindo trabalho de equipe e, assim sendo, é imprescindível lembrar alguns pontos práticos, de vital importância para o sucesso da empreitada.

Ao enfrentarmos o desafio complexo de reduzir custos, convém buscar as informações necessárias que permitam localizar os setores críticos. Assim saberemos onde centrar nossos esforços e como fazê-lo para atingir a melhor relação custo/benefício. Em vez da guerra total, de resultado duvidoso devido à pulverização de esforços, devemos concentrar esses esforços nas batalhas em que haja maiores chances de ganhos. Será preciso determinar o peso dos diferentes agentes na composição do custo global. Um número crescente de fundições está tomando ciência deste fato, o que é animador. É preciso lembrar que, em função da variação dos preços de insumos e matérias primas, sua incidência sobre o custo global varia de forma dinâmica. Se a participação da energia elétrica era de 13 a 15% e subiu para mais de 20%, é hora de agir, em especial quando as perspectivas de piora são evidentes. A busca de soluções, neste e em outros casos, é multidisciplinar e deve ser coordenada: tentar melhorar o contrato de fornecimento é problema da direção; buscar melhorias de operação dos fornos é responsabilidade da produção; e definir equipamentos auxiliares com o objetivo de atingir melhores consumos na fusão do metal é com a engenharia. Os resultados das ações tomadas devem ser cuidadosamente levantados e debatidos pelas partes envolvidas.

Outras ações semelhantes poderão ser desencadeadas com base na análise dos dados de custos. Convém que sejam embasadas em dados concretos e encaminhadas com objetivos claros. Seus resultados devem ser mensurados e comunicados aos participantes.

Gostaria de lembrar ainda que a inflação é um sério complicador para qualquer sistema de levantamento de custos. Quem vivenciou conhece. A título de raciocínio,

imagine-se uma inflação de 10% ao mês – no passado não muito remoto, houve menores e maiores do que isso. Baseado em um mapa de custos do mês anterior (quando disponível), é necessário preparar hoje uma oferta de preço e prazo de entrega para uma peça. A validade da oferta, para que possa ser analisada pelo cliente, tem que ser de 60 dias. Quem experimentou este tipo de inflação desenfreada sabe das enormes dificuldades em cumprir esta tarefa. Este é apenas um dos muitos prejuízos e dificuldades inerentes a um processo inflacionário. Esperamos hoje que sejam tomadas ações governamentais adequadas para evitar a repetição de uma experiência tão dolorosa. As dificuldades de entendimento do processo inflacionário e da forma de enfrentá-las podem ser medidas pelas decisões tomadas à época por duas companhias estrangeiras. Uma, sediada na Alemanha, desistiu de estabelecer-se no Brasil. A outra, japonesa, vendeu com prejuízo uma empresa comprada alguns anos antes.

Os custos de um processo inflacionário são incomensuráveis, pois o mesmo atinge toda a sociedade. Além de não podermos medi-los, eles fogem totalmente ao nosso controle. Nessa mesma categoria incluem-se os chamados custos de transação, também denominados de "Custos Brasil". A relação deles é muito grande, lembramos alguns para mostrar que também estão fora do nosso controle: despesas adicionais de mão de obra fixadas por lei, aposentadoria precoce, burocracia e favorecimento dos funcionários públicos, deficiências nas comunicações e no transporte de bens e pessoas, regulamentação do meio ambiente, legislação tributária, legislação de proteção a acidentes do trabalho, etc. Sabe-se que, caso sejam mantidas as condições atuais, nossa sociedade não terá condições de sustentação e sobrevivência, ela acabará se tornando inviável. É apenas uma questão de tempo para chegarmos lá.

Felizmente temos condições de atuar sobre nossos custos internos para melhorar nossa competitividade. A responsabilidade e os louros são somente nossos. Mãos à obra. 📌



Enio Heinen é engenheiro metalúrgico formado na UFRGS, com curso de especialização em Fundição na RWTH de Aachen-Alemanha. Foi professor de Fundição na UFRGS durante 28 anos e de metalurgia Física na ETT - Escola Técnica Tupy - Sociesc, trabalhou em diversas fundições brasileiras. Atualmente é consultor técnico em Fundição. E-mail: enioheinen@gmail.com



PROJETO FOUNDRY BRAZIL CONVÊNIO ABIFA / APEX-BRASIL

SOBRE A APEX-BRASIL

A Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil) atua para promover os produtos e serviços brasileiros no exterior e atrair investimentos estrangeiros para setores estratégicos da economia brasileira.

Realiza ações diversificadas de promoção comercial que visam a promover as exportações e valorizar os produtos e serviços brasileiros no exterior, como missões prospectivas e comerciais, rodadas de negócios, apoio à participação de empresas brasileiras em grandes feiras internacionais, visitas de compradores estrangeiros e formadores de opinião para conhecer a estrutura produtiva brasileira, entre outras plataformas de negócios que também têm por objetivo fortalecer a marca Brasil. A Agência apoia cerca de 11.000 empresas em 80 setores da economia brasileira, que por sua vez exportam para mais de 200 mercados.

A Apex-Brasil também atua de diversas formas para promover a competitividade das empresas brasileiras em seus processos de internacionalização, especialmente em inteligência de mercado, qualificação empresarial, promoção de negócios e imagem e atração de investimentos estrangeiros diretos (IED).

Nesse sentido, a atuação da Apex-Brasil consiste em promover a ampliação dos investimentos já realizados e, para os potenciais investidores, fazer o Brasil figurar na "lista curta" de países-alvo e influenciar a decisão de investimento por meio do fornecimento de informações estratégicas, apoio completo ao trabalho de site location (articulando e acompanhando as visitas das empresas aos potenciais estados receptores do investimento) e de aftercare (acompanhamento posterior ao investimento).

Além da sede em Brasília, a Apex-Brasil possui nove

Escritórios de Negócios atuando em importantes mercados globais, como plataformas destinadas a auxiliar no processo de internacionalização das empresas brasileiras, prospectar oportunidades de negócios e incrementar a participação nacional nos principais mercados globais, além de servir de referência para a atração de investimentos estrangeiros.

Os Escritórios de Negócios estão localizados na Ásia (Pequim - China), Oriente Médio (Dubai - Emirados Árabes Unidos), América do Norte (Miami e São Francisco - EUA), América do Sul (Bogotá - Colômbia), América Central e Caribe (Havana - Cuba), Europa Ocidental (Bruxelas - Bélgica), Leste Europeu (Moscou - Rússia) e África (Luanda - Angola).

O QUE É O PROJETO FOUNDRY BRAZIL

O Projeto Foundry Brazil – 5º Convênio ABIFA / Apex-Brasil (Agência Brasileira de Promoção Exportações e Investimentos) - Cooperação Técnico e Financeiro - contempla os vários segmentos do setor de fundição abrangendo: automotivo, ferroviário, agrícola, mineração, energia e infraestrutura. Tem como principais mercados alvo: Estados Unidos, Alemanha, Argentina, França, Itália, Colômbia, Chile, Canadá, África do Sul, China e Rússia, entre outros.

O primeiro projeto teve início em 2005 e atualmente temos 46 fundições participantes.

Nesses 10 anos foram 18 participações em feiras no exterior, com 50 diferentes fundições, totalizando 110 participações.

A expectativa da geração de negócios por feira foi de US\$ 5 a 6 milhões nos seguintes países: Alemanha,

Estados Unidos, França, e México.

Essas participações tiveram como principais objetivos: vendas (exportação); contatos com clientes de todo mundo em um só lugar; visibilidade da empresa; visibilidade da Abifa; conhecimento do mercado mundial; conhecimento da concorrência mundial; conhecimento das tendências; conhecimento das novas tecnologias e conhecimento dos costumes dos países e das feiras.

Outras ações de destaque foram;

- Projeto Comprador (Rodadas de Negócios) no Brasil: 5 eventos com compradores de várias partes do mundo;

- Projeto Imagem: com a participação de jornalistas estrangeiros para a divulgação das empresas participantes do projeto e do setor como um todo. Participaram profissionais da mídia da Alemanha, Estados Unidos, Espanha, Reino Unido, Colômbia e Chile. Foram realizadas 9 Missões Comerciais prospectivas nos seguintes países: Estados Unidos, África do Sul, Canadá, México, Chile, Argentina, Itália, Japão, China e Itália.

Também tivemos a participação em outros eventos

organizados pela própria Apex-Brasil tais como: Projeto Comprador Imagem, Fórmula, Indy, Projeto Copa das Confederações e Copa do Mundo, etc.

Também foram criados vários materiais de divulgação das empresas participantes do Projeto Foundry Brasil no exterior e elaborados estudos de mercado e inteligência comercial por solicitação das mesmas.

Em resumo: o Projeto Foundry Brasil, ao longo desses anos, promoveu uma série de ações de promoção comercial junto as fundições que contemplou, destacando-se: participação em feiras no exterior (18), Rodadas de Negócios (5), Projeto Imagem (5), Projeto Comprador Imagem (2), Projeto Fórmula Indy (2), Missões Comerciais (11) e outras.

As empresas do setor podem se habilitar a participar de todas essas ações através do Termo de Adesão ao Projeto que deverá ser preenchido e assinado pela empresa. Esse Termo não implica em nenhum compromisso da empresa e também não tem nenhum custo envolvido. Somente dessa forma as empresas terão direito a participar desse programa. 

EMPRESAS PARTICIPANTES

- A KALMAN METALÚRGICA KALINDUS LTDA
- AÇOTÉCNICA S.A
- AFFINIA AUTOMOTIVA LTDA
- AMSTED MAXION FUND. E EQUIP. FERROVIÁRIOS LTDA
- AXE INDUSTRIAL LTDA
- BIAGIO DELL'AGLI & CIA LTDA
- CORONA CADINHOS E REFRAATÓRIOS LTDA
- CRUZAÇO FUNDIÇÃO E MECÂNICA LTDA
- DAICAST IND. E COM. LTDA
- ELECTRO AÇO ALTONA
- FAIG FUNDIÇÃO DE AÇO INOX - LTDA
- FARINA S/A COMPONENTES AUTOMOTIVOS
- FULIG FUNDIÇÃO DE LIGAS LTDA
- FUNDIÇÃO ALTIVO S.A.
- FUNDIÇÃO ARAGUAIA LTDA
- FUNDIÇÃO REGALI BRASIL LTDA
- FUNDIÇÃO VENÂNCIO AIRES
- FUNDIMAZZA IND. E COM. DE MICROFUNDIDOS LTDA
- FUPRESA S/A
- GIBBS BRASIL DIE CASTING LTDA
- GRANAÇO FUNDIÇÃO LTDA
- HIDRO JET EQUIPTOS. HIDRÁULICOS LTDA
- HUBNER COMP. E SISTEMAS AUTOMOTIVOS LTDA
- HÜBNER COMP. E SIST. AUT. LTDA - UNID. FUNDIÇÃO
- INDÚSTRIA E COM. DE PEÇAS MRS LTDA
- INDÚSTRIA METALÚRGICA FRUM LTDA
- INDÚSTRIAS ROMI S/A UNIDADE FUNDIÇÃO
- INTERCAST S/A
- LEPE INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA
- MÁQUINAS FURLAN LTDA.
- MENEGOTTI INDS. METALÚRGICAS LTDA
- METAL 2 INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA
- METALURGICA FREMAR
- METALÚRGICA STARCAST LTDA
- PICHININ IND. E COM. LTDA
- REFRATA CERÂMICA LTDA
- SIDERÚRGICA CATARINENSE LTDA
- SULMAQ INDUSTRIAL E COMERCIAL S/A
- TECHNOUSI ALMAR IND E COM DE AUT. E USINAGEM LTDA
- TRUFER COMÉRCIO DE SUCATAS LTDA
- USICAST IND. E COM. LTDA
- VECOM INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA
- VENTISTAMP MET. LTDA
- VOITH HYDRO LTDA
- WHB FUNDIÇÃO SA
- WINCO COMERCIO INTERNACIONAL LTDA

Informações:

Weber Büll Gutierrez – Gerente Técnico
wgutierrez@abifa.org.br – Tel.: (55 11) 3549-3344

Lylian Fernanda Camargo – Assistente Técnico
getec@abifa.org.br – Tel.: (55 11) 3549-3369



PROJETO FOUNDRY BRAZIL CONVÊNIO ABIFA / APEX-BRASIL OPORTUNIDADES DE NEGÓCIOS

Seguindo com a parceria entre a Apex-Brasil (Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos) e a ABIFA (Associação Brasileira de Fundição), apresentamos a seguir nossas ações e serviços.

Além do trabalho focado na promoção comercial, o Projeto Foundry Brazil apresenta uma série de atividades e requer a força unida da nossa indústria. A nossa parceira com a Apex-Brasil nos apoia no desenvolvimento do próximo Planejamento Estratégico, que está sendo realizado e envolve a participação e livre poder de expressão de toda a cadeia produtiva do setor, para que possamos direcionar as nossas atividades de acordo com o interesse das empresas.

FORMAS DE PARTICIPAÇÃO NO PROGRAMA DE FOMENTO À EXPORTAÇÃO: FOUNDRY BRAZIL

1) FEIRAS INTERNACIONAIS/SETORIAIS

As feiras internacionais são excelentes meios pelos quais uma empresa pode realizar sua promoção comercial. Dentre as mais importantes vantagens apontamos: exposição e imagem internacional; oportunidades comerciais; acesso à tecnologia de empresas concorrentes; adequação do produto às exigências internacionais; registros de marcas e patentes no exterior; acordos de tecnologia, joint-ventures; lançamento de produtos; "Benchmarking". Toda estrutura de estande, comunicação visual e serviços, é preparada previamente para

apoio às empresas expositoras brasileiras e são realizados com recursos provenientes da Apex-Brasil.

Toda estrutura de estande (espaço, montagem, mobiliário, recepcionistas, comunicação visual e serviços) é preparada previamente para apoio às empresas expositoras brasileiras e são realizados com recursos provenientes da Apex-Brasil

2) MISSÃO COMERCIAL

É uma visita de um grupo de empresários brasileiros, acompanhados pela Abifa aos países-alvo do projeto, com o objetivo da promoção de negócios, parcerias, a prospecção de novos mercados, estudo da concorrência, visitando o mercado, estudando preços praticados, entre outras atividades. A agenda da viagem pode incluir visita a uma feira do setor, distribuidores atacadistas e varejistas, câmaras de comércio e indústria, centros de pesquisa de setores específicos e encontros de negócios. Tudo é previamente organizado pela Abifa para que os empresários recebam a programação e possam acompanhar a viagem adequadamente.

3) PROJETO VENDEDOR

Consiste no encontro de negócios promovido no país-alvo de interesse entre os empresários brasileiros e compradores estrangeiros do setor de fundição. É uma atividade similar à Missão Comercial, só que com uma programação incluída de reuniões agendadas com os compradores que manifestaram interesse no seu produto.

4) PROJETO COMPRADOR

É um encontro de negócios promovido no Brasil, durante



a feira Fenaf em São Paulo, entre os empresários brasileiros e compradores estrangeiros provenientes dos mercados-alvo do projeto. A Abifa organiza o evento completo, trazendo os potenciais compradores estrangeiros para São Paulo, com todas as despesas pagas para que tenham as reuniões presenciais com a nossa indústria, durante a feira num espaço especial reservado para eles.

5) PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Tem como objetivo orientar a entidade parceira da Apex-Brasil no que se refere à formulação e execução de projetos de internacionalização com alta probabilidade de êxito, em benefício das empresas, estabelecendo: visão de futuro, objetivos estratégicos, metas, indicadores, e resultados mensuráveis. Para isso todos os empresários são convidados para participarem das reuniões decisórias, etapas do planejamento, e podem expressar sua necessidade e opinião para que o projeto Foundry Brazil caminhe de acordo com as suas necessidades, atuando nos países-alvo do seu maior interesse. Em breve a Abifa enviará as próximas comunicações para que os senhores possam programar suas agendas para as nossas reuniões.

6) INFORMAÇÃO

A Apex-Brasil elabora estudos qualificados em vários níveis sobre mercados e setores que visam orientar as empresas em relação as melhores oportunidades para seus negócios internacionais.

7) QUALIFICAÇÃO PARA EXPORTAÇÃO – PROJETO DE EXTENSÃO INDUSTRIAL EXPORTADORA (PEIEX)

Esse programa oferece serviços de assessoria e diagnóstico para a adequação das empresas e de seus produtos para exportação. Consultorias e diagnóstico para cada empresa são alguns dos serviços que a Apex-Brasil coloca à disposição dos empresários brasileiros. O PEIEX também realiza missões internacionais e seminários de cultura exportadora.

8) CENTROS DE NEGÓCIOS NO EXTERIOR

Oferecem suporte comercial e legal para as empresas em 7 diferentes regiões do mundo além da sua estrutura física para negociação direta com seus clientes, exposição e estocagem de seus produtos.

Localizados em: África (Luanda e Angola), América do Norte (Miami – EUA), América Latina e Caribe (Havana – Cuba), Ásia (Pequim – China), Europa Ocidental (Bruxelas – Bélgica), Leste Europeu (moscou – Rússia) e Oriente Médio (Dubai – Emirados Árabes).

9) AÇÕES ESTRATÉGICAS

Participação das empresas em ações estratégicas como Expo Xangai, Fóruns Empresariais Acordos de Cooperação Técnica Fórmula Indy, Projeto Carnaval, Unidades de Atendimento, entre outras ações da Agência.

COMO PARTICIPAR

Não há custos ou compromissos assumidos com a sua participação. A exigência, de acordo com os Regulamentos da Apex-Brasil, é preencher o Termo de Adesão ao Projeto.

A partir disso, a empresa se habilita a participar de todas as ações e também utilizar de todos os serviços oferecidos pelo Projeto. Passará também a receber informe, notícias, estudos mercado e inteligência comercial e solicitações de cotações recebidas através do projeto.

Obrigado por cooperar com o projeto. A sua manifestação é muito importante para o aprimoramento dos nossos serviços.

Colocamo-nos à sua disposição para esclarecimentos de eventuais dúvidas diretamente com a ABIFA. 

Informações:

Weber Büll Gutierrez – Gerente Técnico
wgutierrez@abifa.org.br – Tel.: (55 11) 3549-3344

Lylian Fernanda Camargo – Assistente Técnico
getec@abifa.org.br – Tel.: (55 11) 3549-3369



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS



ABNT/CB – 59 COMITÊ BRASILEIRO DE FUNDIÇÃO O FÓRUM DE NORMALIZAÇÃO DO SETOR DA FUNDIÇÃO

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, entidade civil sem fins lucrativos, é a organização responsável pelo gerenciamento da normalização no Brasil. A ABNT possui vários comitês que atuam em áreas específicas.

O Comitê Brasileiro de Fundição – ABNT/CB-59 é o responsável pela elaboração das normas técnicas para o setor da Fundição.

Este Comitê é composto por profissionais e especialistas em fundição e está estruturado em Sub-Comitês, Comissões de Estudo (CE) e Grupos de Trabalho (GT).

Instalado em 2007 o CB-59 tem como objetivo prover o setor de normas técnicas atualizadas, proporcionando a indústria e a sociedade brasileira qualidade e segurança.

Foi criado devido a necessidade de um organismo de normalização exclusivo para o setor, até então no âmbito

do CB-01 Mineração e Metalurgia (em recesso), e está sob responsabilidade da ABIFA que é a Sede e a Secretaria deste Comitê.

O âmbito de atuação do ABNT/CB-59 é a normalização no campo da fundição de ferro, aço, não ferrosos, insumos, matérias-primas e resíduos.

ABNT/CB-59 FUNDIÇÃO

Foi criado devido a necessidade de um organismo de normalização exclusivo para o setor, até então no âmbito do CB-01 Mineração e Metalurgia (em recesso), e está sob responsabilidade da ABIFA que é a Sede e a Secretaria deste Comitê.

O âmbito de atuação do ABNT/CB-59 é a normalização no campo da fundição de ferro, aço, não ferrosos, insumos, matérias-primas e resíduos.

| ABNT/CB-59 FUNDIÇÃO | | | | |
|--|------------------------|--|---------------------------------|---|
| Gestor: Antônio Diogo F. Pinto Chefe de Secretaria: Weber Büll Gutierres Secretaria Técnica: Lylian Fernanda Camargo | | | | |
| SUB-COMITÊS | | | | |
| Resíduos de Fundição 59:001 | Fundição de Aço 59:002 | Fundição de Ferro 59:003 | Fundição de Não Ferrosos 59:004 | Matérias-Primas 59:005 |
| Comissão de Estudo Resíduos de Fundição 59:001.01 | Em recesso | Comissão de Estudo de Ferro Fundido "Conexões" 59:003.02 | a ser instalada | Comissão de Estudo de Matérias-Primas para Fundição 59:005.01 |



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS



COMISSÃO DE ESTUDO DE MATÉRIAS-PRIMAS PARA FUNDIÇÃO - CE 59:005.01

Esta comissão está estudando a normalização das matérias-primas para fundição tais como: bentonita, resina, tintas, massa refratária, ferroliga e carburantes, bem como as especificações químicas e físicas, ensaios físicos e químicos, distribuição granulométrica e terminologia.

COMISSÃO DE ESTUDO DE FERRO FUNDIDO "CONEXÕES" CE 59:003.02

Esta comissão finalizou a revisão das normas ABNT NBR 6943 e ABNT NBR 6925, ambas possuem certificação compulsória no INMETRO.

| CE 59:003.02 – COMISSÃO DE ESTUDO DE FERRO FUNDIDO "CONEXÕES" | | |
|---|--|----------------------|
| PROJETO DE NORMA | TÍTULO | EM CONSULTA NACIONAL |
| ABNT NBR 6943 | Conexões de ferro fundido maleável com rosca ABNT NBR NM – ISO 7-1 para tubulações | maio/2016 |
| ABNT NBR 6925 | Conexões de ferro fundido maleável classe 150 e 300 com rosca NPT para tubulação | março/2016 |

COMO PARTICIPAR DAS COMISSÕES DE ESTUDO

A composição das comissões de estudo é aberta a todos os interessados, não se restringindo aos profissionais convidados pelo comitê. Os interessados em participar das comissões de estudo devem entrar em contato com a secretaria do ABNT/CB-59 Fundação, indicando a comissão de estudo de seu interesse, informando se é um produtor, consumidor ou agente neutro na discussão do tema envolvido.

As empresas ou entidades que estejam também interessadas na elaboração de novas normas devem

apresentar uma solicitação formal à secretaria do ABNT/CB-59, indicando em detalhes o objeto e o escopo da normalização pretendida, com uma breve justificativa de sua necessidade.

Para mais informações entre em contato com ABNT/CB-59 por email: cb59@abnt.org.br ou através do telefone: (11) 3549-3369 com Lylían Fernanda Camargo.

SAIBA COMO APOIAR O ABNT/CB-59

Venha participar do desenvolvimento normativo brasileiro do setor da fundição como colaborador do CB-59. Para mais informações: cb59@abnt.org.br 



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS



ABNT CB-059 COMITÊ BRASILEIRO DE FUNDIÇÃO

CE 059:005.001 COMISSÃO DE ESTUDOS DE MATÉRIAS-PRIMAS PARA FUNDIÇÃO

Devido à necessidade de revisão e criação das Normas Brasileiras para unificar a qualidade da matéria-prima utilizada no processo de fundição, foi criada no âmbito do CB-059 Comitê Brasileiro de Fundição, a Comissão de Estudo de Matérias-Primas para Fundição (CE 059:005.001).

Esta Comissão tem como escopo a normalização referente à matérias-primas para fundição no que concerne aos processos de moldagem, macharia e fusão

(incluindo bentonita, resina, tintas, massa refratária, ferroliga e carburantes), especificações químicas e físicas, ensaios físicos e químicos, distribuição granulométrica, ensaios físicos e químicos e terminologia.

Além de revisar as Normas ABNT de matérias-primas, a comissão está trabalhando para transformar as Recomendações CEMP em Normas ABNT.

Segue abaixo a relação de recomendações CEMP que já são Normas ABNT NBR:

| NORMA ABNT NBR | TÍTULO | RECOMENDAÇÃO CEMP |
|---------------------|---|-------------------|
| ABNT NBR 16350:2015 | Preparação da mistura padrão para ensaios de resina fenólica líquida para fundição do processo areia coberta - Procedimento | CEMP 023 |
| ABNT NBR 9765:2015 | Resinas fenólicas para fundição - Determinação do teor de formol livre - Método de ensaio | CEMP 041 |
| ABNT NBR 16355 | Catalisador para resina cura a frio para fundição - Determinação do teor de ácido fosfórico pelo método de titulação - Método de ensaio | CEMP 053 |
| ABNT NBR 9348 | Tintas para fundição - Determinação da absorção de umidade nos sólidos após permanência em câmara úmida por 24 h - Método de ensaio | CEMP 055 |
| ABNT NBR 8099:2015 | Bentonitas para fundição - Determinação da permeabilidade da mistura padrão - Método de ensaio | CEMP 061 |
| ABNT NBR 16423:2015 | Preparação da diluição padrão para o ensaio de tintas para fundição - Método de ensaio | CEMP 070 |

| NORMA ABNT NBR | TÍTULO | RECOMENDAÇÃO CEMP |
|------------------------------|---|----------------------|
| ABNT NBR 9349 | Tintas e colas para fundição - Determinação do teor de sólidos - Método de ensaio | CEMP 071 |
| ABNT NBR 16477:2016 | Líquidos usados em fundição - Determinação do tempo de escoamento pelo uso do copo Ford - Método de ensaio | CEMP 073 |
| ABNT NBR 9767:2011 | Areias para fundição - Determinação do teor de argila total ou argila AFS - Método de ensaio | CEMP 082 |
| ABNT NBR 8103:2015 | Resinas para fundição - Determinação do teor de sólidos - Método de ensaio | CEMP 099 |
| ABNT NBR 16059:2012 | Materiais para fundição - Determinação da temperatura de sinterização pelo método da lâmina de platina - Método de ensaio | CEMP 107 |
| ABNT NBR 16062:2012 | Areia base para fundição - Determinação do teor de sílica pelo método dos ácidos clorídricos e perclóricos - Método de ensaio | CEMP 108 |
| ABNT NBR 9768:2011 | Materiais em pó usados em fundição - Determinação do teor de partículas grossas - Método de ensaio | CEMP 109 |
| ABNT NBR 16424:2015 | Líquidos usados em fundição - Determinação da densidade relativa pelo método da imersão - Método de ensaio | CEMP 115 |
| ABNT NBR 10235:2015 | Solução de azul de metileno - Determinação do fator de titulação com solução de cloreto titanoso - Padronização | CEMP 116 |
| ABNT NBR 12112 CONFIRMADA | Materiais para fundição em moldagem e macharia - Determinação do ph - Método de ensaio | CEMP 121 |
| ABNT NBR 16000:2011 | Amostragem de material na forma de pó para fundição - Procedimento | CEMP 126 |
| ABNT NBR 16351:2015 | Materiais para fundição - Determinação do óxido de ferro - Procedimento | CEMP 131 |
| ABNT NBR 16354:2015 | Verificação de máquinas de resistência para areia de moldagem - Procedimento | CEMP 132 |
| ABNT NBR 16354:2015 | Verificação de máquinas de resistência para areia de moldagem - Procedimento | CEMP 133 |
| ABNT NBR 16014:2011 | Amido pré-gelatinizado para fundição - Determinação da geleificação - Método de ensaio | CEMP 143 |
| ABNT NBR 16011:2011 | Amido pré-gelatinizado para fundição - Determinação da variação do ph da dispersão padrão após 24 h - Método de ensaio | CEMP 144 |
| ABNT NBR 16354:2015 | Verificação de máquinas de resistência para areia de moldagem - Procedimento | CEMP 146 |



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS



| NORMA ABNT NBR | TÍTULO | RECOMENDAÇÃO CEMP |
|------------------------|---|----------------------|
| ABNT NBR 16438:2016 | Resina de cura a frio e/ou caixa fria para fundição - Determinação do isocianato como NCO ou amina equivalente - Método de ensaio | CEMP 148 |
| ABNT NBR 16009:2011 | Materiais para fundição - Dispositivos para amostragem - Procedimento | CEMP 151 |
| ABNT NBR 16356:2015 | Preparação da mistura padrão utilizando bateadeira planetária para o ensaio de resina caixa fria para fundição - Procedimento | CEMP 155 |
| ABNT NBR 16428:2015 | Resina fenólica uretânica para fundição - Determinação do teor de formol livre - Método de ensaio | CEMP 172 |
| ABNT NBR 16012:2011 | Amido pré- gelatinizado para fundição - Determinação do inchamento - Método de ensaio | CEMP 180 |
| ABNT NBR 16013:2013 | Amido pré-gelatinizado para fundição - Determinação da absorção de água - Método de ensaio | CEMP 184 |
| ABNT NBR 13190:2016 | Preparação da mistura padrão utilizando o misturador de mós para o ensaio de resina para fundição - Procedimento | CEMP 185 |
| ABNT NBR 16349:2015 | Verificação do misturador de laboratório - Procedimento | CEMP 198 |
| ABNT NBR 16010:2011 | Amido pré gelatinizado para fundição - Especificação | CEMP E 05 |
| ABNT NBR 10611:2011 | Corpos de prova - Formas e tipos de ensaios - padronização | CEMP E 10 |
| ABNT NBR 16352:2015 | Bentonita para fundição - Determinação da geleificação imediata - Método de ensaio | SEM CEMP |
| ABNT NBR 15612:2011 | Amido pré-gelatinizado para fundição - Determinação do teor de umidade - Método de ensaio | SEM CEMP |

Esta Comissão de reúne a cada 2 meses em Joinville / SC . Abaixo o calendário de reuniões para 2016:

| Data | Local | Horário |
|------------|---------------------------|---------|
| 07/04/2016 | ABIFA/SUL - JOINVILLE /SC | 14H |
| 02/06/2016 | ABIFA/SUL - JOINVILLE /SC | 14 H |
| 15/09/2016 | EXPOVILE - JOINVILLE / SC | 14 H |
| 06/10/2016 | ABIFA/SUL - JOINVILLE /SC | 14 H |
| 01/12/2016 | ABIFA/SUL - JOINVILLE /SC | 14 H |



Indústria de Fundição

RESULTADOS DE JANEIRO/2016

Setor de Fundição produção de janeiro por metal

| | jan/2016 | | jan/2015 | | jan/2014 | |
|-----------|----------|---------|----------|--------|----------|--|
| | A | B | C | A/B% | A/C% | |
| Ferro | 131.262 | 174.061 | 185.564 | (24,6) | (29,3) | |
| Aço | 12.735 | 19.066 | 20.810 | (33,2) | (38,8) | |
| Alumínio* | 9.565 | 14.531 | 17.646 | (34,2) | (45,8) | |
| Nferrosos | 11.714 | 17.057 | 20.016 | (31,3) | (41,5) | |
| Total | 155.711 | 210.184 | 226.390 | (25,9) | (31,2) | |

*Alumínio está contido em Nferrosos

Setor de Fundição Produção Mensal – 4 Meses Unid: mil ton

| | % mês ant. | | % s/ano ant. | |
|-------------|------------|--------|--------------|--------|
| outubro/15 | 190,5 | 5,1 | 242,2 | (21,3) |
| novembro/15 | 172,4 | (9,5) | 221,9 | (22,3) |
| dezembro/15 | 113,0 | (34,5) | 156,4 | (27,8) |
| janeiro/16 | 155,7 | 37,8 | 210,2 | (25,9) |

Setor de Fundição evolução da produção

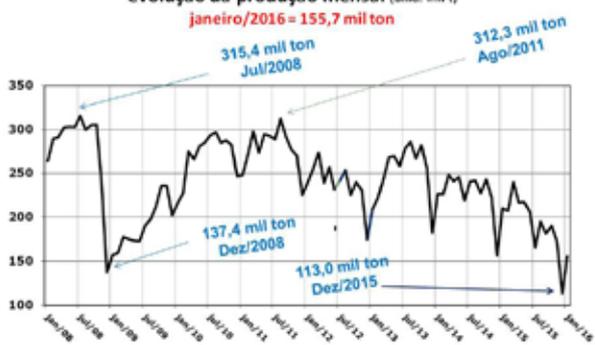
| | mil ton | c/relação ano ant. | variação acum. |
|------|---------|--------------------|----------------|
| 2001 | 1.760,0 | (2,8)% | - |
| 2002 | 1.970,6 | 11,9% | 11,6% |
| 2003 | 2.249,4 | 14,2% | 27,4% |
| 2004 | 2.829,9 | 25,8% | 60,3% |
| 2005 | 2.968,6 | 4,9% | 68,2% |
| 2006 | 3.087,0 | 4,0% | 74,9% |
| 2007 | 3.249,6 | 5,3% | 84,2% |
| 2008 | 3.355,2 | 3,3% | 90,3% |
| 2009 | 2.296,9 | (31,5)% | 30,3% |
| 2010 | 3.240,9 | 41,1% | 83,9% |
| 2011 | 3.343,6 | 3,2% | 89,8% |
| 2012 | 2.873,4 | (14,1)% | 63,0% |
| 2013 | 3.071,4 | 6,9% | 74,3% |
| 2014 | 2.737,2 | (10,9)% | 55,3% |
| 2015 | 2.315,9 | (15,4)% | 31,4% |

CRESCIMENTO NECESSÁRIO P/RETORNAR A 2008 = 46,1%

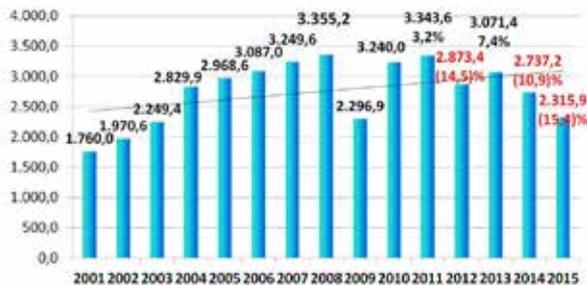
(31,8)% C/RELAÇÃO 2008

Crescimento médio de 1,98% a.a. nos últimos 14 anos

Setor de Fundição evolução da produção mensal (unid: mil t)



PRODUÇÃO ANUAL mil ton/ano



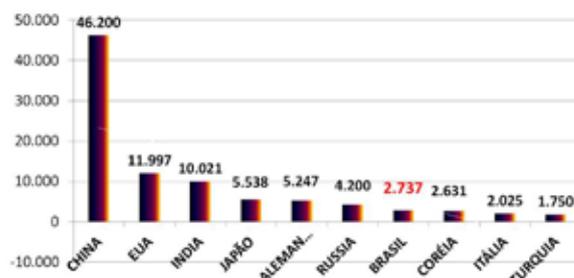
Resultados: 2011

Setor de Fundição produção anual por metal

| | 2015 | | 2014 | | 2013 | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|--|
| | A | B | C | A/B% | A/C% | |
| Ferro | 1.890.932 | 2.256.869 | 2.571.337 | (16,2) | (26,5) | |
| Aço | 243.085 | 262.815 | 232.503 | (7,5) | 4,6 | |
| Alumínio* | 153.949 | 188.731 | 241.741 | (18,4) | (36,3) | |
| Nferrosos | 181.880 | 217.557 | 267.598 | (16,4) | (32,0) | |
| Total | 2.315.897 | 2.737.241 | 3.071.438 | (15,4) | (24,6) | |

*Alumínio está contido em Nferrosos

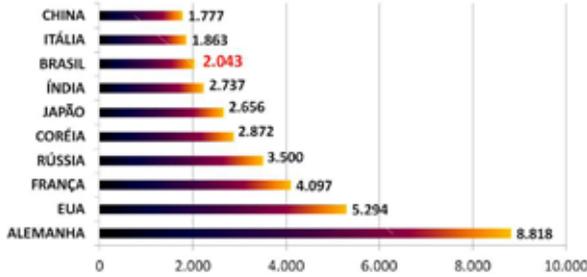
PRODUÇÃO MUNDIAL mil ton/ano (base: 2014)



Fonte: Modern Casting – Dez 2015

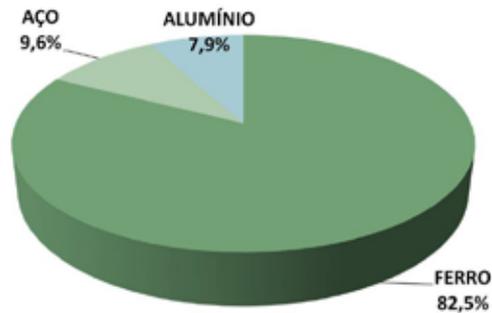
PRODUÇÃO MUNDIAL CONSIDERADA → 103.641.518 ton +2,3% s/2013
Partic.: Brasil 2,8% China 46% ou 3,9 x EUA

Produção Mundial/Empresa ton/ano (base: 2014)

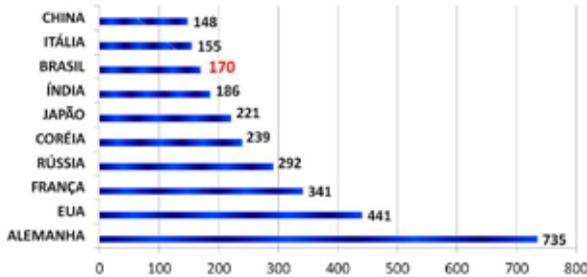


FONTE: Modern Casting – Dez 2015

Produção da Fundição por Metal



Produção Mundial/Empresa ton/mês (base: 2014)



FONTE: Modern Casting – Dez 2015

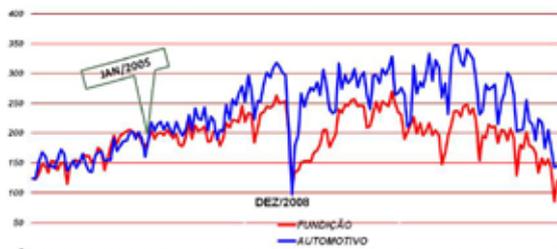
Produção Mundial de Veículos Jan/Set 2014-15

| | 2015 | 2014 | Δ % |
|------------------|------------|------------|--------|
| Europa | 13.693.476 | 13.361.689 | 2,5 |
| América do Norte | 10.591.741 | 10.324.031 | 2,6 |
| EUA | 7.047.448 | 6.978.488 | 3,7 |
| América do Sul | 1.917.369 | 2.299.803 | (16,6) |
| Brasil | 1.559.339 | 1.882.748 | (17,2) |
| Ásia | 26.842.861 | 26.534.797 | 1,2 |
| China | 13.151.639 | 12.548.550 | 4,8 |
| MUNDO | 54.276.376 | 53.548.227 | 1,4 |

Fonte: ACEA

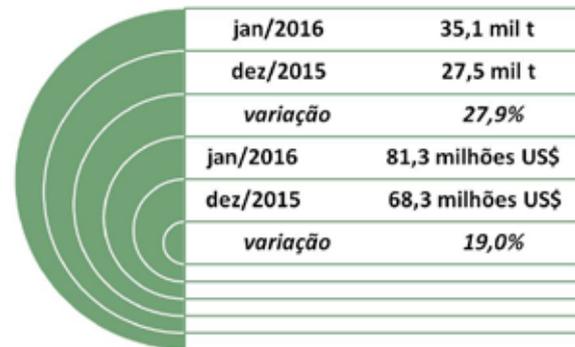
OUTROS PAÍSES AMÉRICA DO SUL → (14,2%)

Setor de Fundição vendas internas x produção de veículos jan/2002 – jan/2016



CONSIDERANDO O DESCOLAMENTO DAS CURVAS DESDE JAN/2005, O TOTAL SUBSTITUÍDO FOI DE 7,1 MILHÕES DE TONELADAS (10 ANOS). NESTE ANO A IMPORTAÇÃO ESTIMADA SERIA DE 530 MIL TON SUPERIOR ÀS N/EXPORTAÇÕES DE 416,5 MIL TON

Setor de Fundição exportações – relação c/mês anterior



DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DA PRODUÇÃO FÍSICA DE PEÇAS FUNDIDAS



Setor de Fundição exportação – jan/2016 c/ jan/2015



Setor de Fundição mercado interno x mercado externo

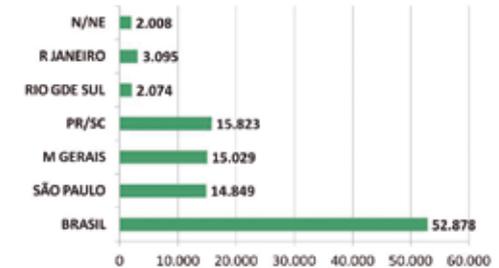
Mercado Interno

- 2015 - 1.899.399 mil t
 - 2014 - 2.332.334 mil t
- variação (18,6)%

Exportações (representam 18,0% da produção)

- 2015 - 416,5 mil t ou 1.038,6 MUS\$
 - 2014 - 404,9 mil t ou 1.216,4 MUS\$
- variação 2,9 % (14,6)%

Indústria de Fundição NÚMERO DE EMPREGOS POR REGIÃO Base: janeiro/16 → (13,7)% s/janeiro/15



NO ANO DE 2015 O SETOR PERDEU 8.371 TRABALHADORES

Setor de Fundição mercado interno x mercado externo

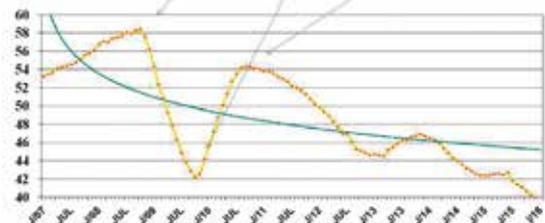
Mercado Interno

- Janeiro /2016 - 120,6 mil t
 - Janeiro/2015 - 180,4 mil t
- variação (33,1)%

Exportações (representam 22,6% da produção)

- Jan/2016 - 35,1 mil t ou 81,3 MUS\$
 - Jan/2015 - 29,8 mil t ou 81,8 MUS\$
- variação 17,8 % (0,6)%

Setor de Fundição produtividade mensal (janeiro/16 = 39,5) ton/homem.ano out/2008 = 58,4 out/2009 = 42,2 set/2010 = 54,4



Projeções da ANFAVEA



PARTICIPAÇÃO DAS EXPORTAÇÕES NA PRODUÇÃO:
2014 = 10,6% → 2015 = 17,2%

Setor de Fundição produtividade mensal (janeiro/16 = 39,5) ton/homem.ano



Setor de Fundição nível de emprego em dezembro ano n.º de empregos produção (mil t)

| ano | n.º de empregos | produção (mil t) |
|------|-----------------|------------------|
| 1980 | 86.000 | 1.798 |
| 1990 | 66.000 | 1.452 |
| 2000 | 41.000 | 1.811 |
| 2008 | 57.011 | 3.355 |
| 2009 | 51.799 | 2.297 |
| 2010 | 63.410 | 3.241 |
| 2011 | 66.666 | 3.333 |
| 2012 | 65.672 | 2.860 |
| 2013 | 65.072 | 3.071 |
| 2014 | 61.278 | 2.737 |
| 2015 | 53.433 | 2.316 |

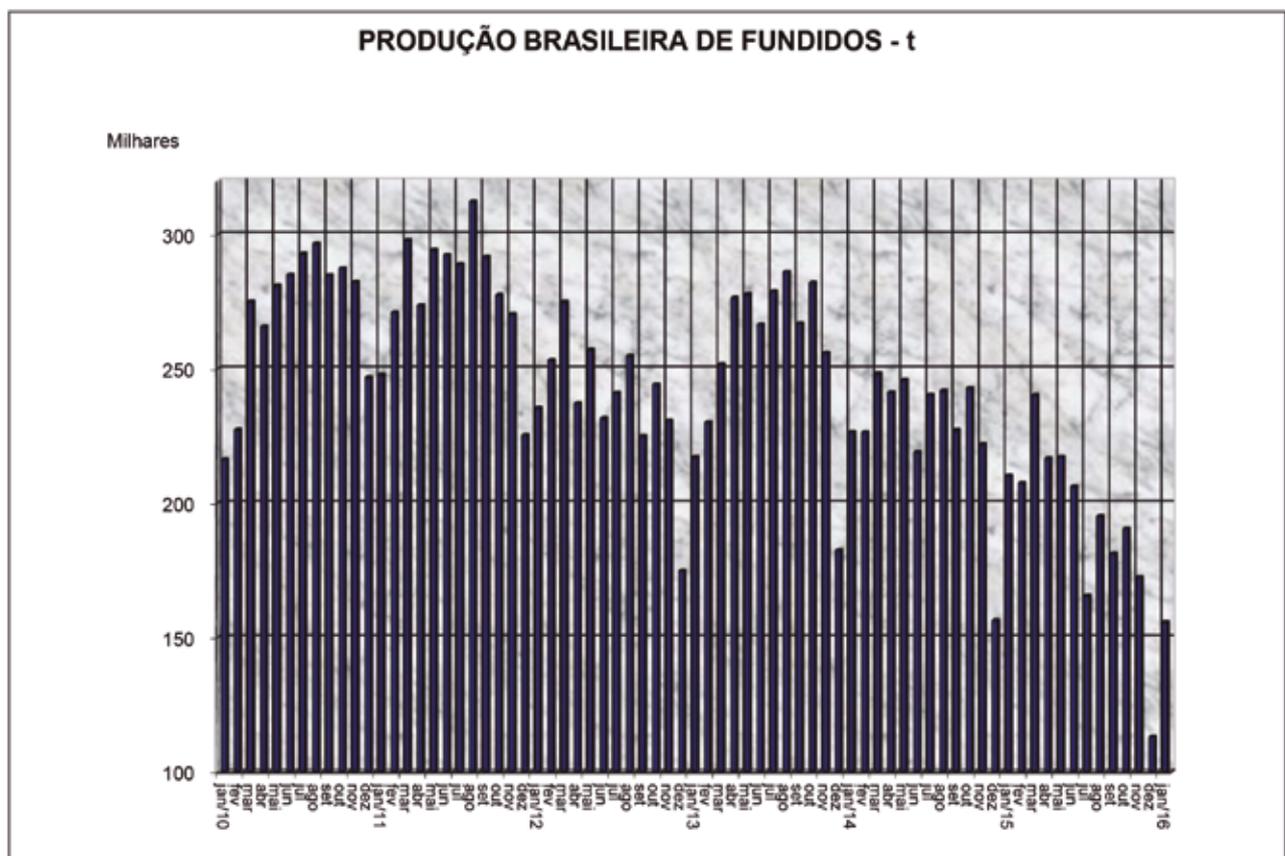
DESEMPENHO DO SETOR DE FUNDIÇÃO - JANEIRO DE 2016

I - PRODUÇÃO DE FUNDIDOS (t)

| PERÍODO | JAN/16 | DEZ/15 | JAN/15 | A/B % | A/C % | JANEIRO/16 | JANEIRO/15 | D/E % |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|-------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
| METAL | (A) | (B) | (C) | | | (D) | (E) | |
| 1- FERRO TOTAL | 131.262 | 89.750 | 174.061 | 46,3 | (24,6) | 131.262 | 174.061 | (24,6) |
| 2- AÇO TOTAL | 12.735 | 12.150 | 19.066 | 4,8 | (33,2) | 12.735 | 19.066 | (33,2) |
| 3- NÃO FERROSOS | 11.714 | 11.058 | 17.057 | 5,9 | (31,3) | 11.714 | 17.057 | (31,3) |
| 3.1 - COBRE | 1.636 | 1.389 | 2.013 | 17,8 | (18,7) | 1.636 | 2.013 | (18,7) |
| 3.2 - ZINCO | 88 | 86 | 120 | 2,3 | (26,7) | 88 | 120 | (26,7) |
| 3.3 - ALUMÍNIO | 9.565 | 9.171 | 14.531 | 4,3 | (34,2) | 9.565 | 14.531 | (34,2) |
| 3.4 - MAGNÉSIO | 425 | 412 | 393 | 3,2 | 8,1 | 425 | 393 | 8,1 |
| 4 - TOTAL GERAL | 155.711 | 112.958 | 210.184 | 37,8 | (25,9) | 155.711 | 210.184 | (25,9) |

5- PRODUÇÃO POR DIA

| ton/dia | 7.786 | 5.134 | 10.009 | 51,6 | (22,2) | 7.786 | 10.009 | (22,2) |
|---------|-------|-------|--------|------|--------|-------|--------|--------|
|---------|-------|-------|--------|------|--------|-------|--------|--------|



INPF - ÍNDICE NACIONAL DE PREÇOS DE FUNDIDOS

| Períodos | Metals Ferro | Aço Carbono | Aço Ligado | Aço Inoxidável | Zinco sob Pressão | Alumínio S/Pressão | Alumínio P/Gravidade |
|------------------|-----------------|----------------|---------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| FEVEREIRO/15 | 1,58 | 0,17 | (0,08) | (0,47) | 1,04 | 0,34 | 1,88 |
| MARÇO/15 | 5,32 | 3,21 | 2,84 | 1,31 | 1,64 | 0,81 | 1,45 |
| ABRIL/15 | 4,23 | 2,89 | 3,05 | 1,82 | 1,93 | 2,28 | 1,96 |
| MAIO/15 | 2,90 | 2,51 | 2,23 | 1,09 | 0,90 | 1,68 | 1,90 |
| JUNHO/15 | 1,45 | 2,90 | 2,57 | 1,13 | (0,13) | 1,06 | 2,06 |
| JULHO/15 | 0,33 | 0,88 | 0,56 | 0,55 | (0,94) | 0,10 | 0,13 |
| AGOSTO/15 | 0,02 | 0,45 | 0,26 | (0,12) | 3,08 | 0,04 | 0,51 |
| SETEMBRO/15 | 0,37 | 0,93 | 1,40 | 1,64 | 1,20 | 0,17 | 0,21 |
| OUTUBRO/15 | 0,10 | 0,75 | 1,02 | 1,04 | 0,24 | 1,25 | 2,93 |
| NOVEMBRO/15 | 1,23 | 0,89 | 0,88 | 1,05 | 0,94 | 1,13 | 1,53 |
| DEZEMBRO/15 | 0,06 | 1,12 | 0,42 | 0,15 | 0,08 | 0,19 | 0,09 |
| JANEIRO/16 | 0,99 | 0,28 | (0,01) | 0,19 | 2,93 | 2,23 | 2,07 |
| Acumulado 12 mês | 20,06 | 18,29 | 16,16 | 9,76 | 13,61 | 11,84 | 18,01 |
| Acumulado 2016 | 0,99 | 0,28 | (0,01) | 0,19 | 2,93 | 2,23 | 2,07 |

estatística jsic/ABIFA

dados em %



**+ qualidade
+ resistência
+ segurança**

**TINTA ISOLANTE TÉRMICA PARA
SUPERFÍCIES METÁLICAS E
ALVENARIA.**

Flex Thermic é um produto mono-componente, pronto para uso. Proporciona uma barreira de isolamento com múltiplas funções: redução gasto energético, baixa manutenção, conforto térmico, evita riscos com queimaduras e protege as superfícies contra a corrosão.



Franciosi
ISOLANTES E IMPERMEABILIZANTES

T. +55 16 3241.4095 www.franciosi.ind.br
Rua Antônio Orlando Pugliesi, 400 • 15910-000 • Monte Alto • SP

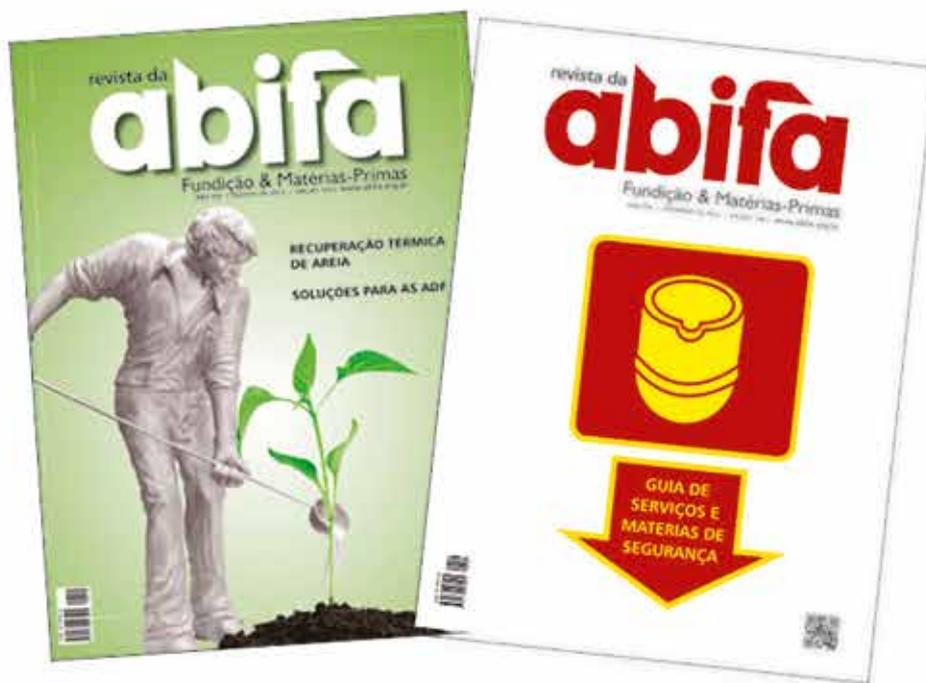
PARCEIRO



**DJ FORNOS
INDUSTRIAIS**

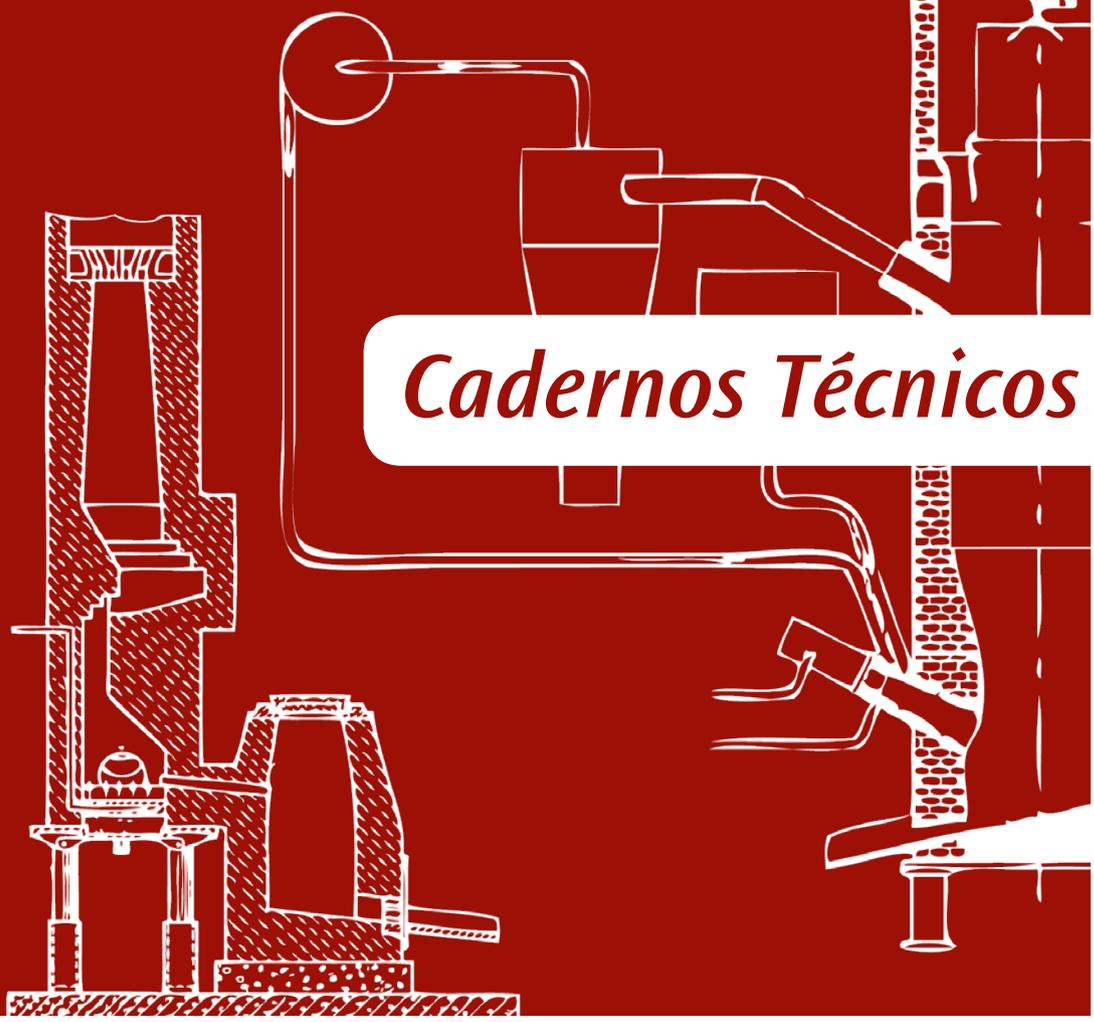
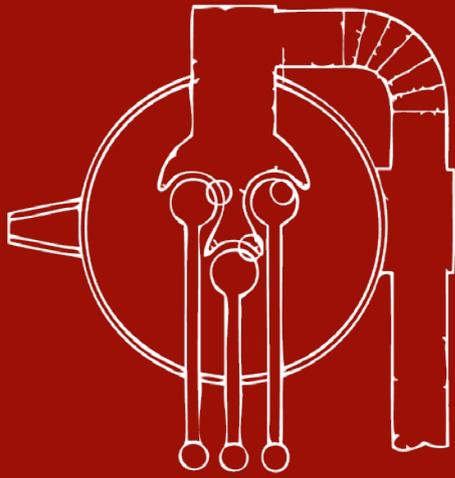
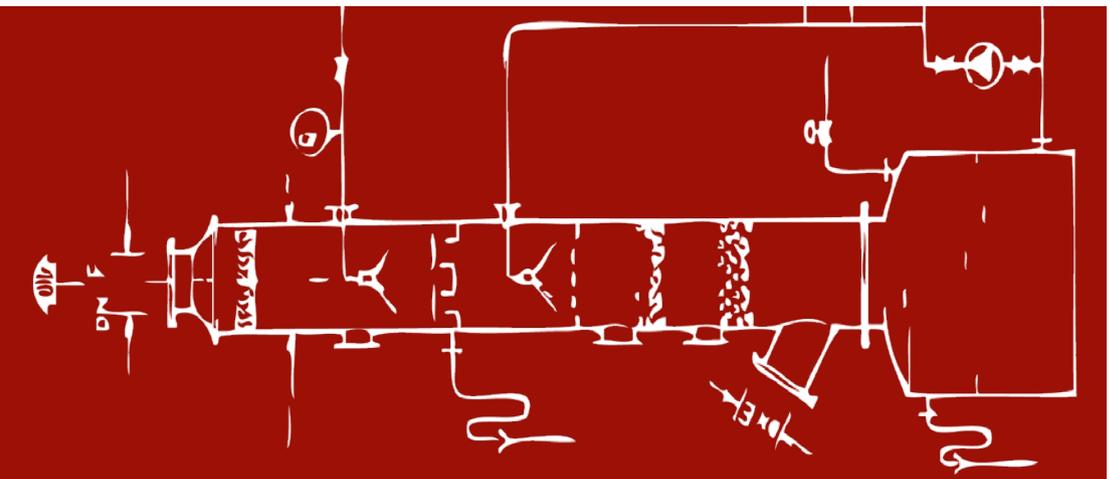
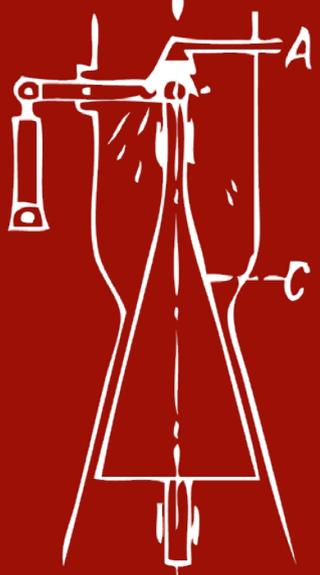
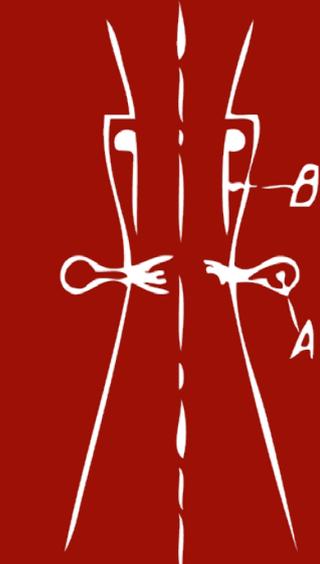
AS PUBLICAÇÕES
DA ABIFA GERAM
ÓTIMOS NEGÓCIOS!

FAÇA PARTE!



CA Central de
Comercialização
ABIFA

Tel.: (11) 3549-3344 | publicidade@abifa.org.br



Cadernos Técnicos

USO DO CARBETO DE SILÍCIO COMO PRÉ-INOCULANTE EM FERROS FUNDIDOS ¹

Klebson Luiz Silva²

Thiago de Miranda Barros³

Morgana Fonseca Maia⁴

Wendel de Carvalho Tôrres⁵

Reyler Bueno Faria⁶

RESUMO

A produção de ferro fundido utilizando carbeto de silício como alternativa ao ferro silício é caracterizada por uma série de características. Um dos aspectos principais é a sua capacidade de nucleação em banhos metálicos. Sabe-se que este benefício é proveniente do uso do carbeto de silício na etapa inicial da montagem do forno, isto é, junto à carga fria. Após a fusão do metal o uso do carbeto de silício não é normalmente utilizado. Assim este trabalho avaliou o comportamento do carbeto de silício incorporado no metal líquido. Os resultados foram apresentados de forma orientativa a fim de verificar o rendimento de incorporação e do grau de nucleação via análise térmica e metalográfica. Observou-se que o carbeto de silício mostra um rendimento de incorporação e nucleação similar ao ferro silício, podendo ser uma opção de pré-inoculação na etapa de tratamento do ferro fundido.

Palavras-chave: Carbeto de Silício; SiC; Nucleação; Ferro Fundido.

Silicon carbide as a pre-inoculant in cast irons¹

ABSTRACT

The production of cast iron using silicon carbide as an alternative to ferrosilicon shows a number of characteristics. A key aspect is its nucleating ability in the melt. It is known that this benefit derives from the use of silicon carbide in the initial assembly of the furnace i.e., in the cold charge. After the melting, the silicon carbide addition is not normally used. This paper evaluated the behavior of silicon carbide added to the liquid metal. The results were presented as a guideline in order to verify the yield of incorporation and the degree of nucleation using silicon carbide. It was observed that the silicon carbide incorporation showed yield and nucleation similar to ferrosilicon and may be an option as a pre-inoculation in the cast iron treatment.

Key words: Silicon Carbide; SiC; nucleation; Cast Iron.

¹ 17º Congresso ABIFA de fundição – CONAF 2015.

² Engenheiro de Vendas (Saint-Gobain Divisão Materiais Cerâmicos).

³ Gerente de Vendas (Saint-Gobain Divisão Materiais Cerâmicos).

⁴ Coordenadora de Pesquisa e Desenvolvimento (Saint-Gobain Divisão Materiais Cerâmicos).

⁵ Analista de Tecnologia (SENAI Itauna CETEF Marcelino Corradi).

⁶ Analista de Tecnologia (SENAI Itauna CETEF Marcelino Corradi).

1 INTRODUÇÃO

1.1 Produção de Carbeto de Silício (SiC)

O carbeto de silício (SiC) é produzido industrialmente no forno Acheson por meio do aquecimento de uma mistura de carbono (normalmente coque de petróleo) e areia silicosa de alta pureza. Este aquecimento acontece por meio da passagem de uma corrente elétrica por uma resistência de grafite posicionada no centro da mistura que pode atingir uma temperatura superior à 2600°C [1]. Neste processo formam-se dois ti-

pos de estruturas (figura 1). A primeira estrutura apresenta uma fase cristalina que se forma próxima a região de temperatura mais elevada (β -SiC).

Esta fase é aplicada para produção de materiais refratários e abrasivos devido a sua elevada dureza, resistência e baixo coeficiente de expansão. A segunda estrutura conhecida como β -SiC se forma nas regiões mais frias do forno. Esta fase também chamada de carbeto de silício metalúrgico é utilizada em fundições de ferro e acriaria como fonte de liga e desoxidante.

1.2 – Carbeto de Silício em Ferro Fundidos.

1.2.1 Utilização do Carbeto de Silício na Produção de Ferros Fundidos.

A produção de ferro fundido utilizando carbeto de silício como alternativa ao ferro silício é caracterizada por uma série de características, sendo um dos aspectos importantes a composição química do SiC. Nota-se na tabela 1 que o SiC apresenta principalmente na sua composição química silício e carbono, dois elementos importantes na produção do ferro fundido. Outro fa-

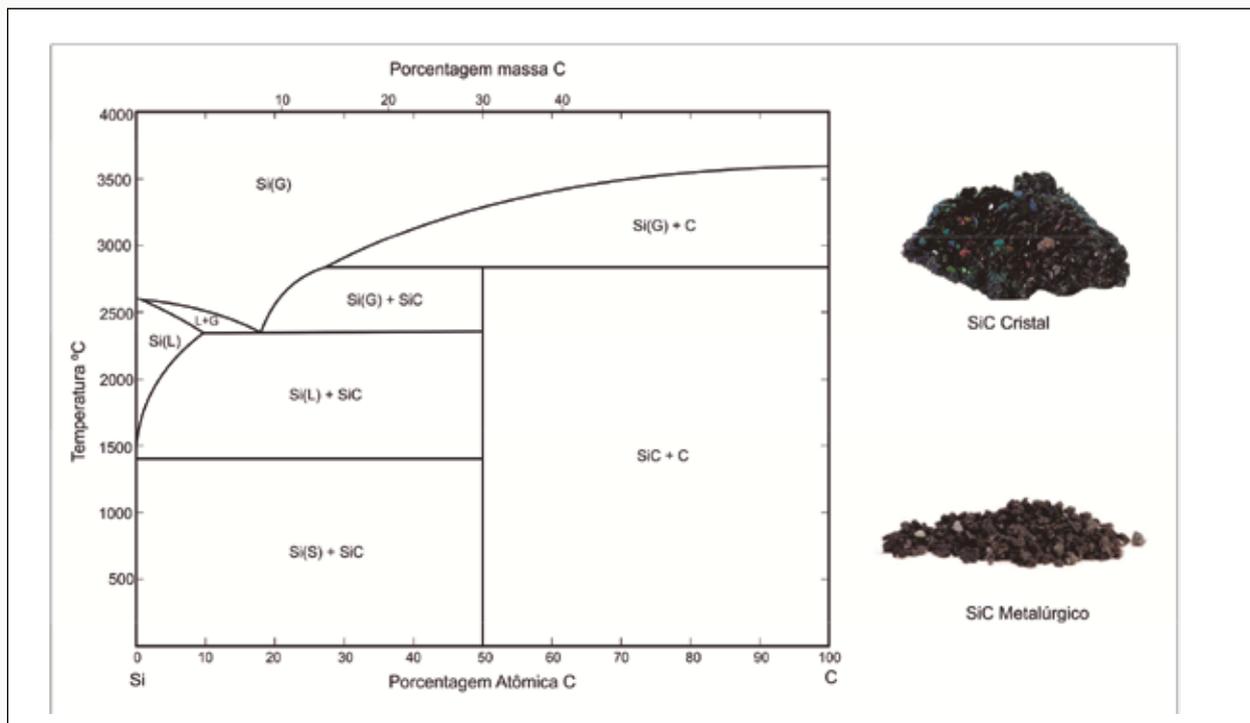


Figura 1 - Diagrama de fase do carbeto de silício.

| Elemento | FeSi 75% | | SiC 85% | | Grafite 90% | |
|----------|----------|------|---------|-------|-------------|------|
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Si (%) | 70 | 75 | 60 | 65 | 0 | 0 |
| Ca (%) | 0.8 | 1.5 | 0 | 1.5 | 0 | 0 |
| Al (%) | 0.5 | 1.5 | 0 | 0.3 | 0 | 0 |
| C (%) | 0 | 0.3 | 28 | 30 | 60 | 90 |
| P (%) | 0 | 0.05 | 0 | 0.002 | 0 | 0 |
| S (%) | 0 | 0.01 | 0 | 0.05 | 0 | 0.05 |
| N (PPM) | 0 | 0 | 0 | 300 | 0 | 300 |
| H (PPM) | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 1300 |

Tabela 1 – Comparação da composição química entre FeSi, SiC e Grafite

tor relevante é que o carbeto de silício praticamente não contém elementos residuais. Assim, como fonte de silício apresenta teores de alumínio excepcionalmente baixos em comparação aos teores de alumínio do ferro silício [5]. O SiC contém apenas 0,2% de alumínio dissolvido, também chamado alumínio reticulado integrado no retículo cristalino. Como fonte de carbono o carbeto de silício caracteriza-se por teores muito baixos de enxofre, nitrogênio e hidrogênio em comparação a agentes carburantes comuns. [5]

1.2.2 Efeitos da nucleação do Carbeto de Silício em ferros fundido

No cenário de mercado atual muitas fundições buscam reduzir seus custos e aperfeiçoar seus processos. Uma

alternativa para reduzir custo é a mudança da carga metálica de ferro gusa para sucata de aço. Entretanto, sabe-se que o uso do ferro gusa traz benefícios de nucleação do metal líquido em fornos a indução, e conseqüentemente melhores propriedades finais na peça. Portanto, uma carga que possui uma maior participação de sucata de aço, tipicamente apresenta uma baixa nucleação do metal.

Nesse contexto uma alternativa para alcançar uma boa nucleação sem o uso do ferro gusa é a montagem da carga metálica com carbeto de silício. Conforme mostrado na figura 2, o carbeto de silício influencia positivamente nos números de nódulos no ferro fundido com o aumento da participação da sucata de aço no forno.

Em algumas literaturas [4,7] o carbeto de silício é nomeado como um précondicionante que ajuda a potencializar o efeito dos inoculantes em etapas posteriores (figura 2 e 3).

[2] O trabalho realizado por K. Edalati et all [3], mostra-se o benefício da nucleação do carbeto de silício em diferentes temperaturas de vazamento para o ferro fundido cinzento (figura 4), onde constatou que a utilização de carbeto de silício na preparação do forno leva a uma melhora na nucleação do banho e conseqüentemente uma melhora nas propriedades finais do fundido.

Outra característica interessante no uso do SiC é o tempo de fading. A figura 5 mostra a evolução da profundidade da cunha ao utilizar o carbeto de silício no início da carga em comparação ao ferro silício que foi adicionado na etapa de correção.

Este comparativo mostra que o carbeto de silício mantém a nucleação do banho metálico por mais tempo quando comparado ao ferro silício. Esta propriedade é muito importante para manter um metal líquido com uma nucleação estável, principalmente em fundições que possuem um forno canal (forno holding).

1.2.3 Cinética de Dissolução do Carbeto de Silício em Banhos Metálicos.

Enquanto as ligas a base de ferro

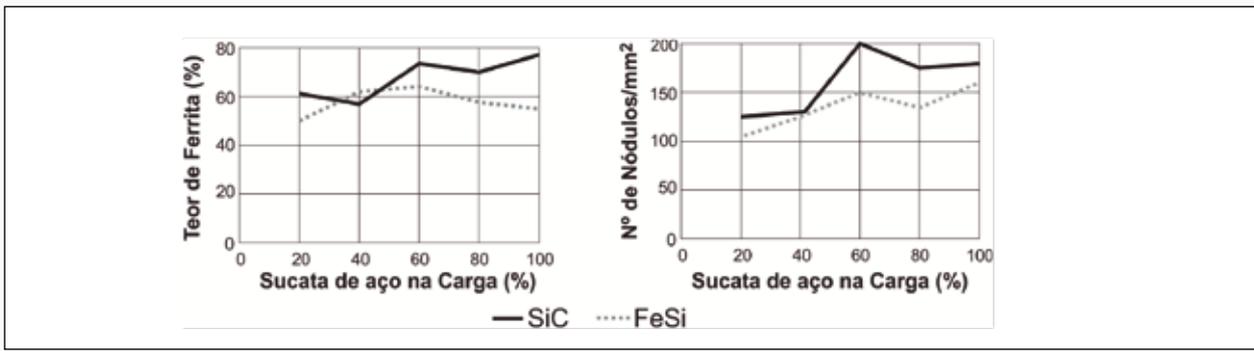


Figura 2 – Efeito do carbeto de silício em diferentes composições de cargas. [2]

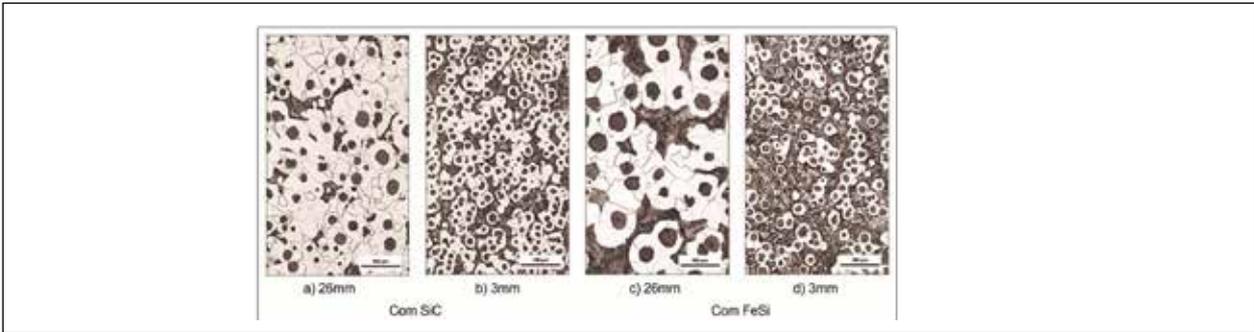


Figura 3 – Efeito do uso do carbeto de silício em diferentes espessuras de parede. [2]

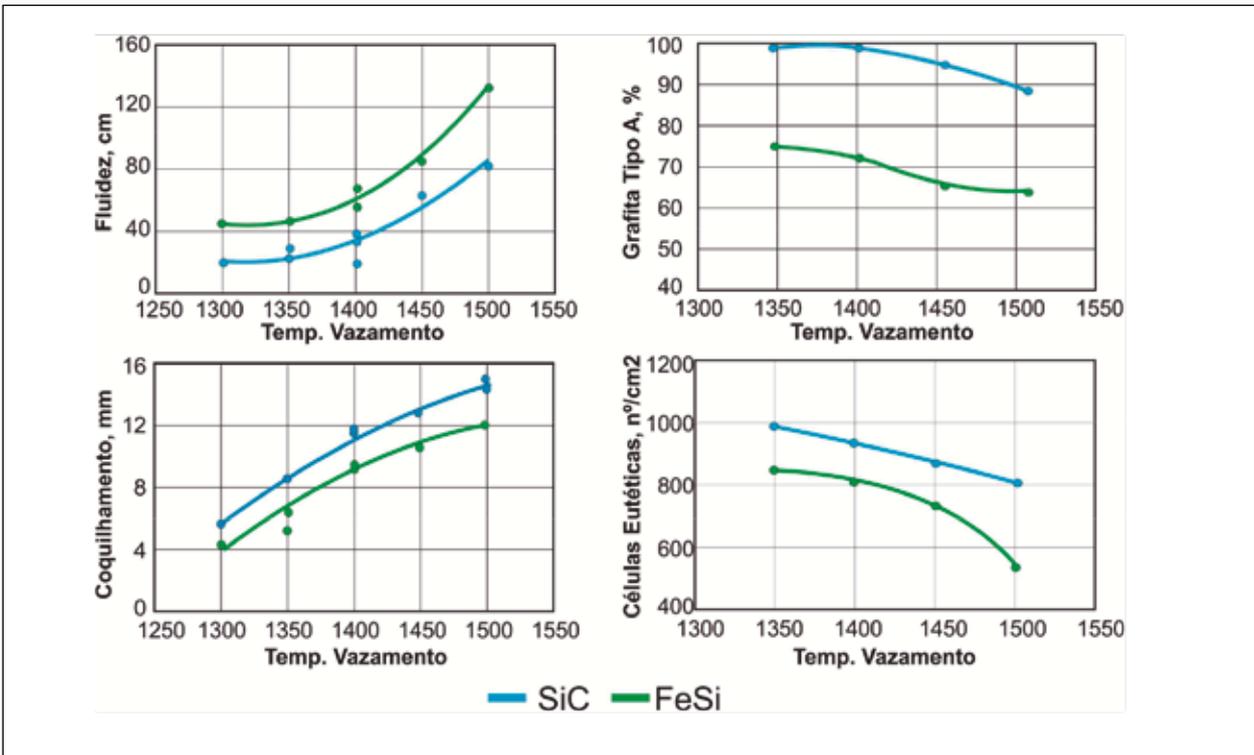


Figura 4 – Efeito do uso do carbeto de silício em diferentes temperaturas de vazamento. [3]

silício se fundem a partir de 1220°C e diluem rapidamente, o SiC não se funde nessa temperatura [5]. O processo de incorporação do SiC ocorre por sua dissolução gradual no ferro líquido.

A Figura 6 mostra a velocidade com que o carbeto de silício se dissolve no banho de ferro em função da tempera-

tura, agitação e o grau de saturação no banho.

Nota-se que a velocidade de dissolução do SiC é reduzida em função da concentração do banho em ritmo mais acelerado quando aumenta o teor de carbono no banho.

A literatura [5] orienta que em for-

nos de fusão a indução o SiC deve-se ser carregado em contato direto com a sucata de aço. Este método não só beneficia a velocidade de dissolução, mas também a desoxidação da sucata de aço. Sendo que o ferro gusa e o retorno deverão ser carregados posteriormente.

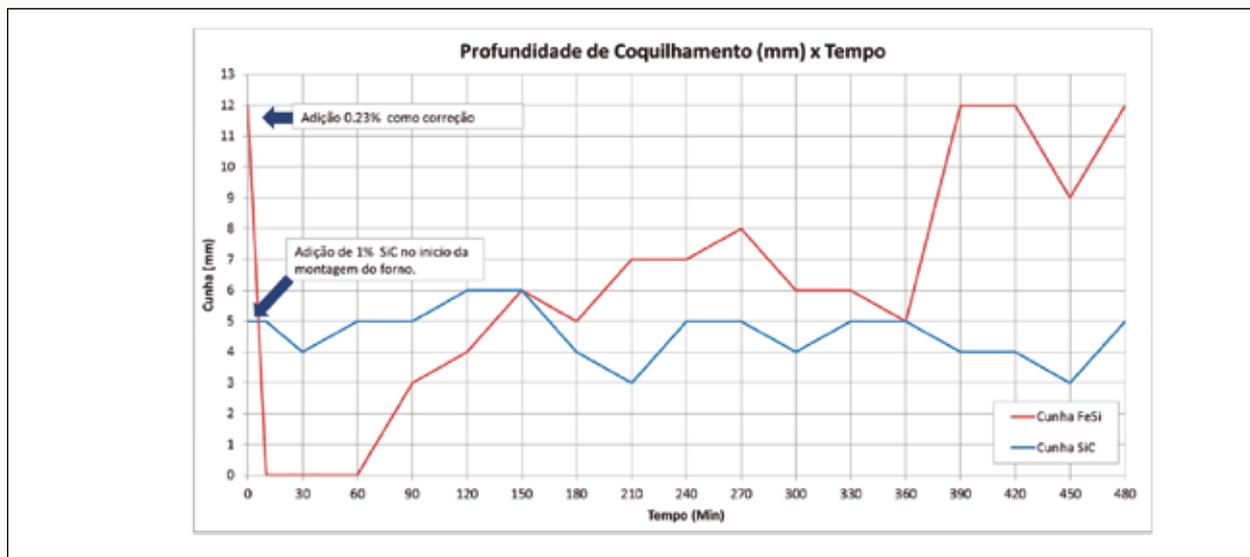


Figura 5 – Evolução da profundidade da cunha em função do tempo com diferentes fontes de ligas. Temperatura do forno 1450°C.

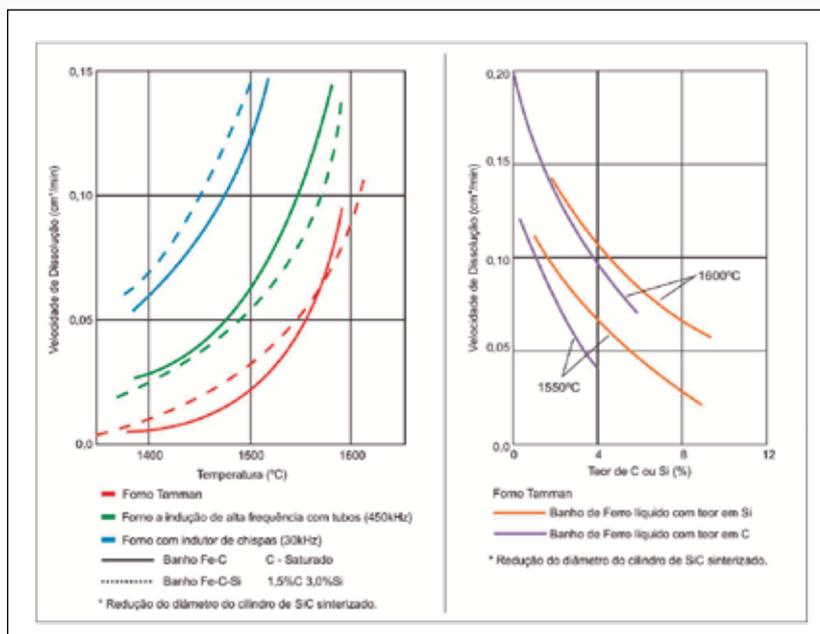


Figura 6 – Velocidade de dissolução em função da temperatura, agitação e grau de saturação do banho [5]. Redução do diâmetro de um cilindro de carbeto de silício submerso no metal líquido

A figura 7 mostra o tempo que o carbeto de silício leva para dissolver-se em função do tamanho de grão. Ao contrário do que sucede normalmente, este tempo diminui em função do aumento do diâmetro, ou seja, a velocidade da dissolução aumenta. Isto se torna mais claro ao considerar-se que cada grão de SiC está envolto numa película (μm) de SiO₂, a qual impede o contato direto com o ferro líquido. Neste caso é preciso considerar que a área específica da película que envolve cada grão grande é inferior a soma de um aglomerado de

igual volume de vários grãos menores, cada um dos quais contando com a sua própria película de SiO₂. [5]

Outro fator importante é a influência do tamanho dos grãos com o teor de SiC. A figura 7 também mostra o semiperíodo de dissolução do oxigênio ($t_{0,5}$), isto é, o oxigênio dissolvido reduzido pela metade. Os chamados semiperíodos são ao mesmo tempo a medida inversa para a cinética de dissolução e reação. Também neste caso, a medida que aumenta o diâmetro do grão ocorre a redução do semiperíodo de disso-

lução, isto é, melhorará inicialmente a cinética de reação e dissolução. Entretanto, se o diâmetro do grão continuar crescendo, o semiperíodo de dissolução aumentará, prejudicando a cinética de dissolução de reação porque passará a dominar a influência da superfície específica do SiC. [5]

2 MATERIAL E MÉTODOS

A fim de observar o comportamento do carbeto de silício no banho metálico foi realizado dois tipos de teste 2.1 e 2.2.

2.1 - Avaliação da incorporação e nucleação de diferentes fontes de silício adicionadas no metal líquido em função do tempo:

Para esta avaliação, duas amostras de carbeto de silício foram comparadas ao ferro silício (FeSi75%). A diferença entre as amostras de carbeto de silício está no teor de silício contido em cada uma. (Tabela 2)

Os cálculos de carga foram preparados para atender a composição química do ferro base FC250 conforme mostrado na tabela 3. Todos os carburantes foram adicionados no início junto a carga fria, e somente as amostras de FeSi e SiC foram adicionadas após a fusão do metal líquido, seguindo o procedimento ilustrado na figura 8. Após a adição das amostras, as propriedades do metal foram monitoradas por meio das variáveis mostradas na tabela 4.

2.2 - Avaliação da incorporação e nucleação na etapa de pré-inoculação com diferentes fontes de silício na etapa de nodulização.

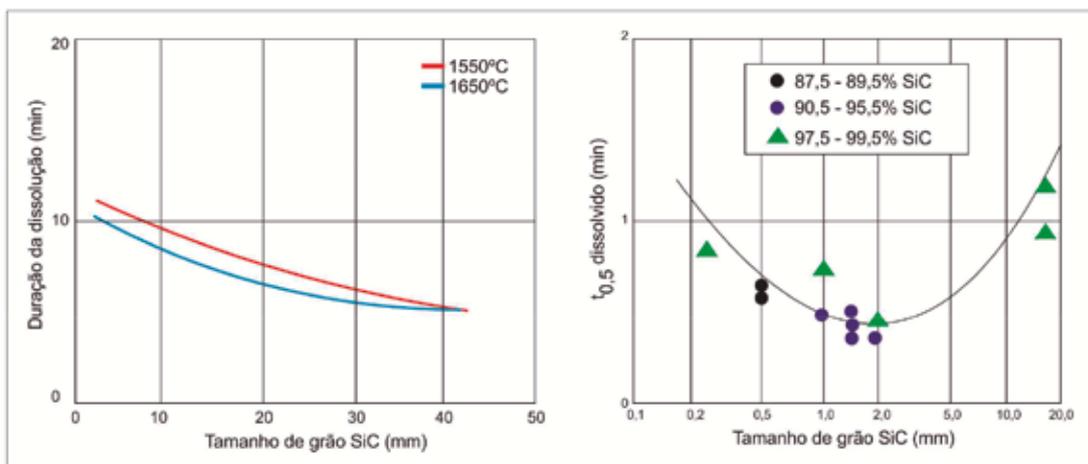


Figura 7 – Efeito do tamanho de grão e teor de SiC na velocidade de dissolução [5].

| Carga Metálica | C | Si | Mn |
|----------------|--------|--------|--------|
| Ferro Gusa | 4,00% | 1,24% | 0,08% |
| Sucata Aço | 0,01% | 0,01% | 0,19% |
| Ligas | C | Si | Mn |
| FeMn | - | - | 75,00% |
| FeSi | - | 75,00% | - |
| Carburante | 95,00% | - | - |
| SiC A | 29,66% | 69,45% | - |
| SiC B | 30,78% | 64,14% | - |

Tabela 2 – Composição química das matérias primas utilizadas.

Neste conjunto de teste um metal base foi preparado em um forno indução de 300Kg seguindo a composição química informada na tabela 5. As quantidades de cada amostra foram adicionadas para se chegar a um resultado de carbono equivalente semelhante entre cada teste. Os materiais foram adicionados na etapa de tratamento com a liga de magnésio seguindo o procedimento ilustrado na figura 9. Esta etapa foi escolhida por apresentar alta agitação do metal na panela. Logo após o tratamento foi adicionado inoculante IM22. Em cada etapa o metal foi vazado um molde escalonado para avaliar a evolução da microestrutura.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados compilados serão apresentados em dois estágios 3.1 e 3.2.

3.1 Avaliação da incorporação e nu-

cleação de diferentes fontes de silício adicionadas no metal líquido em função do tempo:

3.1.1 Rendimento

Não existe muitos estudos sobre a utilização do SiC após a fusão do metal.

Baseado nesta premissa, os resultados abaixo foram levantados para avaliar o comportamento da adição do SiC no metal líquido.

A tabela 6 mostra a evolução do carbono equivalente antes e depois da adição das amostras. O carbono equivalente é um dos fatores importantes nas propriedades do metal. Nota-se que os resultados do carbono apresentaram baixa variação entre os testes realizados.

As figuras 10 e 11 mostram os resultados de incorporação do silício e carbono após a adição das amostras a

1550°C, sendo que o SiC A, com maior pureza, apresentou um rendimento de incorporação do silício semelhante ao FeSi.

Além disso, a taxa de incorporação nos primeiros 5 minutos também foi similar ao FeSi. Provavelmente isto se deve a amostra com alto teor de Si apresentar uma densidade mais elevada em relação à amostra de menor teor. Neste caso, o grão mais denso fica totalmente submerso no metal líquido facilitando a sua incorporação, enquanto que o material menos puro fica sobre o metal líquido reduzindo a sua velocidade de incorporação.

3.1.2 Avaliação Nucleação Células Eutéticas

Uma das técnicas de análise da nucleação do banho em ferros fundidos cinzentos é via a contagem de células

| Amostras | Carga Metálica | | Ligas | | | | Composição Química | | |
|----------|----------------|------------|-------|-------|------------|-------|--------------------|-------|-------|
| | Sucata de Aço | Ferro Gusa | FeMn | FeSi | Carburante | SiC | C | Si | Mn |
| FeSi | 30% | 70% | 0,25% | 1,16% | 0,51% | - | 3,10% | 1,70% | 0,30% |
| SiC A | 30% | 70% | 0,25% | - | 0,07% | 1,40% | 3,10% | 1,70% | 0,30% |
| SiC B | 30% | 70% | 0,25% | - | 0,02% | 1,51% | 3,10% | 1,70% | 0,30% |

Tabela 3 – Cálculo de carga

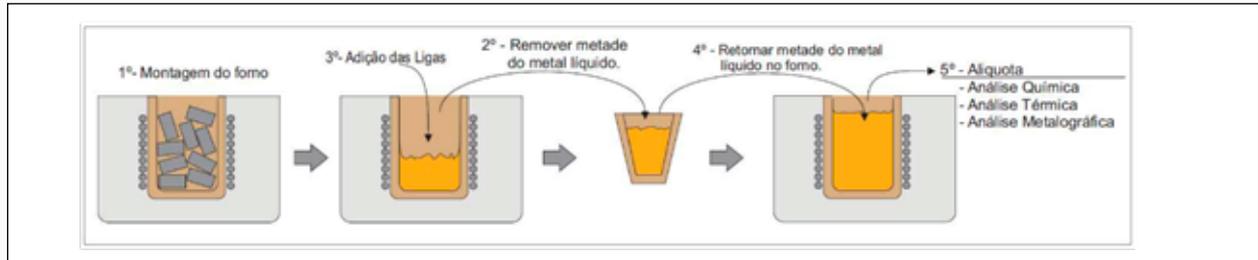


Figura 8 – Procedimento de adição das amostras em estudo.

| Resposta/Tempo | Antes da Adição | Minutos após adição da liga | | |
|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|----|----|
| | | 5 | 10 | 20 |
| Composição Química Si/C | X | X | X | X |
| Carbono Equivalente | X | X | X | X |
| Superresfriamento | X | X | X | X |
| Número de Células eutéticas | X | X | X | X |

Tabela 4 – Variáveis monitoradas

| Amostras | Metal Base | | Tratamento | | | Inoculação | Composição Química | | |
|----------|------------|-------|------------|-------|-------|------------|--------------------|-------|-------|
| | C | Si | FeSiMg | FeSi | SiC | IM22 | C | Si | CE |
| FeSi | 3,50% | 1,42% | 1,37% | 0,50% | - | 0,15% | 3,50% | 2,50% | 4,33% |
| SiC A | 3,50% | 1,42% | 1,37% | - | 0,25% | 0,15% | 3,57% | 2,30% | 4,34% |
| SiC B | 3,50% | 1,42% | 1,37% | - | 0,25% | 0,15% | 3,58% | 2,29% | 4,34% |

Tabela 5 – Cálculo de carga

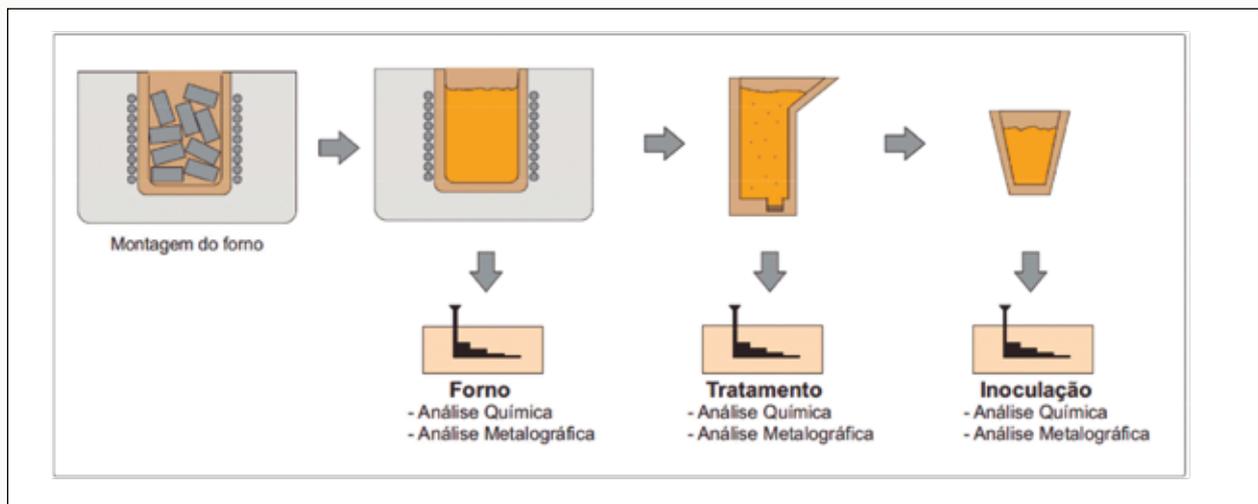


Figura 9 – Procedimento de adição das amostras em estudo.

| Amostras | Carbono Equivalente | | | | Teor de Mn (%) | | | | Teor S (%) | | | |
|----------|---------------------|-------|--------|--------|----------------|-------|--------|--------|------------|-------|--------|--------|
| | 0 min | 5 min | 10 min | 20 min | 0 min | 5 min | 10 min | 20 min | 0 min | 5 min | 10 min | 20 min |
| FeSi | 3,6 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| SIC A | 3,4 | 3,9 | 3,9 | 3,7 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| SIC B | 3,3 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |

Tabela 6 - Evolução do teor carbono equivalente, Mn e após adição das amostras.

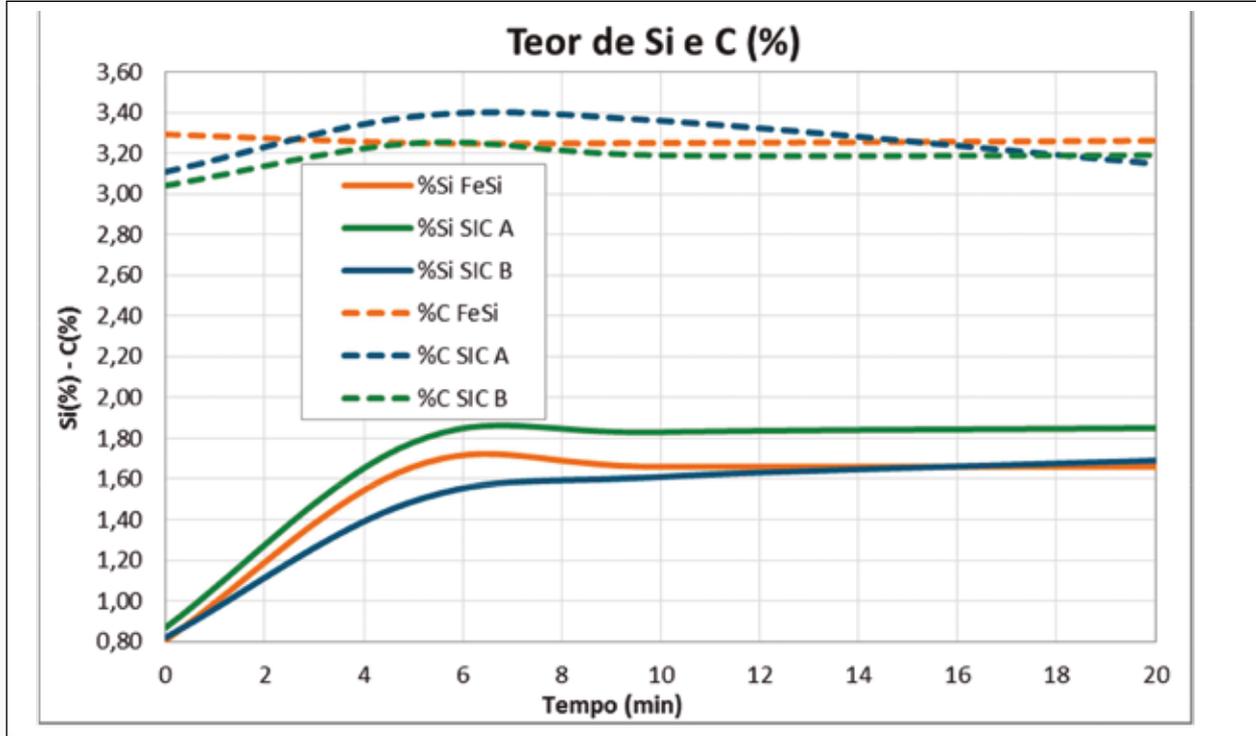


Figura 10 - Evolução do teor do silício e carbono no metal após adição das ligas em função do tempo.

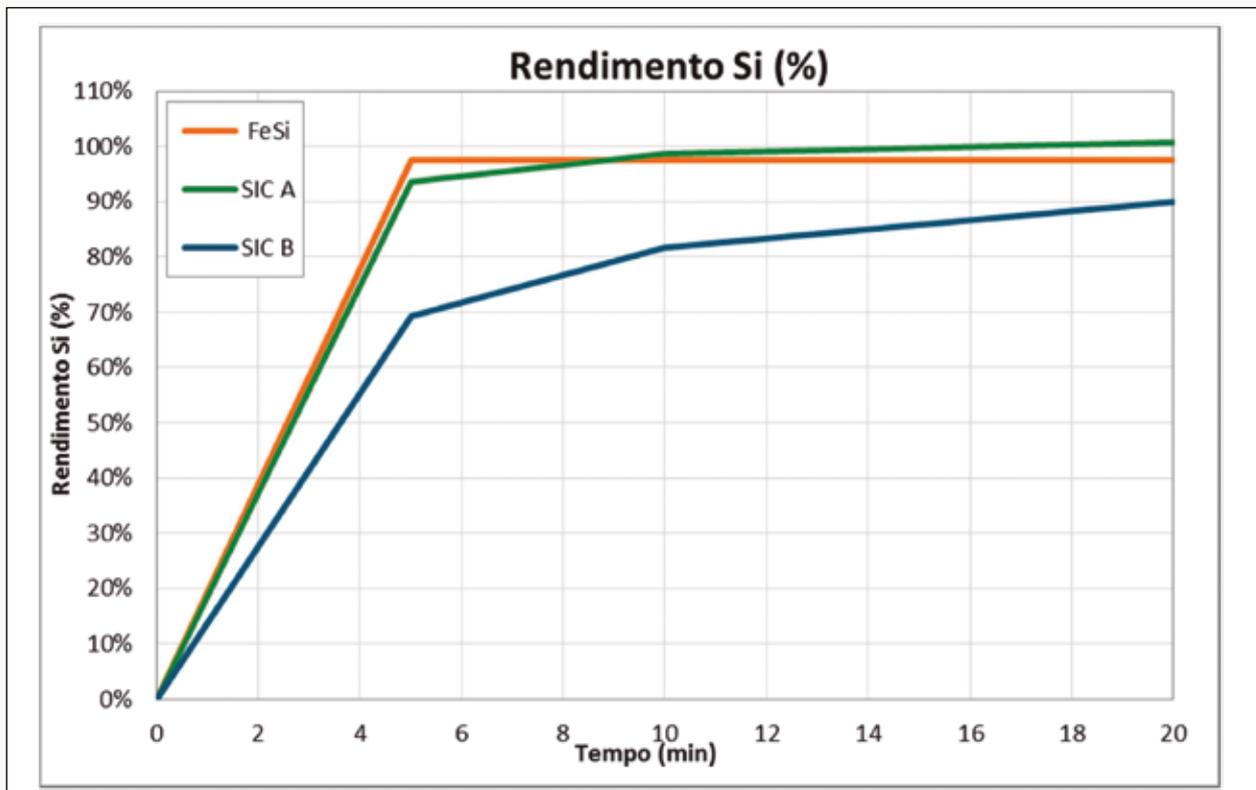


Figura 11 - Evolução do rendimento de incorporação do silício no metal após adição das ligas em função do tempo.

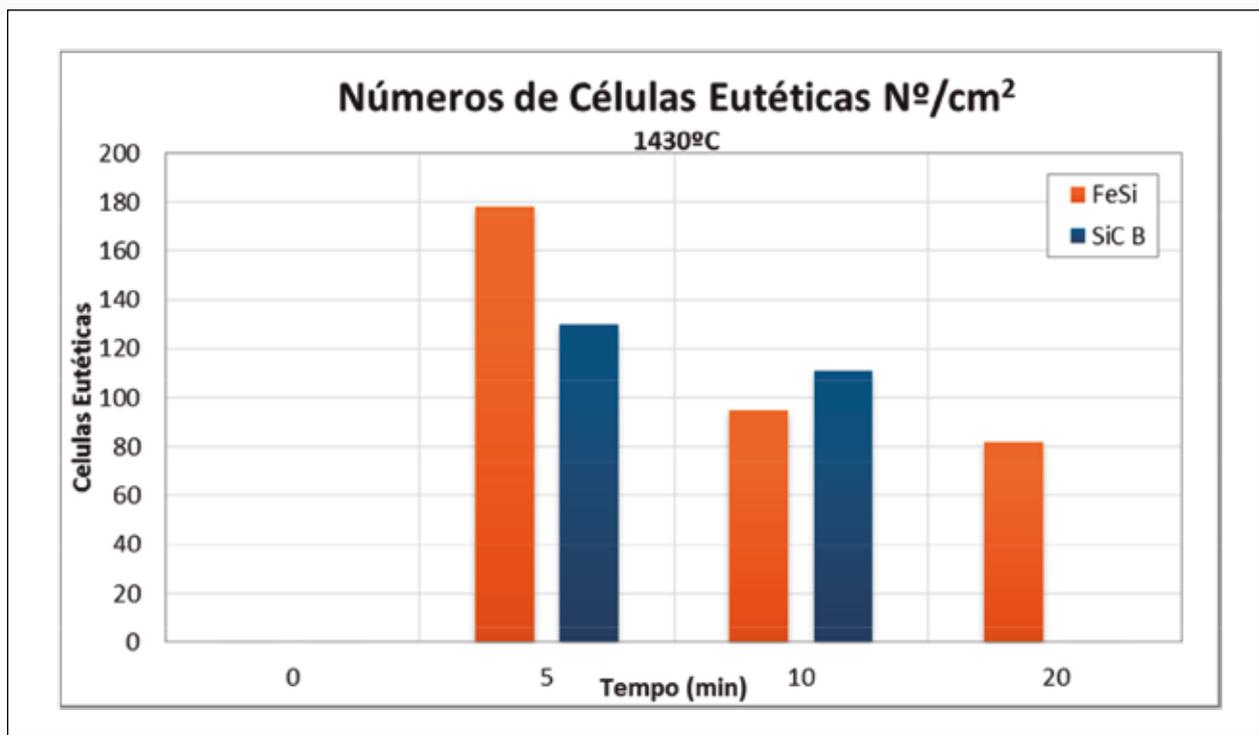


Figura 12 – Contagem do número de células eutéticas antes e depois da adição das ligas a um patamar de temperatura de 1430°C. O teste da amostra de SiC A não foi feito nesta temperatura.

MINERAÇÃO JUNDU

Unidades Industriais: Descalvado/SP (Areia) - Analândia/SP (Areia) - Balneário Barra do Sul/SC (Areia)
 Viamão/RS (Areia) - São João Del Rei/MG (Calcário) - Bom Sucesso de Itararé/SP (Dolomita)

Matriz: Rodovia SP 215, Km 116 - Cx. Postal 19 - Descalvado/SP - CEP.: 13690-000 - PABX: (19) 3583-9200 e Fax: 3583-9267
 Suporte Técnico: Tel.: (19) 3583-9212 - www.mjundu.com.br - mktvendas@mjundu.com.br

ABIFA
 Associado

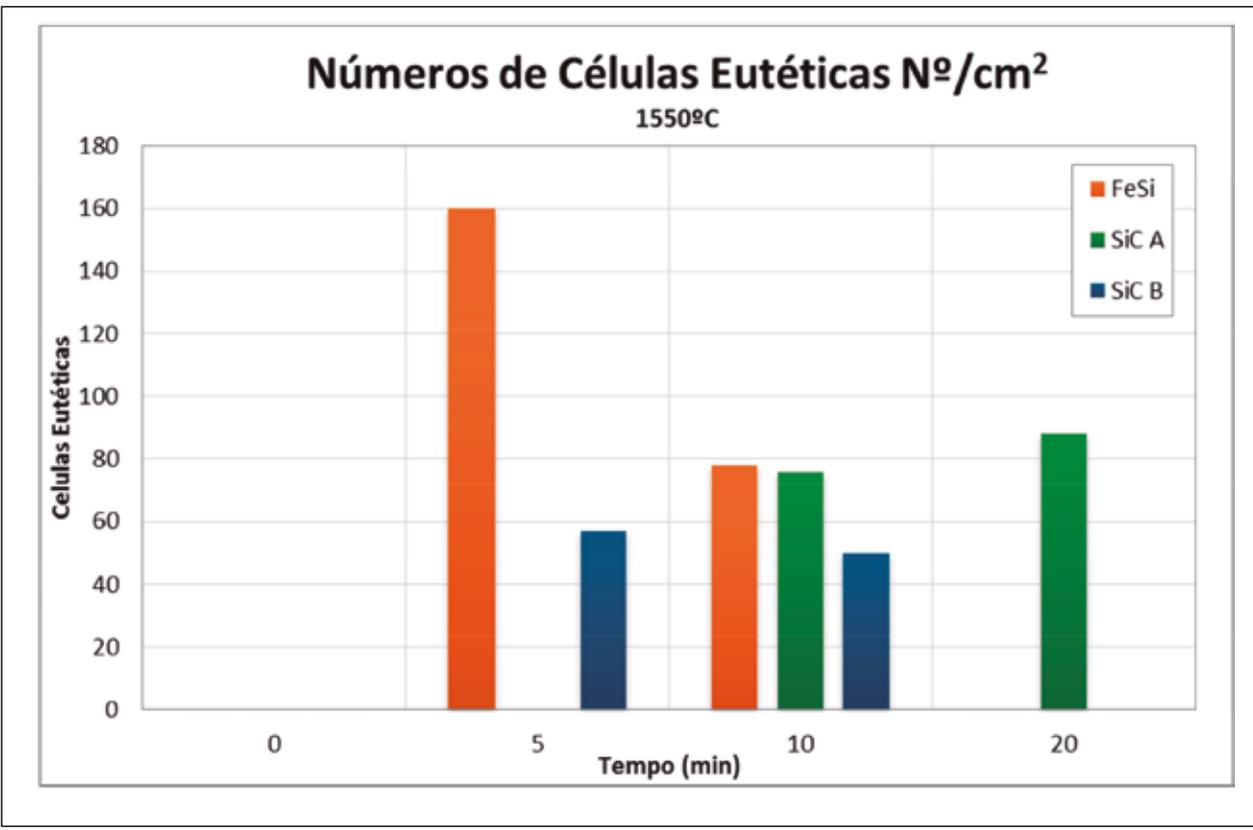


Figura 13 – Contagem do número de células eutéticas antes e depois da adição das ligas a um patamar de temperatura de 1550°C.

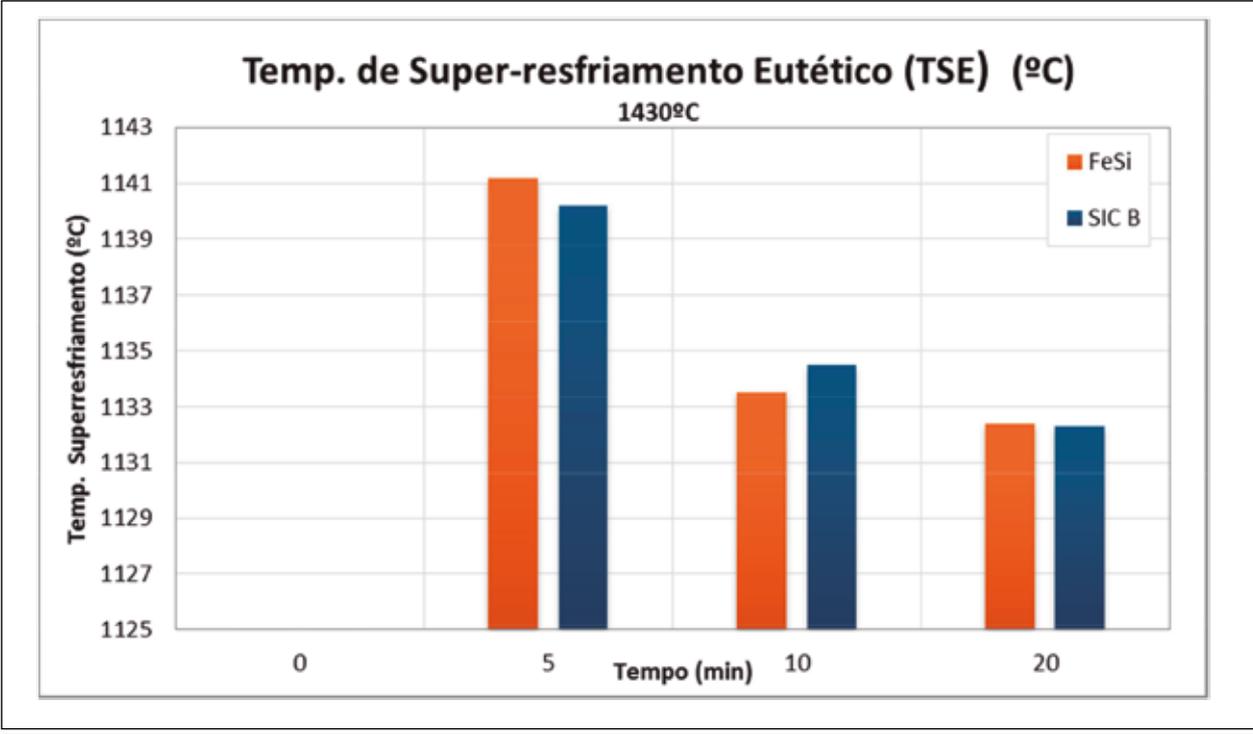


Figura 14 – Temperatura de super-resfriamento eutético do metal antes e depois da adição das ligas a um patamar de temperatura de 1430°C. O teste da amostra de SiC A não foi feito nesta temperatura.

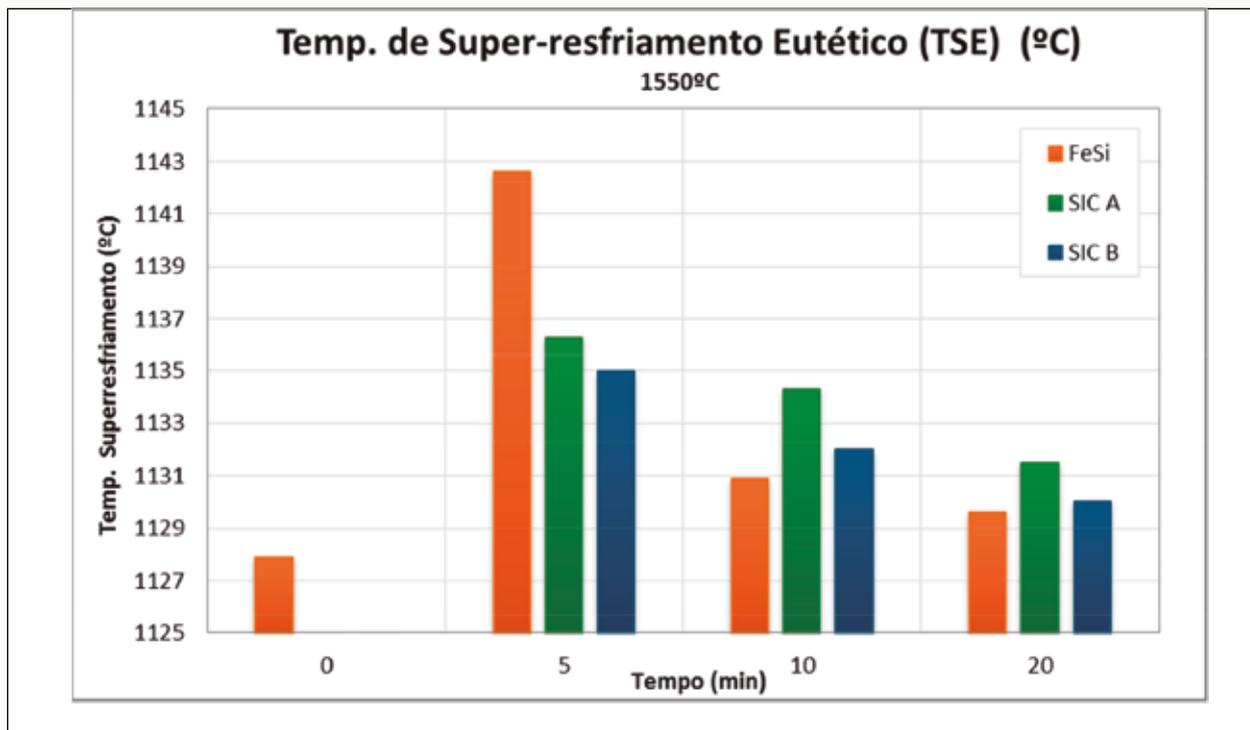


Figura 15 – Temperatura do super-resfriamento eutético do metal antes e depois da adição das ligas a um patamar de temperatura de 1550°C.

eutéticas. A nucleação do banho é diretamente proporcional ao número de células eutéticas. Após a fusão da carga a nucleação do metal pode apresentar diferentes níveis de nucleação dependendo do tipo de carga metálica ou história térmica que sofreu durante sua fusão. Nesse estudo a composição de carga metálica foi basicamente a base de ferro gusa (tabela 5).

Após a fusão da carga, isto é, antes da adição das amostras, a nucleação de grande parte dos testes foram nulas formando ferro fundido branco. Depois da adição das ligas ocorre o aumento da nucleação do banho e consequentemente o aumento do número de células eutéticas e da temperatura do super-resfriamento eutético (TSE) (figuras 12, 13, 15, 16, 17).

As Figuras 12 e 13 mostram a evolução do número de células eutéticas em função do tempo a um patamar de temperatura de 1430°C e 1550°C respectivamente sendo que a figura 12 mostra que nos primeiros 5 minutos o número de células do FeSi são maiores em relação ao SiC. Entretanto, após 10 minutos este número cai para um nível inferior em comparação ao SiC. Mas após 20 minutos da adição da amostra, mantendo um patamar de temperatura 1430°C, o número de células eutéticas do FeSi se mantém estável referente a

primeira queda, enquanto a amostra de SiC B ficou totalmente coquilhada. Neste nível de temperatura não foi testado o SiC A.

A figura 13 mostra que nos primeiros 5 minutos o número de células eutéticas do FeSi foi superior às amostras de SiC. Entretanto, após 10 minutos o número de células eutéticas do ferro silício caíram para o mesmo nível das amostras de SiC.

Enquanto após 20 minutos somente a amostra de SiC A conseguiu manter a nucleação a 1550°C.

Observa-se também que o SiC A apresentou um número de células eutéticas somente após 10 minutos. Na análise de 5 minutos o material estava nucleado, porém as células eutéticas formadas estavam heterogêneas que impossibilitou a contagem.

Temperatura de Super-resfriamento Eutético (TSE)

Outra forma de análise da nucleação do banho é via análise térmica. O ponto de menor temperatura da análise térmica, também chamada de temperatura de super-resfriamento eutético (TSE), é importante para verificação da nucleação do banho sendo diretamente proporcional ao nível de nucleação do banho.

As Figuras 14 e 15 mostram a evo-

lução TSE em função do tempo a um patamar de temperatura de 1430°C e 1550°C respectivamente. Os resultados se assemelham muito ao que já foi apresentado via contagem de células eutéticas.

A figura 14 mostra que nos primeiros 5 minutos a TSE do FeSi é superior ao SiC, porém ajusta-se ao mesmo nível do SiC após 20 minutos. No nível de temperatura de 1550°C a TSE do FeSi reduz de forma mais acentuada e chega em um nível inferior as amostras de SiC (figura 15).

A queda do TSE mais acentuada do FeSi em temperaturas mais elevadas é observada no gráfico da figura 16. Este gráfico pode ser interpretado pela taxa de decréscimo da TSE no intervalo entre 5 a 10 minutos, onde o efeito oposto ao FeSi ocorreu com as amostras de carvão de silício, isto é, a redução da TSE foi menor com a elevação da temperatura.

A análise do rendimento de incorporação mostra que principalmente, o SiC de teor mais elevado de silício apresentou níveis compatíveis ao do FeSi. Enquanto a avaliação da pre-inoculação mostra que em temperaturas elevadas o SiC mantém o número de células eutéticas e a TSE mais elevados por mais tempo.

3.2 - Avaliação da incorporação e nu-

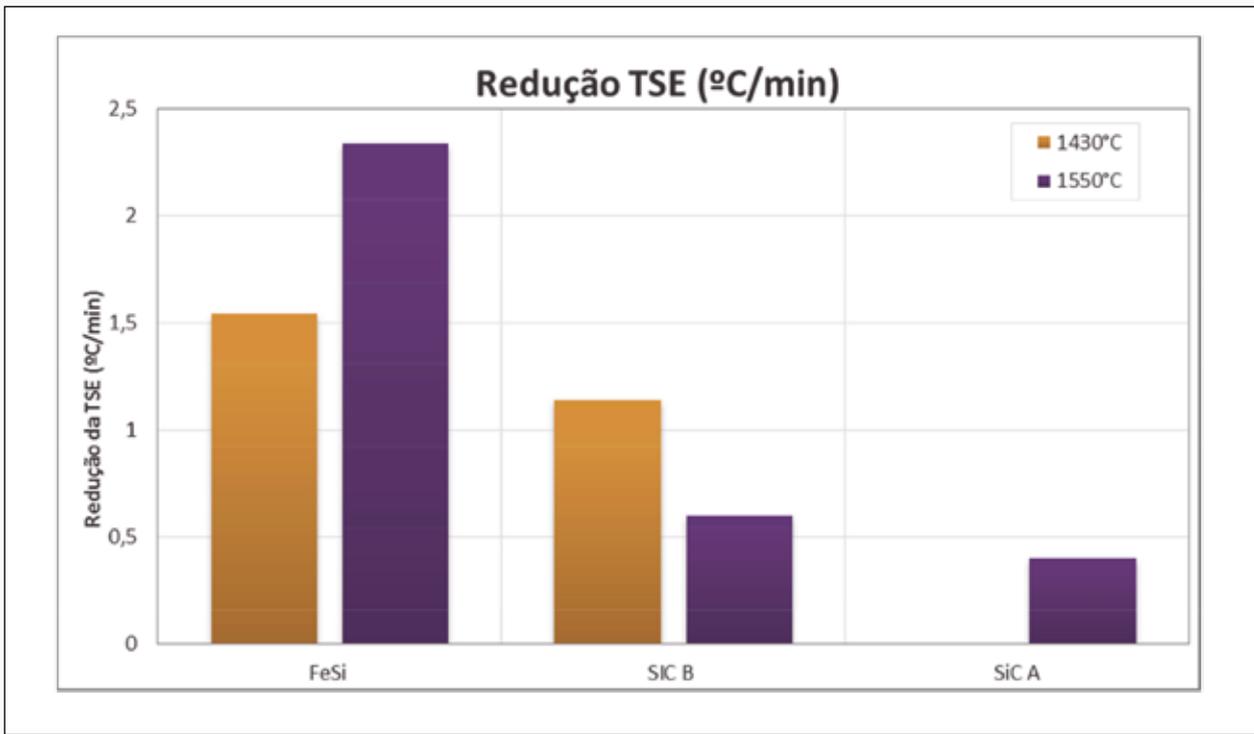


Figura 16 – Redução da Temperatura de super-resfriamento eutético em um intervalo de tempo entre 5 e 10 minutos após a adição das ligas. O teste da amostra de SiC A não foi realizado a 1430°C.

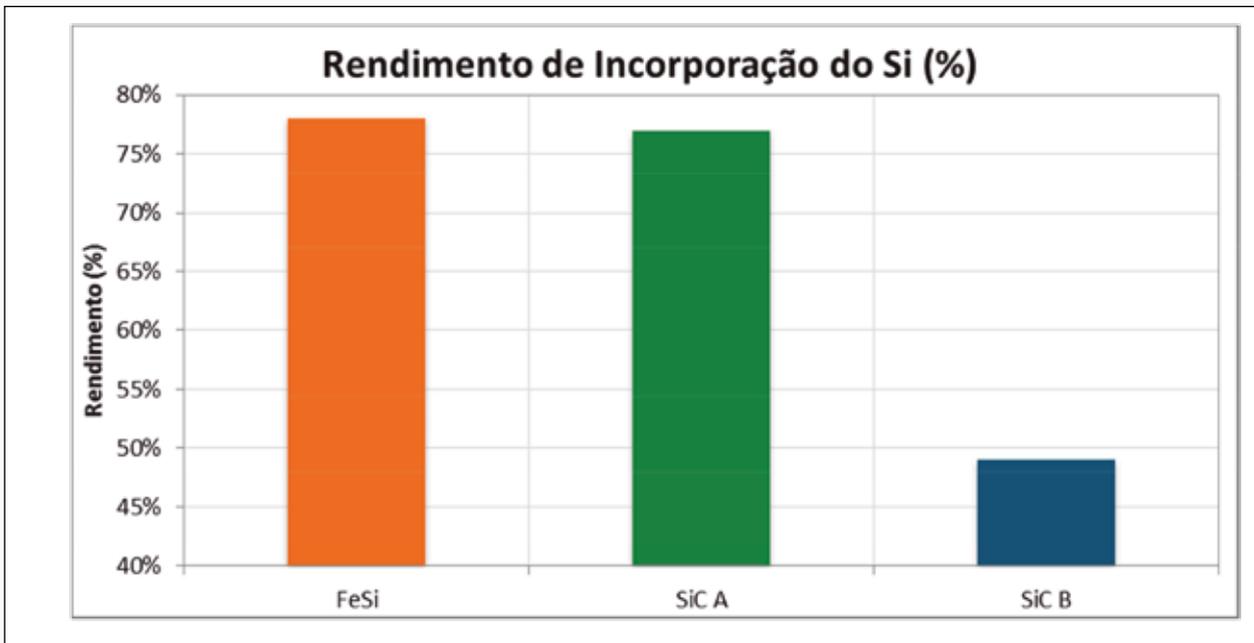


Figura 17 – Rendimento de incorporação do Silício quando adicionado junto com a liga nodulizante. Temperatura de vazamento aprox. 1500°C

cleação na etapa de pré-inoculação com diferentes fontes de silício na etapa de nodulização.

3.2.1 Rendimento

Durante o tratamento de nodulização a reação do metal líquido com a liga nodulizante é bastante intensa gerando uma agitação muito forte. Baseado nesta ideia, os resultados abaixo foram levantados para avaliar o com-

portamento da adição do SiC junto a liga nodulizante.

A figura 17 mostra o rendimento de incorporação das amostras adicionadas junto com a liga nodulizante. Para efeito de cálculo foi estipulado que o rendimento do silício contido na liga nodulizante foi de 100% e o restante do silício foi proveniente das amostras em estudo. Assim observou-se que diferentemente do SiC B, o SiC A apresentou

resultados semelhantes ao FeSi.

3.2.2 Avaliação Nucleação

Uma forma de avaliar a nucleação do banho nos ferros fundidos nodulares é por meio da contagem dos números de nódulos/mm². A figura 18 mostra que o SiC

A apresentou um maior número de nódulos. Entretanto, dada a variação no nível de inoculante e liga adicionado en-

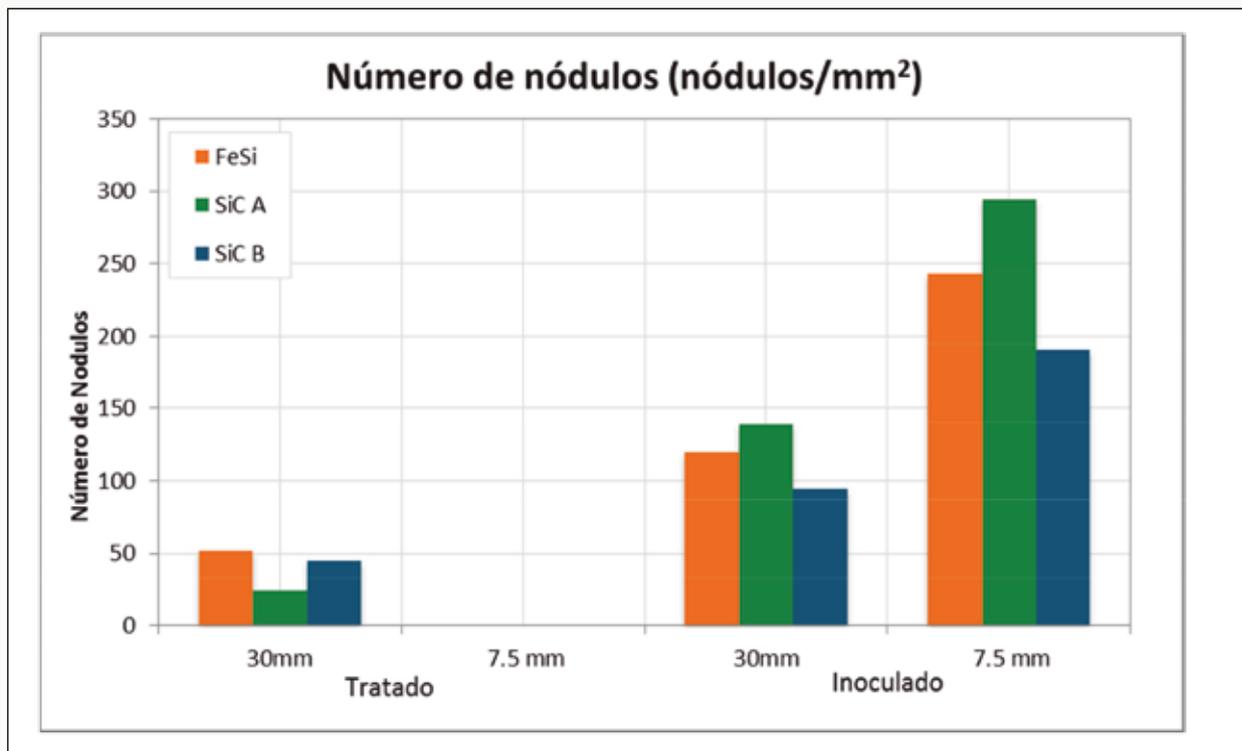


Figura 18 – Contagem de números de nódulos em duas espessuras de paredes nas formas tratadas e inoculadas.

| Ligas | Tratamento | | | | | |
|-------|------------|----------|--------|---------|------|-------|
| | Temp. (°C) | Nod. (%) | Mg (%) | Ceq (%) | Mn | S |
| FeSi | 1549 | 1,28% | 0,04 | 3,92 | 0,23 | 0,006 |
| SiC A | 1547 | 1,47% | 0,03 | 3,99 | 0,22 | 0,010 |
| SiC B | 1549 | 1,31% | 0,04 | 3,87 | 0,23 | 0,011 |
| Ligas | Inoculação | | | | | |
| | Temp. (°C) | Inc. (%) | Mg (%) | Ceq (%) | Mn | S |
| FeSi | 1349 | 0,14% | 0,04 | 3,85 | 0,23 | 0,016 |
| SiC A | 1333 | 0,16% | 0,03 | 3,96 | 0,22 | 0,011 |
| SiC B | 1314 | 0,14% | 0,03 | 3,83 | 0,23 | 0,010 |

Tabela 7 – Parâmetros de processo

tre as amostras os resultados indicam a necessidade de estudos mais aprofundados nesse ponto (Tabela 7).

4 CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, pode-se afirmar que existe a possibilidade de desenvolver o carbeta de silício como agente pre-inoculante em fornos de ferro fundido. Esta pre-inoculação pode ajudar a reduzir custos de etapas posteriores do processo de produção do ferro fundido. Este trabalho mostrou que o teor de SiC influencia diretamente no rendimento de incorporação e na nucleação de banhos metálicos. Conclui-se também que o tempo de fading do carbeta é mais lento em relação ao ferro silício principalmente em temperaturas mais elevadas proporcionando metal líquido mais estável por mais tempo. Para os trabalhos futuros

serão realizados testes industriais para confrontar com os resultados apresentados.

REFERENCIAS

- LIMA, T, C. F. Estudo de utilização de briquetes da matéria prima na matéria prima na produção de carbureto de. 2011. Tese (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- VAŠKO, A. Microstructure and mechanical properties of synthetic nodular cast iron. ADI, Archives of foundry engineering, Vol. 10, (2010), p. 93-98
- Edalati, K; Akhlaghi, F; Nili-Ahmadabadi, M. Influence of SiC and FeSi addition on the characteristics of gray cast iron melts poured at different temperatures. Journal of Materials Processing Technology, 160 (2005) p.183-187
- POPESCU, M; ZAVADIL, R; SAHOO, M. SiC-

-The most efficient addition to increase the nodule count in ductile iron. International journal of Metalcasting, Vol. 3, (winter 2009).

- BENECKE, T. Metallurgical silicon carbide in electric furnace and copula furnace, Giesserei 68 (12) (1981) p.344-349
- FREDRIKSSON, H. Interpretation and Use of Cooling Curves (Thermal Analysis), ASM Casting- Metals Handbook, v.15, pp. 182-185, 1988.
- CABANNE, P, M; GAGNÉ, M. Inoculation of Ductile Iron: Why and When. Suggestions for Ductile Iron Production Sorel-metal Technical Services
- Skaland, T. Preconditioning of Gray Iron Melts using Ferrosilicon or Silicon Carbide

AVALIAÇÃO DO DESGASTE DE MATERIAIS FUNDIDOS EM TRIBÔMETRO TIPO AREIA E RODA DE BORRACHA ¹

Arlei Fernando Pereira²
João Pousa Alves Filho³
Denilson José do Carmo⁴

RESUMO

O tribômetro tipo areia e roda de borracha com referência na norma ASTM G65, é muito utilizado na avaliação do desgaste abrasivo podendo auxiliar o fundidor na definição, comparação e melhoria de produtos fundidos. Neste trabalho a resistência ao desgaste é avaliada em aços fundidos e tratados para a obtenção de estruturas variadas de austenita, martensita, bainita e carbonetos. Os resultados mostram coerência entre a elevação da dureza e da resistência ao desgaste para os aços estudados não se evidenciando encruamento da austenita ou destacamento de carbonetos que pudessem inverter essa tendência. Os coeficientes de variação entre os resultados de desgaste se situaram nos limites indicados pela norma. O abrasivo normalizado pela ASTM G65, areia 50/70 AFS, na forma especificada não é disponível no Brasil. Os resultados mostram que a utilização de areias com diferentes especificações, porém próximas às da norma, embora forneçam resultados que possibilitam comparar os materiais, não permitem a comparação dos resultados de forma interlaboratorial. Palavras-chave: Carbetto de Silício; SiC; Nucleação; Ferro Fundido.

Palavras chave: Abrasão; Desgaste; ASTM G 65.

¹Trabalho enviado e aprovado para o 17º CONAF – Congresso Latino – Americano de Fundição – 28 de setembro a 01 de outubro de 2015 – São Paulo.

²Técnico de Laboratório do SENAI Itaúna CETEF. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Centro Tecnológico de Fundição Marcelino Corradi. Graduando em Engenharia Mecânica pela Universidade de Itaúna.

³Analista de Tecnologia do SENAI Itaúna CETEF. Técnico em Fundição pelo SENAI Itaúna CETEF. Engenheiro de Produção pela Universidade de Itaúna. Especialista em Engenharia da Qualidade pela Sociedade Educacional de Santa Catarina. Sociesc.

⁴Pesquisador do SENAI Itaúna CETEF. Professor da Universidade de Itaúna – Faculdade de Engenharia. Técnico em Fundição pelo SENAI Itaúna CETEF. Engenheiro Industrial Mecânico pela Universidade de Itaúna. Mestre em Metalurgia da Transformação e Doutor em Metalurgia Física pela Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais.

1 - INTRODUÇÃO

O desgaste de componentes mecânicos e estruturais é um desafio constante para a engenharia. A importância do estudo e o controle do desgaste são relevantes quando destacados os impactos financeiros, como citados por Gahr, 1987 mencionado por Dettogni, 2010. Segundo os autores, estudos realizados pela ASME (Sociedade Norte-americana dos Engenheiros Mecânicos) apontam nos Estados Unidos uma perda econômica de 1% a 2,5% do produto interno bruto devido ao desgaste. Na Alemanha uma pesquisa realizada na década de 80 já revelou que desgaste e corrosão juntos podem significar uma perda de 4,5% do PIB (Pro-

duto Interno Bruto) alemão. Dessa forma, ao mesmo tempo em que as organizações devem buscar a redução do desgaste de componentes mecânicos e estruturais para elevar a sua competitividade, o tema traz oportunidades para os fornecedores de componentes, como por exemplo, para os fundidores. O investimento na melhoria de desempenho dos materiais fundidos pode propiciar aos fundidores a ampliação e consistência em seus negócios. A indústria de extração e beneficiamento de minérios utiliza diversos componentes mecânicos e estruturais em condições muito rigorosas de desgaste de diversos modos. Essa indústria se destaca como importante consumidora de produtos fundidos.

A compreensão dos mecanismos de desgaste é muito difícil devido ao grande número de variáveis envolvidas simultaneamente. Há situações em que componentes de menor dureza resistem mais a um tipo de desgaste em comparação com materiais de dureza maior devido ao tipo de interação entre o abrasivo, os esforços e o componente em serviço que está sendo desgastado. Diante desse cenário enfatiza-se a necessidade de se estudar o comportamento de materiais fundidos sob o efeito de desgaste abrasivo.

Conforme Eyre (1991) o desgaste abrasivo é um dos principais tipos de desgaste, sendo um dos mais intensos e dos mais encontrados na prática, responsável por aproxi-

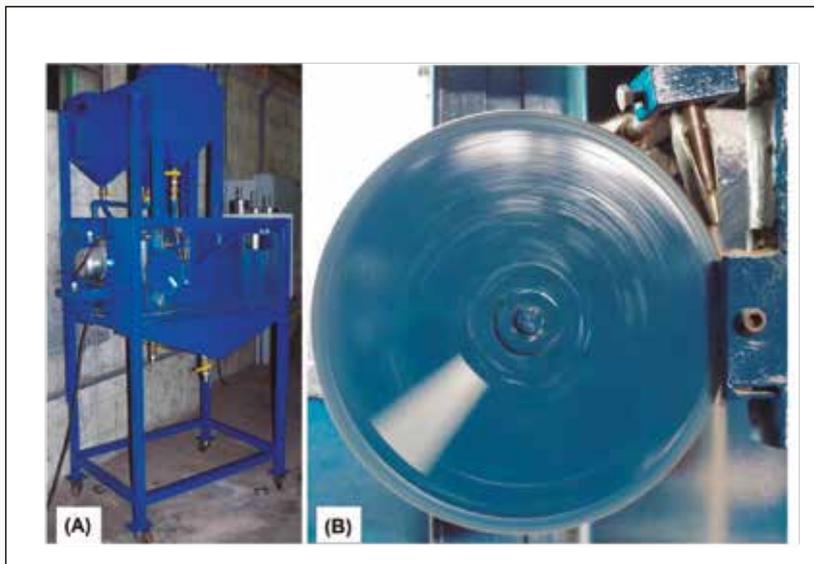


Figura 1 – Máquina para ensaio de desgaste (A). Detalhe da roda com revestimento de borracha durante o teste (B).

madamente 50 % das causas de falhas das máquinas ou componentes. Além disso, o desgaste abrasivo tem especial importância nas atividades agrícolas, de transporte e de mineração, atividades de importância estratégica para muitos países, como também para o Brasil e a Colômbia.

K. Elalem, D.Y. Li (2001) com citações de diversos autores mostram a importância e aplicabilidade do teste de abrasão da areia seca contra a roda de borracha. Os autores afirmam que o teste conhecido como o da roda de borracha é amplamente aplicado, particularmente em condi-

ções de abrasão em baixa tensão, como no caso de materiais aplicados nas indústrias de mineração, de maquinários agrícolas, e aquelas extratoras de “oilsands” – misturas de areia, água, argila e betume.

O SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, através do CETEF, Centro Tecnológico de Fundição Marcelino Corradi - Unidade de Itaúna - Minas Gerais percebeu a oportunidade de crescimento para a indústria no desenvolvendo de temas relacionados ao desgaste abrasivo. Neste sentido, teve a aprovação do CNPq (Conselho Nacional de De-

envolvimento Científico e Tecnológico) segundo o Edital CNPq/VALE S.A de número 05/2012. Projeto no qual foi construída a máquina e foi trabalhado o teste de abrasão da roda de borracha, com referência na norma ASTM G65.

Este trabalho tem o objetivo de mostrar a aplicação da avaliação do desgaste abrasivo, através do teste da roda de borracha, no âmbito dos recursos disponíveis no SENAI Itaúna CETEF. O SENAI se coloca à disposição para o setor da cadeia de fundição na avaliação e desenvolvimento de produtos resistentes ao desgaste.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Selecionou-se um aço baixo carbono média liga, de forma a possibilitar com tratamento térmico de austêmpera, a obtenção de estrutura multifásica com variações entre as quantidades das fases bainita, martensita e austenita. O objetivo desta variação é o de propiciar a avaliação da influência da estrutura do aço na resistência ao desgaste.

O aço foi produzido em forno a indução de média frequência com cadinho na capacidade de 120 kg. Os corpos de prova para o teste de desgaste foram obtidos com as dimensões aproximadas de 75 x 25 x 12 mm³, segundo a norma ASTM G 65 (2010).

O material fundido foi submetido a tratamento térmico de homogenei-



FUNDIÇÃO e USINAGEM em ferro cinzento nodular



Av. Yadoya, 585 12955-000
Bom Jesus dos Perdões - SP

www.yadoyaindustrial.com.br
vendas@yadoyaindustrial.com.br

tel 55 11 4012 7220
fax 55 11 4012 7224

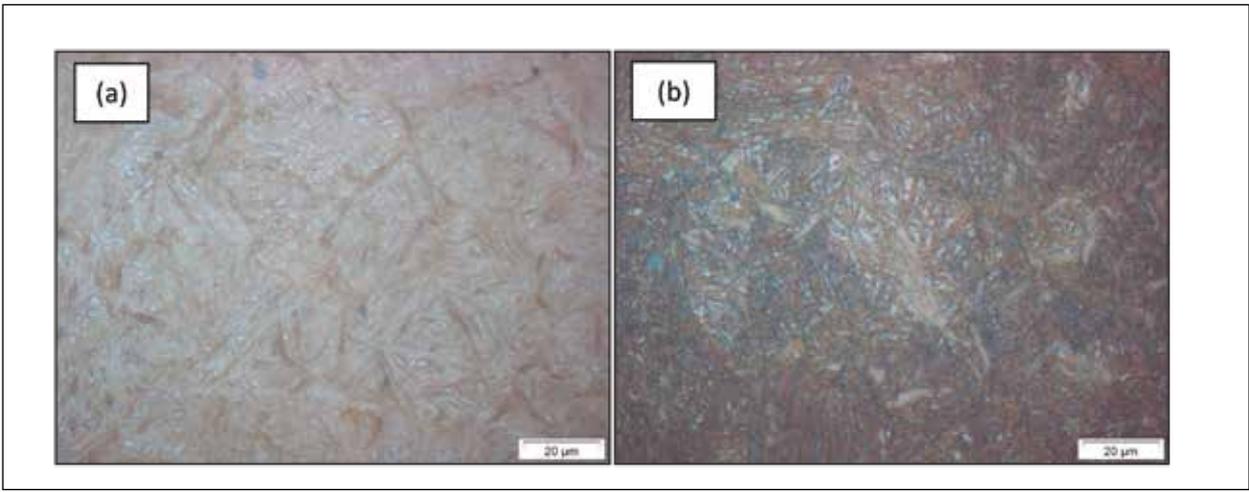


Figura 02. Microestrutura do aço baixa liga austemperado a 300°C.MO. (a) Ataque com reativo deLePera; (b) Ataque com reativo de metabisulfito de sódio.

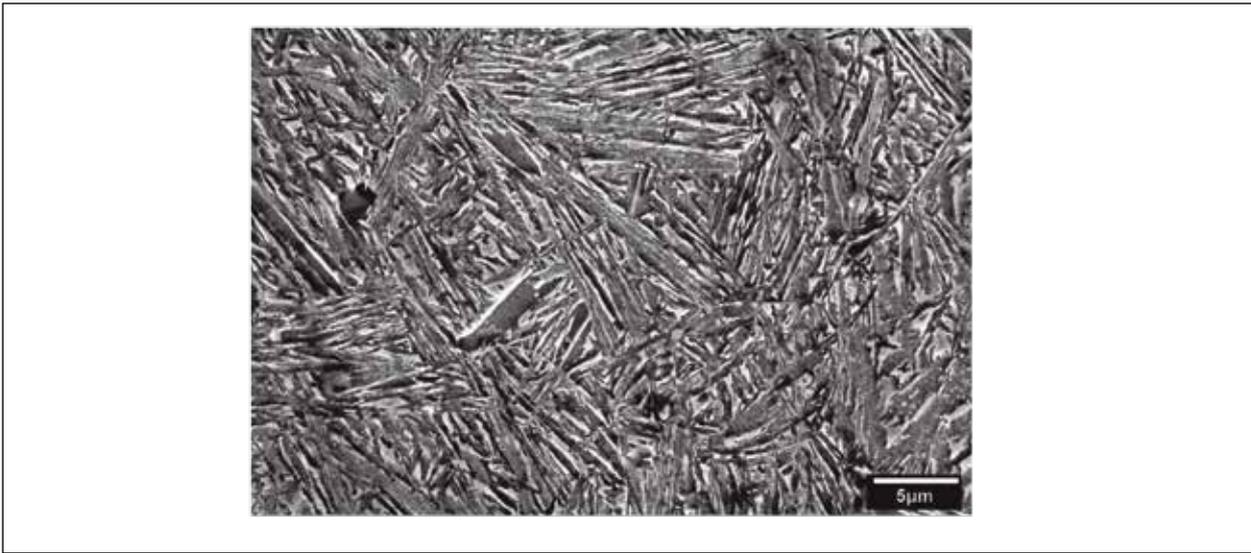


Figura 03. Microestrutura do aço baixa liga austemperado a 300°C.MEV. Ataque com reativo de LePera.

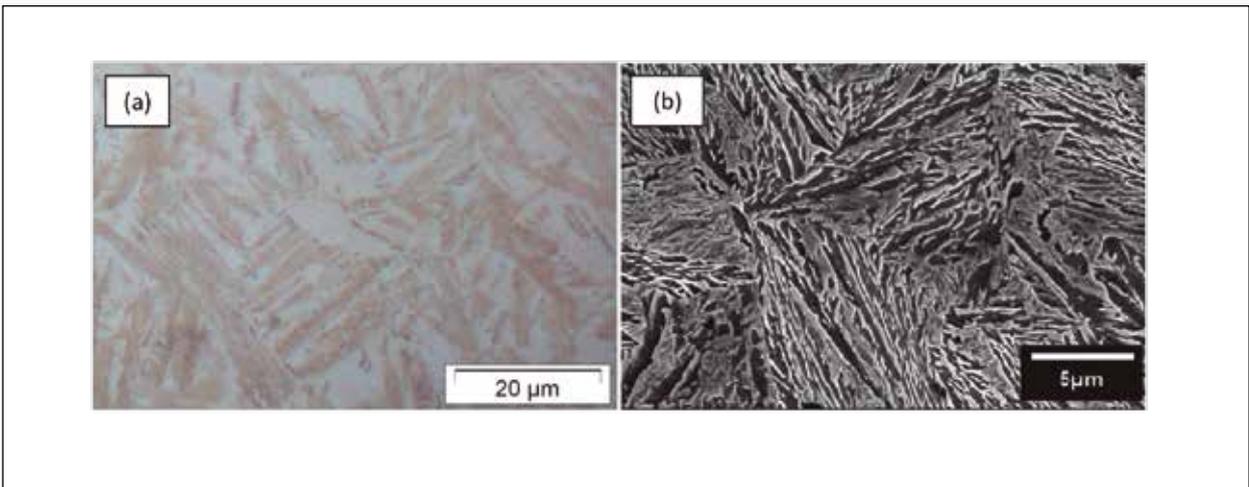


Figura 04. Microestrutura do aço baixa liga austemperado a 400°C. (a) MO e (b) MEV. Ataque com reativo de LePera.

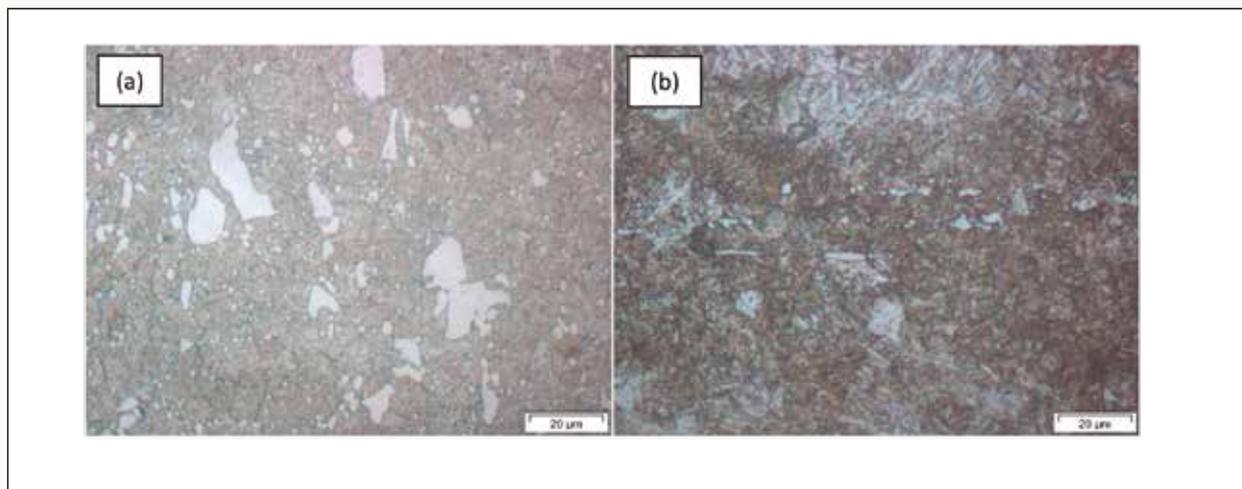


Figura 05. Microestruturas dos aços ferramenta. (a) AISI D2. (b) AISI H13. Ataque com reativo de Vilella.

| Resultados | Amostras | | | |
|--|-----------|-----------|----------|---------|
| | BL1 300°C | BL2 400°C | AISI H13 | AISI D2 |
| Perda de volume corrigido médio (mm ³) | 48,28 | 61,49 | 32,26 | 16,43 |
| Desvio padrão (mm ³) | 2,89 | 1,91 | 1,2 | 0,6 |
| Coefficiente de variação (%) | 5,98 | 3,10 | 3,7 | 3,7 |

Tabela 1. Resultados dos ensaios de desgaste por abrasão

zação com manutenção na temperatura de 1100°C por 7 horas, sendo o forno desligado para o resfriamento lento dentro dele. Posteriormente, o material foi aquecido novamente até a temperatura de 930°C, mantido por 2 horas, então austemperado. Foram austemperados dois lotes de corpos de prova. Um deles foi resfriado em banho de sais à temperatura de 400°C e o outro à temperatura de 300°C, sendo que para ambos o tempo de manutenção no banho de sais foi de 2 horas.

Essas temperaturas foram selecionadas tendo como referência a temperatura de início de formação da martensita, Ms, que foi calculada de acordo com a equação 1, atribuída a Andrews (1965), resultando no valor de 365°C. Então, a temperatura de austempera de 400°C foi selecionada para se ter uma estrutura predominantemente bainítica e a de 300°C para um aço multiconstituído de bainita, martensita revenida e austenita estabilizada.

A figura 1 ilustra a máquina utilizada para os testes de desgaste com referência na norma ASTM G65. Na figura 1 (A) a visão geral da máquina e na figura 1 (B), em detalhe, a roda

revestida de borracha e o fluxo de areia durante um teste.

Destacam-se a seguir alguns dos parâmetros da norma ASTM G 65 (2010). A roda de borracha consiste de um disco de aço revestido com um anel de borracha do tipo clorobutil moldado no próprio disco. A rotação da roda deve ser monitorada entre 200 a 10 rpm. A borracha deve ter dureza entre 58 a 62 Shore A. A areia 50/70 AFS deve ter acima de 95% dos grãos contidos na peneira de abertura 212µm e 5% máximo na de 300 µm. Essa areia não é disponível no Brasil, então, foi utilizada neste trabalho uma areia 88 AFS com concentração nas peneiras de 150 e 106 µm. O fluxo de areia deve ser mantido entre 300 a 400 g/min. O corpo de prova para o teste deve ter o acabamento da superfície retificado de, aproximadamente, 0,8 µm de rugosidade ou menor. A quantidade de corpos de prova deve ser de 2 a 10 para uma avaliação estatística. Deve-se utilizar o coeficiente de variação para verificar o desempenho do equipamento. Um valor de referência é que o coeficiente seja menor que 7%, materiais com pequena perda de volume no desgaste,

1 a 5 mm³, tendem a um coeficiente de variação da ordem de 20 %. Neste trabalho foram definidos os testes em 5 corpos de prova. A norma indica alguns materiais para serem utilizados como referência na avaliação periódica do desempenho do teste, dentre eles os aços AISI D2 e AISI H13. Com o objetivo de se ter valores de referência foram testadas amostras desses aços e realizada uma comparação com testes de aços do mesmo lote no Laboratório de Fenômenos de Superfície, LFS, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. As amostras foram temperadas e revenidas conforme ciclos térmicos estabelecidos na norma ASTM G 65. O AISI D 2 foi submetido a 1010°C por 25 minutos, temperado ao ar e revenido para uma dureza de 697 HV (60 HRC). O AISI H 13 foi aquecido a 1020°C, mantido por 25 minutos, temperado ao ar calmo seguido de duplo revenido a 593°C por duas horas, resultando numa dureza de 50 HRC.

Além da resistência ao desgaste, foram realizadas análises metalográficas por microscopias óptica e eletrônica e ensaios de dureza.

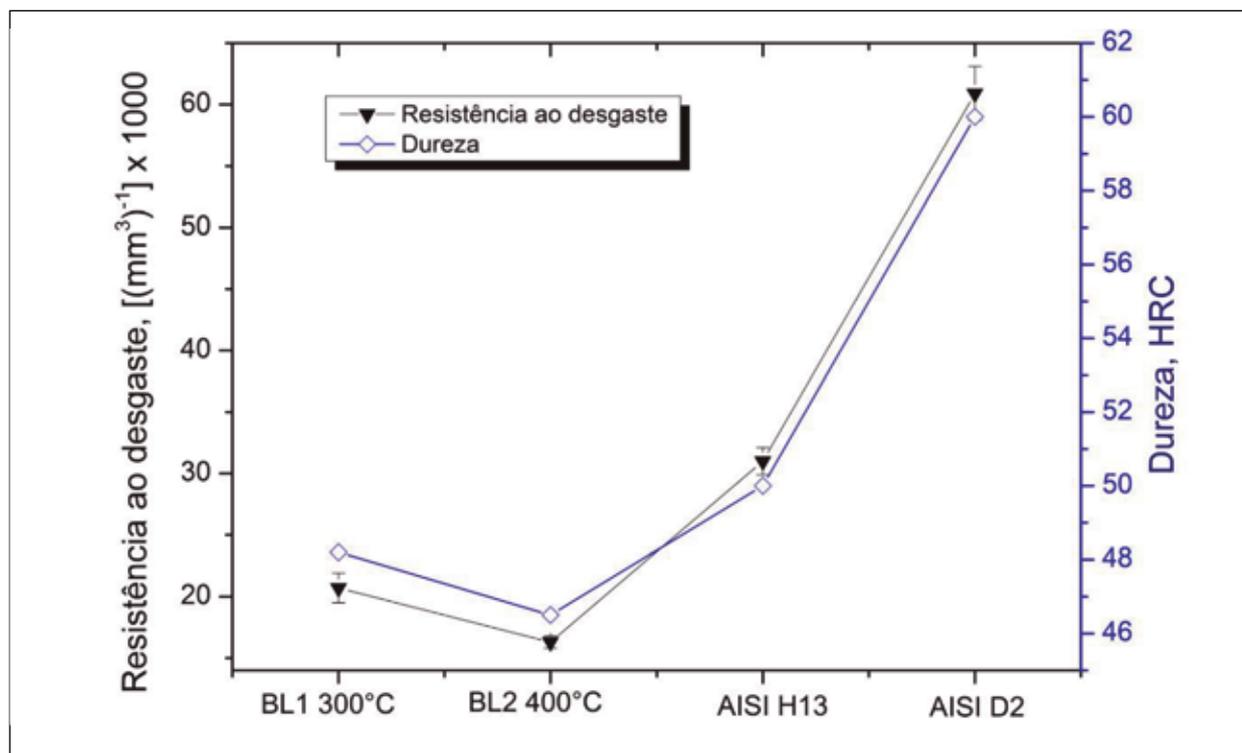


Figura 6. Correlação entre a resistência ao desgaste e a dureza dos materiais.

3 - RESULTADOS

Na apresentação dos resultados são utilizadas as seguintes abreviações para a identificação dos materiais: BL1 300°C para o aço baixa liga austemperado a 300°C e BL2 400°C para o aço baixa liga austemperado a 400°C.

Observa-se na figura 2a estrutura por microscopia óptica (MO) do BL1 300°C que é composta por martensita revenida, bainita e austenita. O reativo LePera destaca a bainita enquanto o metabissulfito de sódio destaca a austenita e martensita.

Na figura 3 a estrutura do BL1300°C é ilustrada com observação por microscopia eletrônica de varredura (MEV).

O aço BL2 400°C apresenta a estrutura predominantemente bainítica menos refinada se comparada àquela apresentada pelo aço BL 2 300°C. Foram observadas pequenas regiões dispersas com a presença de martensita austenita (MA). A figura 04 (a) ilustra a estrutura por MO e a figura 4 (b) por MEV.

A microestrutura do aço AISI D2 é constituída de matriz martensítica com presença de carbonetos ri-

cos em cromo dispersos na matriz. A microestrutura do aço AISI H13 é constituída de martensita revenida com incidência bem menor de carbonetos quando comparados aos do AISI D2. Ambas as estruturas são ilustradas na figura 05.

Na tabela 1 são apresentados os resultados dos ensaios de desgaste para os corpos de prova nas duas condições de austêmpera, BL1 300°C e BL2 400°C e também para os aços ferramenta AISI H13 e AISI D2. Esses testes foram realizados conforme o procedimento A da norma ASTM G65 (2010), ou seja, com carga de 130 N e 6000 revoluções da roda. Esse procedimento é indicado para materiais de elevada resistência ao desgaste nos quais o volume de material perdido não seja maior que 100 mm³. A figura 06 correlaciona os resultados na forma do inverso do volume perdido, (mm³)⁻¹, resistência ao desgaste, com as durezas dos materiais.

A figura 07 ilustra de forma comparativa, através das imagens por microscopia eletrônica de varredura, os mecanismos de desgaste dos diferentes aços.

De forma geral notam-se os me-

canismos de microcorte, dobras do material (micro fadiga) e vazios superficiais. No entanto, é nítido que à medida que o aço tem maior dureza a superfície se apresenta mais lisa, com menor volume de cavidades. No caso do aço D2, o mais resistente ao desgaste, a presença de vazios é mínima e se podem observar os carbonetos impregnados na superfície lisa.

São apresentados na figura 8 resultados da resistência ao desgaste realizados no material de referência do tipo AISI H13. São comparados os resultados gerados no Laboratório de Ensaio e Análises em Materiais - LAMAT - do SENAI Itaúna CETEF, com os resultados do Laboratório de Fenômenos de Superfície da USP de São Paulo e com dado obtido da norma ASTM A G 65 (2010). São também apresentados os volumes de material perdido em cada teste e a faixa granulométrica da areia utilizada. Nesses testes foi utilizado o procedimento B, conforme orientação da norma no qual a carga é de 130 N, da mesma forma que no procedimento A, porém, o número de revoluções da roda é de 2000, um terço do pre-

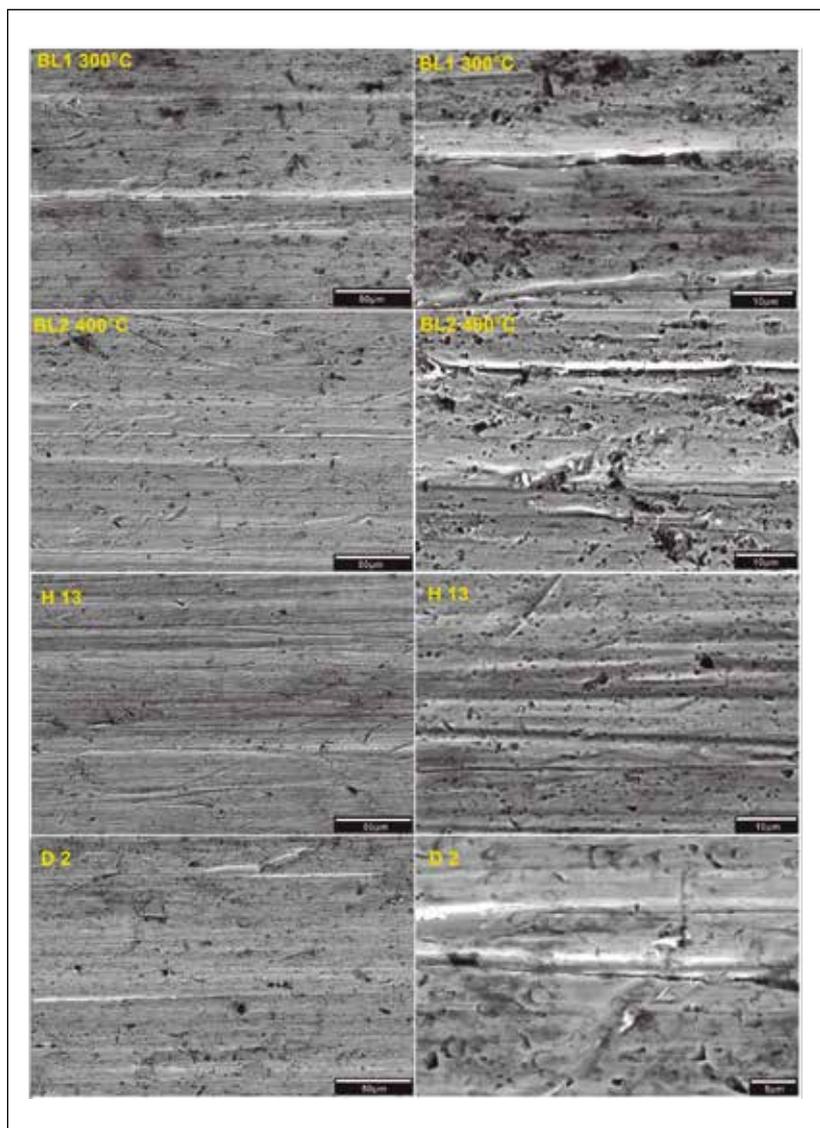


Figura 7. Comparação dos mecanismos de desgaste nas superfícies dos corpos de prova do teste da roda de borracha. MEV.

visto para o procedimento A.

DISCUSSÃO

Observa-se o melhor desempenho do aço austemperado a300°C em relação ao de 400°C; a perda de volume corrigida foi 27,36% inferior àquela observada para o aço austemperado a400°C. Então, a maior proporção de martensita propiciou a maior resistência ao desgaste sobressaindo sobre a estrutura com maior proporção de bainita. Os aços ferramenta de alta liga apresentam a resistência ao desgaste muito superior, notadamente o AISI D2 com presença de carbonetos ricos em cromo em maiores tamanhos e proporção. O coeficiente de variação em todos os casos foi inferior a 7%, valor bastante positivo concordando

com os índices apresentados na norma.

Os resultados dos testes de desgaste realizados no laboratório do SENAI Itaúna CETEF, o LAMAT, conforme figura 6, mostram excelente correlação com a dureza. A elevação da dureza concorda com a elevação da resistência ao desgaste para os materiais estudados. O desgaste abrasivo em baixa tensão nas condições avaliadas não provocou encruamento suficiente para a resistência ao desgaste do material com austenita e nem o desprendimento dos carbonetos na matriz do AISI D2.

Neste trabalho não estão sendo avaliadas as tenacidades dos materiais, o foco é apenas a avaliação da resistência ao desgaste no teste da roda de borracha.

A avaliação dos mecanismos

de desgaste através do MEV, figura 7, é coerente com a resistência ao desgaste dos materiais mostrados na figura 6, exemplificando com o aspecto mostrado na imagem obtida do aço AISI D2, aspecto liso, com menor destacamento de material e evidência dos carbonetos presos protegendo o restante da estrutura contra o desgaste.

Os resultados dos testes de desgaste utilizando o método da roda de borracha mostraram-se confiáveis através das observações citadas para os testes realizados em um único laboratório, porém, em valores absolutos, os resultados de dois laboratórios e o indicado pela norma ASTM G65 (2010) apresentaram variações muito grandes. A primeira variável identificada como preponderante foi o tipo de areia utilizada, à medida que a areia se torna mais grossa o desgaste é mais intenso. Essa variação concorda com a exigência da norma em fixar a areia AFS 50/70, de grãos arredondados e 95% mínimo na peneira 70 (212 μ m). Ressaltando a importância do controle do abrasivo, Doering et al (2011) estudaram o efeito nos resultados de desgaste, segundo a norma ASTM G65, através da utilização de cinco lotes da areia produzidas pela U.S. SilicaCo, num período de abrangência de treze anos. Os autores concluíram que o fornecedor era confiável. No Brasil, porém, não se encontra um fornecedor para a areia especificada pela norma ASTM G65. Villabón e Sinátorra (2006) atribuíram valores de coeficiente de variação acima dos 7% recomendados pela norma às diferenças entre a areia utilizada em relação à especificada pela norma. Os autores obtiveram o coeficiente de variação de 3,8% utilizando uma areia do tipo ANB (Areia Normal Brasileira) padronizada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT.

5 - CONCLUSÃO

O SENAI Itaúna CETEF através do LAMAT - Laboratório de Ensaio e Análises em Materiais se apresenta capacitado para a realização de testes de desgaste da roda de borracha, para a comparação entre diferentes materiais fundidos.

Os valores dos resultados de

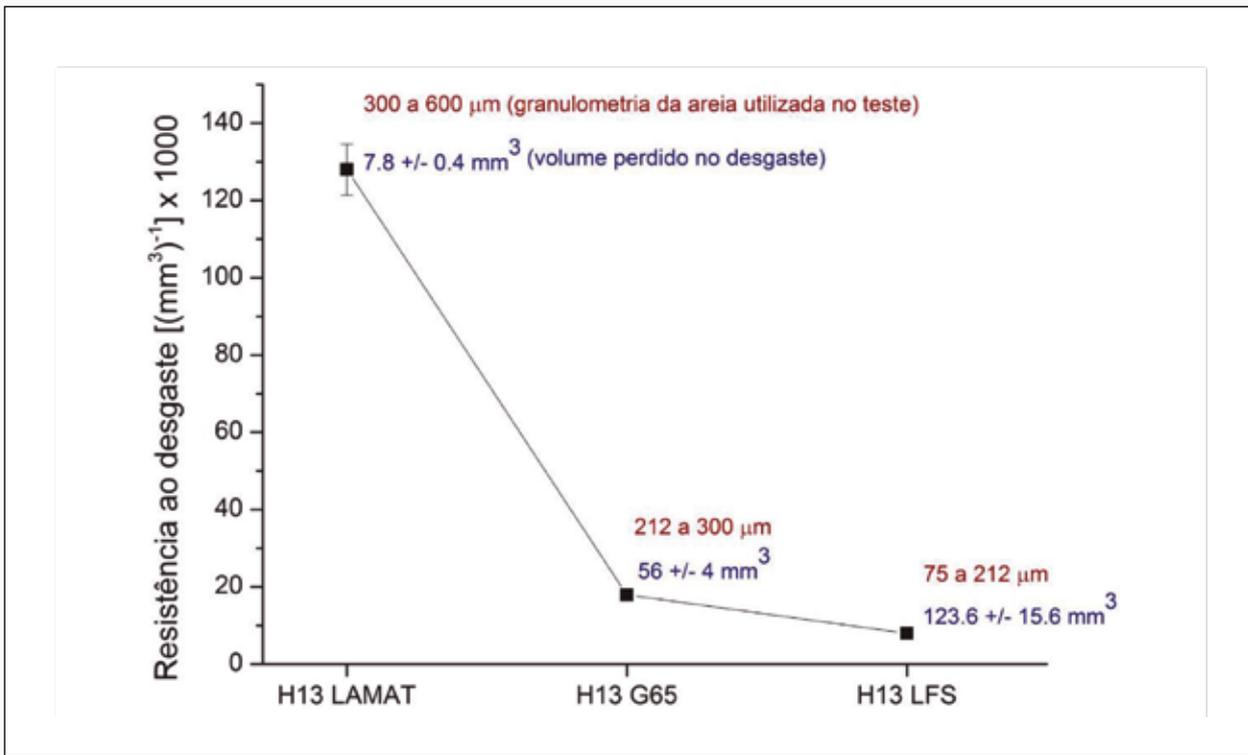


Figura 08 – Comparação dos resultados de resistência ao desgaste no material de referência AISI H13 entre dois laboratórios e dado de referência da norma ASTM A G 65.

desgaste não podem ser comparados em valores absolutos com resultado de outro laboratório nem com valores destinados como referência pela norma ASTM G65. Uma causa fundamental detectada é o tipo de areia utilizada.

Nos materiais avaliados prevaleceram as maiores resistências ao desgaste para os materiais de maior dureza, não se evidenciando encruamento da austenita ou destacamento de carbonetos que pudessem inverter essa tendência.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a importante colaboração do Laboratório de Fenômenos de Superfície da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Mecânica, através do Engenheiro Marcos Henrique Ara, na realização de testes com aços AISI H 13 para comparação dos resultados. Os agradecimentos também ao Cnpq e à Vale pelos recursos disponibilizados para a construção da máquina de desgaste e pela viabilização de participação de estudantes bolsistas segundo o Edital CNPq/VALE S.A de número 05/2012.

REFERÊNCIAS

- ALBERTINI, Eduardo. Efeito Da Porcentagem De Carbonetos E Da Microestrutura Da Matriz Metálica Sobre a Resistência Ao Desgaste De ferros Fundidos Brancos De Alto Cromo – Ensaio Em Moinho De Bolas.
- Andrews KW. Empirical formulas for the calculation of some transformation temperatures. J Iron Steel Inst 1965;203:721-7.
- ASTM – Standard Test Method For Measuring Abrasion Using The Dry Sand/Rubber Wheel Apparatus. ASTM G 65- 2004 (Reapproved 2010).
- DETTOGNI, Márcio Abbade. Principais Mecanismos De Desgaste E Avaliação De Diferentes Ligas Para Corpos Moedores, Ouro Preto 2010. Disponível em: http://www.ufop.br/demin/wa_files/PRINCIPAIS_20MECANISMOS_20DE_20DESGASTE_20E_20AVALIACAO_20DE_20DIFERENTES_20LIGAS_20PARA_20CORPOS_20.pdf Acesso em 20 de abril 2015.
- DOERING A.; DANKS D.; MAHMOUD S.; SCOTT J.; Evaluation of ASTM G65 abrasive – Spanning 13 years of sand. Wear 271 (2011) 1252 – 1257. WearandFrictionResources, Houston, TX. USA.
- FRANCUCCI, Gastón; SIKORA, Jorge, DOMMARCO, Ricardo. Abrasion Resistance Of Ductile Iron Austempered By The Two-Step Process.
- K Elalem; D.Y.Li. Variations In Wear Loss With Respect To Load And Sliding Speed Under Dry Sand/Rubber Wheel Abrasion Condition A Modeling Study.
- LIMA, Aldemir Coelho; FERRARESI, Valtair Antônio. Avaliação De Desgaste De Baixa Tensão Por Roda De Borracha Em Revestimentos Duros Soldados Com Arames Tubulares.
- VILLABÓN L.; SINATORA A., Construção E Instrumentação De Abrasômetro Do Tipo Roda De Borracha Para O Estudo Do Comportamento Tribológico De Aços.

Paolo Bonato³

RESUMO

Processo utilizado para reduzir a porosidade no alumínio fundido. Este relatório explica que são os processos e as modalidades para obter um alumínio fundido com baixa porosidade, baixo gás e conseqüentemente obter as peças com estrutura metalúrgica melhor.

Palavras-chave: *Degasificação, alumínio, fusão, fundição*

Degasification Treatment of Melted Aluminum

ABSTRACT

Useful process to eliminate the porosity in the aluminum obtained by fusion. This work explains the processes and precautions to use to ensure that gases don't remain in the aluminum bath causing a porosity in the same aluminum when it solidifies.

Key words: *Degassing, aluminum, smelting.*

¹ 17º Congresso ABIFA de Fundição.

² Area Manager, (GRAPHITE HI TECH Srl - Italy)

1 INTRODUÇÃO

O tratamento do metal fundido antes da fundição melhora a qualidade do metal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O hidrogênio é apenas uma solubilidade de gás significativa no alumínio fundido, isso causa porosidade no produtos de alumínio e derivados.

Realmente depende da temperatura do alumínio no estado líquido, de fato com o aumento da temperatura, aumento o hidrogênio, está dobra a cada aumento de 110°C de temperatura.

Se o alumínio não for tratado as bolhas do hidrogênio na fase da solidificação não pode dissolver-se causando a formação de porosidade.

A adição de elementos no alumínio altera a solubilidade do hidrogênio, como exemplos Zinco, Cobre e Manganês diminuem a solubilidade; ao contrário Magnésio, Titânio, Níquel, e Lítio aumentam.

A maioria do hidrogênio presente no alumínio, resulta da reação de vapor de água na superfície do alumínio.

Importante notar que a 930°C o filme de óxido de cima do banho de metal perde o seu caráter de proteção e o vapor de água pode penetrar o metal de base.

Onde esta o vapor de água:

- Na atmosfera, o ar com 26°C e 65% de umidade relativa do ar contém cerca de 16g/cm³ água.
- Fluxos (sais) de fundição

são hidrocópicos que absorvem a água da atmosfera. Adicionado ao metal, causando um gás, deve ser tomado cuidado para o armazenamento desses sais e possivelmente pré-aquecido a cerca de 100°C a fim de evitar a observação de água, alguns fluxos contêm água de cristalização contidas em seus próprios cristais internos.

Cadinhos:

Os cadinhos novos sempre contêm umidade, ao alumínio fundido em um cadinho novo é sempre mais gaseificado que derretido no cadinho de idade por isso é recomendado um dispositivo adequado de pré-aquecimento.



Figura 1. Banho de alumínio fundido

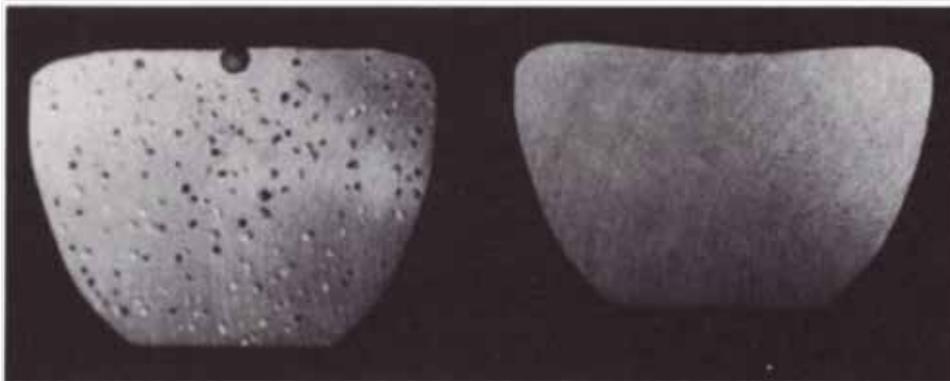


Figura 2. Espectrometria em confronto com uma peças de alumínio degasificado e um não degasificado.

Combustione:

O produto de combustão contém de 10% a 20% de vapor de água. O gás natural produz 2m³ de vapor de água por metro cúbico de gás queimado.

Para reduzir o hidrogênio desenvolvido a partir desta fonte recomendamos um ajuste ligeiramente chamado oxidante.

Refratário:

Como os novos cadinhos, também o refratários contém humidade.

Ferramentas de fundição.

O equipamento em geral, como canais, canecas pré-aquecidos que não bastasse, eles são uma grande fonte de hidrogênio.

Degasando então temos:

- Redução de hidrogênio (H₂)

- Redução da contaminação por óxidos
- Melhoria do enchimento do molde
- Aumento da densidade do metal
- Redução da porosidade

Em alguns casos, pode acontecer de macro encolhimento do metal, bem este problema pode ser resolvido adicionando hidrogênio ao metal, então você tem que ter cuidado ao nível de hidrogênio que vamos eliminar.

Gás principal uso desta possibilidade: Cloro, Nitrogênio, Argônio

Princípio de funcionamento:

Extração, aniquilado gases e contaminação por alumínio.

Cloro:

- Gás principal, utilizado para

obter uma purificação química e mecânica simultânea.

- Utilizando principalmente quando é tratado o alumínio reciclado.
- Para considerar algumas das perdas devido à reação química.
- Mg (magnésio) ou Na (sódio) que se tornam MgCl₂ (cloreto de magnésio) o
- NaCl (cloreto de sódio).

Equipamento o próprio ambiente pode sofrer e ser danificado pela corrosão causadas por Cl₂ (gás de cloro) e HCl (ácido clorídrico).

Nitrogênio:

- Gás inerte adequado para limpeza mecânica.
- Bom grau de purificação para a maioria dos usos.
- É na realidade misturada com o



Figura 3. Tratamento de degasificação do alumínio com máquina automática



Figura 4. Eixo e Rotor mais utilizado no mercado para degasificação do alumínio

cloro (5% Cl₂ 95% N₂)

Argon:

- Gas inerte com uma boa eficiência.
- É, na realidade, misturada com (3%Cl₂ 97%Ar) especialmente com o uso de desoxidador em grafite rotativo.

Condições de trabalho estressantes para desgaseificação:

- Rapido aumento de temperatura
- Alta temperatura de uso
- Contato com metal líquido
- Peças de liga
- Os gases corrosivos ou óxidos resultantes da fusão

3 CARACTERÍSTICAS DA GRAFITE

As características mais importantes dos GHT-25XON grafite impregnada antioxidantes :

- Resistência ao choque térmico
- Imersão de grafite no calor de metal líquido
- A injeção de gás frio diretamente, sem pré-aquecimento para purificar
- Boa resistência mecânica
- Boa resistência química contra cloro e gás
- Não mesclável
- Este material é estável
- Amorfo, não combina com metais não ferrosos, não poluentes.
- Baixa permeabilidade

4 DISCUSSÃO

Onde e quando usar o grafite impregnado

- Alumínio fundido e alumínio reciclado
- O uso de cloro, como da contaminação causadas por cores ou

outros poluentes.

Detalhes de construção

- Sistema de rotação.
- Usado principalmente em alumínio secundário ou reciclado.
- O objetivo é o de criar uma distribuição de bolhas de gás tão pequena quanto possível para purificar o alumínio.
- Mais pequenas bolhas são a maior superfície tratada

Na foto acima, você pode ver a diferente dispersão do gás obtido com um simples tubo em grafite comparado com um sistema rotativo muito mais eficaz. O rotor introduz o gás na forma de pequenas bolhas muito próximos um do outro entre contato mais facilmente com os átomos de hidrogênio; as bolhas pequena sobem para a superfície mais len-

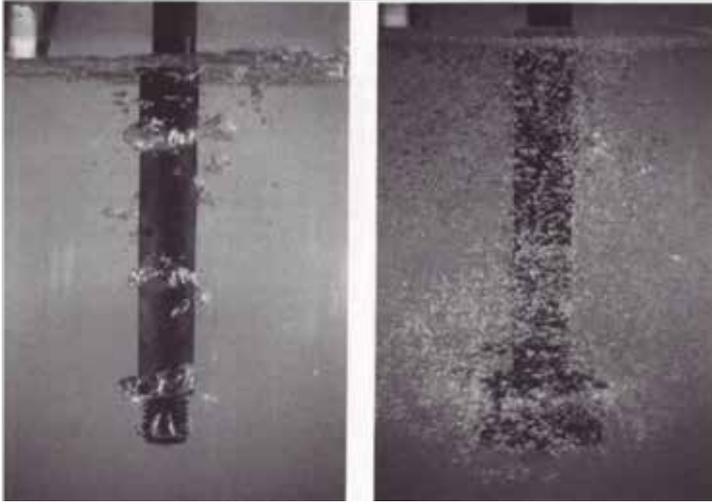
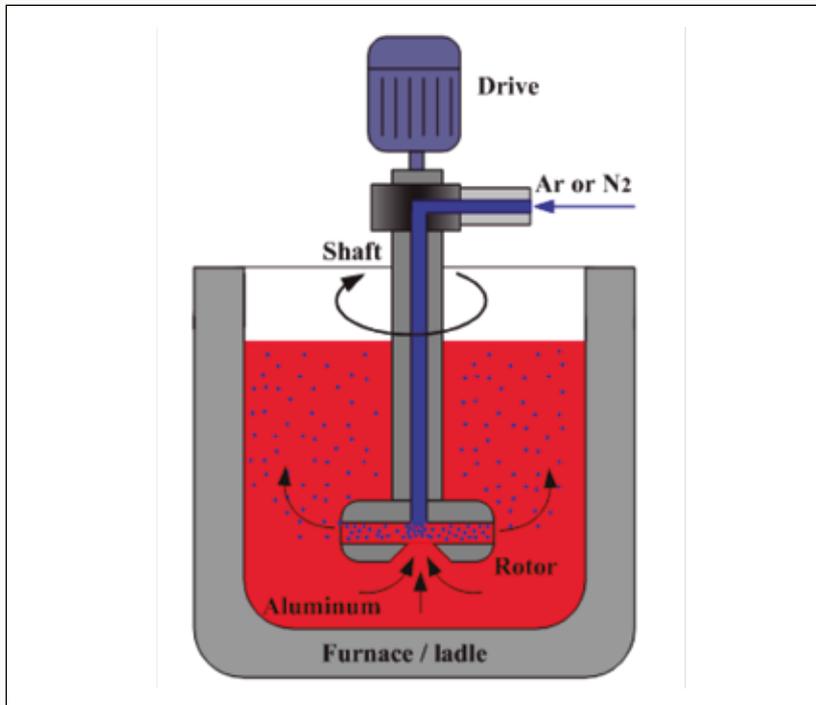


Figura 5. Comparação de degasificação com injeção de gás com metodo antigo e novo sistema de eixo+rotor



tamente do que a grande então ter mais tempo par absorver hidrogênio no banho.

O tamanho certo das bolhas é obtido pela alteração da velocidade de rotação do degasificador de acordo com os teste que podem ser realizados na fundição. A velocidade também varia dependendo do tipo de liga, a quantidade de metal a ser tratado, e da forma do cadinho bem como pela forma do degasificador.

O sistema de degaseificação através de um rotor girando, é certamente o mais eficaz.

4.1 TRATAMENTO ESPECIAL DE IMPREGNAÇÃO PARA AUMENTAR A VIDA DO DEGASICADOR (EIXO E ROTOR).

Como funciona:

- Reação entre grafite e da atmosfera oxidante
- Mais aumenta a temperatura, mais aumenta a oxidação
- A vida do grafite aumenta tratando a grafite com substâncias antioxidantes
- A proteção de grafite pode suportar 800°

Os benefícios adicionais

- O aumento da densidade
- Resistência e compressão
- Baixa porosidade
- Baixa permeabilidade

Possíveis erros que causam a ruptura do degasificador em grafite.

- Pressão de gás muito baixa na ascensão e na saída do banho de alumínio pode causar
- Possibilidade de penetração do metal no interior do furo, o que por sua vez pode causar
- Penetração do metal no interior da porosidade do grafite, causando a ruptura do próprio grafite

Benefícios de rotores de degaseificação

- Curto tempo de tratamento
- Degaseificação eficiente
- Tratamento eficiente
- Aumentar a quantidade de metal tratado
- Evite inclusão duras
- Melhora a resistência à tração
- Mais constante e repetitivo, como o tipo de tratamento

5 CONCLUSÃO

A degasificação do alumínio se obtém também...

Uma redução discreta, também é conseguida através da utilização de tampões porosos grafite, este método no entanto, não assegura uma completa degaseificação das mesmas espécies de metais em grandes quantidades.

Degaseificação a vácuo: A eliminação da pressão atmosférica acima do metal e promove a formação de bolhas hidrogênio que são removidos através da bomba. Os tempos são por razoáveis e pode ser encurtado por insulflação de nitrogênio no metal através de um tubo.

DESENVOLVIMENTO DE UM TERMOANALISADOR PARA MEDIR O GRAU DE MODIFICAÇÃO POR ESTRÔNCIO EM LIGAS DE ALUMÍNIO¹

Mário Wolfart Júnior¹

Vinícius Peccin Beppler²

Tarcila Pedrozo Benemann³

Tomaz Fantin de Souza⁴

RESUMO

A melhoria da qualidade das ligas fundidas de Al-Si pode ser realizada com a modificação microestrutural com adição de estrôncio. Atualmente, é possível determinar o grau de modificação, realizando ensaios metalográficos, que depende de um profissional qualificado. Um termoanalizador foi desenvolvido com o intuito de apresentar uma alternativa eficiente para melhoria dos processos de fundição de alumínio. Com a utilização da composição química da liga A269 e do percentual de estrôncio adicionado no banho, é possível, através do termoanalizador, medir e calcular o grau de modificação da liga, e então determinar o quanto a microestrutura foi modificada em função da quantidade de estrôncio adicionado. Foram ensaios realizados com 50, 100 e 150ppm de estrôncio, que apresentaram temperatura eutética de 559,5°C, 556,9 e 557,9°C respectivamente, contra 564,15°C da temperatura teórica calculada sem adição de estrôncio e um grau de modificação de 4,55 (50ppm – parcialmente modificada), 7,25(100ppm – totalmente modificada) e 6,25 (150ppm – supermodificada). As durezas encontradas nas amostras mostram que não ocorreram mudanças significativas com a adição de estrôncio (Sr). Os resultados mostram que o equipamento é capaz de medir o grau de modificação sendo estes similares aos apresentados na literatura.

Palavras-chave: Alumínio; Modificação; Termoanálise.

Thermo Analyser Development to Measure The Modification Level of Al-Si Alloys.

ABSTRACT

The quality upgrade of melted Al-Si alloys, can be made with the microstructural modification adding Strontium (Sr). Now a days, it's possible to determinate the modification alloy level, using metallographic tests, that's a slow process and just can be made by a professional. A thermo-analyser was developed to present a new efficient alternative to optimize the aluminium melt process. With the original chemical composition of the A269 alloy, and the percent of strontium added to the melt, it's possible with the thermo-analyser, measure and calculate the modification level, and determinate how the alloy microstructure was modified by the quantity of strontium that was added. The accomplished tests with 50 and 150ppm, present a eutetic temperature about 559,5°C, 556,9 and 557,9°C respectively, and the calculated eutetic temperature to A269 is 564,5°C, so the modification levels are 4,55 (50ppm – Partly modified), 7,25(100ppm – Totally modified) and 6,25 (150ppm supermodified). . The hardness in the samples show that it wasn't significant changes with the modification. The results show that the equipment is able to measure the modification level, beeing this, similar to the literature.

Key words: Aluminium, modification, thermo analysis.

CONAF 2015.

¹ Filiação Institucional: Instituto Federal Catarinense (IFC- Câmpus Luzerna)

² Filiação Institucional: Instituto Federal Catarinense. (IFC- Câmpus Luzerna)

³ Filiação Institucional: Instituto Federal Catarinense. (IFC- Câmpus Luzerna)

⁴ Filiação Institucional: Instituto Federal Catarinense (IFC- Câmpus Luzerna)

| Composição da liga A269 (%) | Elementos | | | | | |
|-----------------------------|-----------|------|-------|------|---------|--------|
| | Si | Cu | Fe | Mg | Sr | Sb |
| SUMESA | 11,92 | 1,24 | 0,355 | 0,99 | 0,0001 | 0,025 |
| IFC | 11,93 | 1,28 | 0,381 | 0,89 | <0,0001 | <0,002 |

Fonte: Próprio autor

Tabela 1 – Resultados interlaboratoriais de análise química da amostra não modificada

1 INTRODUÇÃO

O alumínio é um dos materiais mais versáteis encontrados no mercado mundial, para ele, existem inúmeras aplicações em grande maioria das indústrias, sejam elas do mercado automobilístico, naval, aeroespacial, entre outros. O alumínio possui características de grande atratividade, como o baixo ponto de fusão, o que permite o uso de moldes metálicos e permite ciclos de fundição mais curtos, e também a baixa viscosidade, o que permite o preenchimento de seções finas, bem como resistência mecânica similar a determinados aços.

O silício é selecionado como elemento de liga para ligas de alumínio pois além de reduzir a temperatura de fusão e diminuir a contração durante a solidificação, aumenta a fluidez da liga, e possui baixa densidade, o que contribui para a redução do peso total do metal. As ligas de alumínio-silício possui uma fragilidade considerável, uma vez que os cristais de silício na microestrutura, se apresentam distribuídos em aspecto

acicular fibroso. Para melhorar as características da liga, tais como as propriedades mecânicas, é realizado o tratamento de modificação, o que agrega uma microestrutura com ilhas de silício eutético de aspecto globular e com maior resistência mecânica tanto estática como dinâmica (DJURDJEVIC,).

Neste projeto, o agente modificador utilizado foi o Estrôncio, apesar de existirem outros agentes modificadores como sódio e antimônio, o estrôncio possui vantagens sobre eles, como a baixa produção de fumos metálicos durante o processo de fundição, a facilidade em adicionar o elemento ao banho, por ser comercializado em barras de Al-Sr (10% Sr).

A liga utilizada para o desenvolvimento deste projeto, foi a liga A269, fornecida pela empresa SUMESA (Sulina de Metais S/A). Esta liga é utilizada na indústria de fundição de alumínio, em blocos de motores de automóveis, motocicletas, pistões, entre outros. A liga A269 é uma liga eutética com aproximadamente 11,9% de Silício (Si), e sua microestrutura é formada por plaquetas aciculares de silí-

cio eutético, o que pode prejudicar as propriedades mecânicas da liga, desta forma, é importante realizar a modificação da liga, o que agrega a mudança na morfologia da microestrutura, e conseqüentemente uma melhoria nas propriedades mecânicas.

A modificação é uma técnica conhecida pela indústria já há vários anos, porém no Brasil, não existe processo de medição do grau de modificação desta liga, que agregue eficiência e confiabilidade nos resultados, uma vez que é necessário realizar ensaios de metalografia no material para determinar o grau de modificação, o que leva em torno de uma hora, e depende única e exclusivamente do metalógrafo. A termoanálise, realiza este procedimento de medição de forma rápida e confiável, levando em consideração a temperatura eutética da liga.

De acordo com MALEKAN, a termoanálise é uma maneira de avaliar as propriedades do material fundido a partir da curva de resfriamento do mesmo, de onde podem ser extraídos dados como tamanho de grão e morfologia do silício.

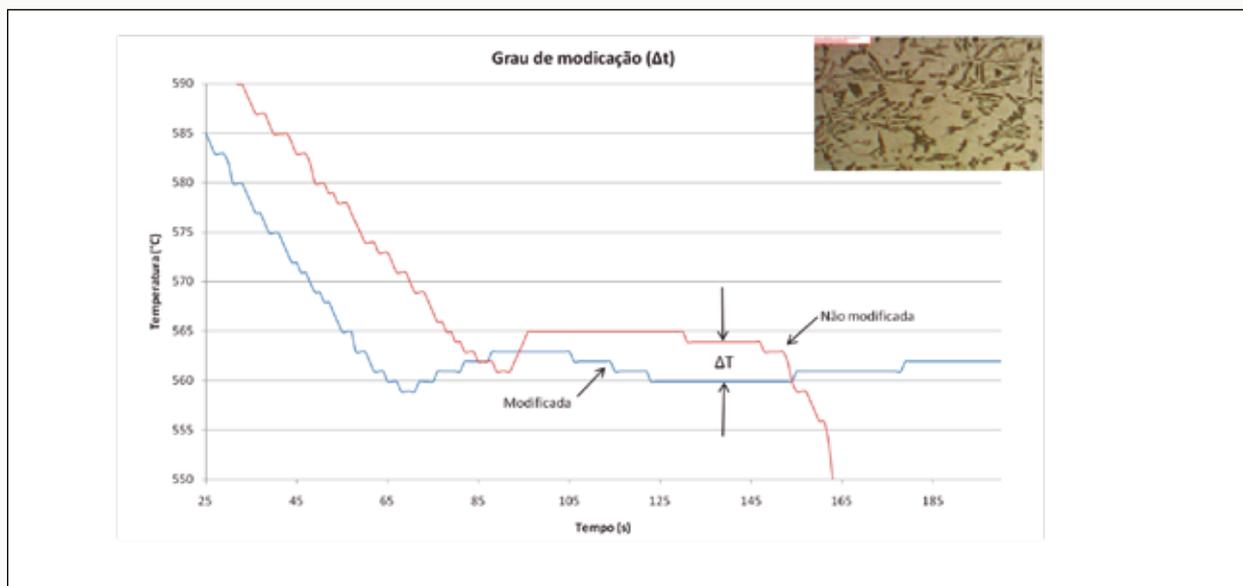


Figura 1: Figura representativa da diferença de temperatura eutética entre liga pura e modificada.

Este trabalho foi realizado com o propósito de medir o grau de modificação utilizando um termoanalisador onde a medição da temperatura eutética da liga durante a solidificação da liga não modificada e posteriormente da liga modificada, com estes dados, pode-se obter o grau de modificação da liga. Para isso, foi realizada uma análise comparativa entre as curvas de resfriamento da liga não modificada e posteriormente modificada, onde a diferença entre a temperatura eutética entre as duas curvas (ΔT), considera-se o grau de modificação da liga.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A liga de alumínio utilizada neste projeto, foi a liga A269, fornecida pela empresa SUMESA [Sulina de Metais S/A], a qual é utilizada na indústria, para a construção de blocos de motores, bielas, pistões, entre outras aplicações. A liga A269, é uma liga com microestrutura acicular grosseira, o que torna as propriedades mecânicas insatisfatórias para aplicações referentes a esforços dinâmicos.

Na tabela 1 é possível observar a composição química da liga A269, realizada em um espectrômetro de emissão óptica no Instituto Federal Catarinense e na empresa SUMESA.

A liga A269 foi seccionada em pedaços com total de aproximadamente 300g de carga e então fundidas em um forno poço dentro de um cadinho de grafite. Ao banho fundido foi adicionada a quantidade de 50, 100 e 150ppm de estrôncio (Sr) para cada ensaio respectivamente, realizando assim a modificação da liga.

Para medir o grau de modificação desta liga, foi necessária a fusão da liga, a uma temperatura de processo de $750^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, a limpeza do banho fundido foi realizada com a retirada da escória.

A liga então foi vazada em um cadinho metálico, e neste foi introduzido um termopar tipo K calibrado na temperatura de 559°C , para acompanhamento da temperatura de solidificação do metal líquido afim de obter a curva de resfriamento até a solidificação. Para esta etapa de coleta e tratamento dos dados de temperatura, foi utilizado

um termoanalisador desenvolvido no Instituto Federal Catarinense campus Luzerna, que consiste em um termopar conectado a um controlador que realiza a conversão do sinal analógico do termopar para sinal digital, e um computador com software de termo análise também desenvolvido no Instituto Federal Catarinense campus Luzerna, que apresenta em tempo real a curva de resfriamento durante a solidificação e armazena os dados em planilha eletrônica (excel) e então calcula o grau de modificação.

Para determinar a temperatura eutética da liga, foi utilizada uma equação desenvolvida por Modolfo e Gruzleski [DJURDJEVIC, 2012], que foi obtida através de literatura e ensaios realizados pelos autores:

$$T_{\text{SiAl}} = 660,452 - [6,11 \text{ Si} + 0,057 \text{ Si}_2] [12,6/\text{Si}] - [3,4 \text{ Cu} + 1,34 \text{ Fe} + 6,3 \text{ Mg} + 1218,9 \text{ Sr} - 32965 \text{ Sr}_2 - 4,293 \text{ Sb} + 186,3 \text{ Sb}_2 - 495,5 \text{ Sb}_2] [1]$$

A equação se utiliza de dados de análise química, portanto foram realizados na liga ensaios de espectrometria de emissão óptica para obtenção da composição química da liga. Para o cálculo da

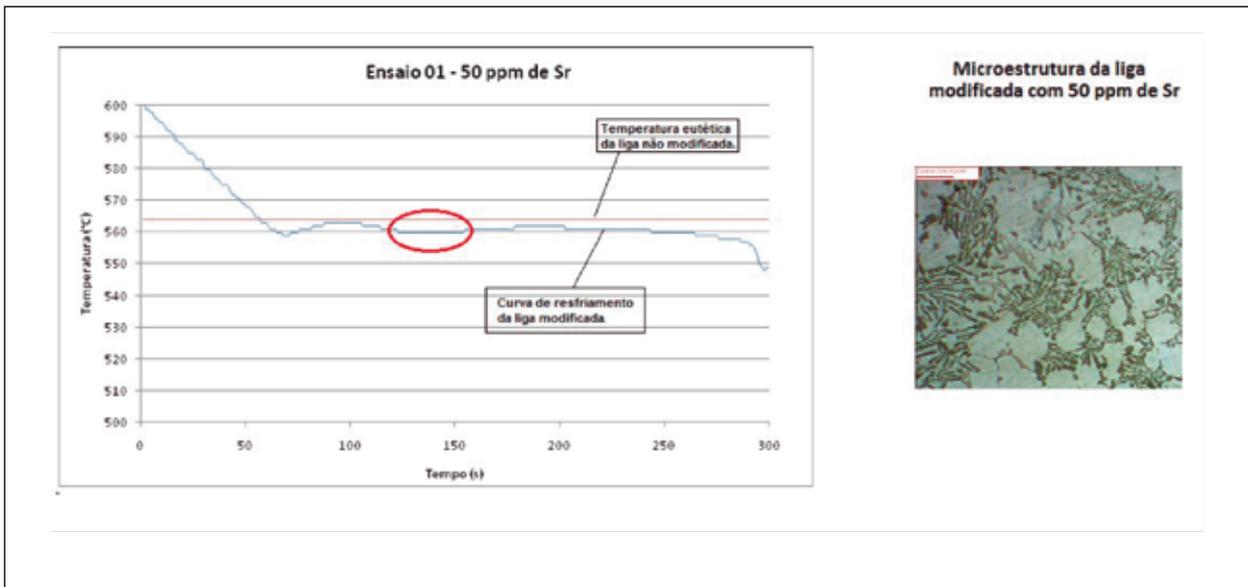


Figura 2 – Curvas de resfriamento sobrepostas e micrografia da liga com 50ppm de Sr

temperatura, estes dados foram inseridos em planilha eletrônica, e para a confirmação da equação, foram realizados ensaios práticos de coleta de temperatura do metal eutético.

Foram realizados ensaios com uma carga de 300g alumínio e a quantidade correspondente a 50, 100 e 150ppm de estrôncio (Sr).

Afim de confirmar os dados obtidos através da termoanálise, foram realizadas análises metalográficas da liga, antes e depois de modificada. Antes da modificação, a microestrutura da liga sem modificar, se apresenta em forma de uma matriz de alumínio, com plaquetas de silício lamelares aciculares, distribuídas ao longo da matriz de forma heterogênea e desorganizada. Depois de modificada a liga, estas plaquetas de silício aciculares, se reorganizam em uma morfologia globular, distribuídas em ilhas de silício eutético.

As amostras foram coletadas sempre da mesma seção do lingote, posteriormente preparadas de acordo com os procedimentos padrões de preparação metalográfica, corte, embutimento, lixamento e polimento de amostra, afim de evitar variações bruscas na com-

posição química da liga, e analisadas em um microscópio metalográfico OPTIKA B1000.

Após a análise metalográfica, foram realizados ensaios de microdureza Vickers, utilizando a carga de 0,5N/m em um microdurômetro Vickers Equilam Digital Microhardness Tester.

3 RESULTADOS

Na análise do gráfico de Tempo x Temperatura, é possível observar a diferença (ΔT) entre a temperatura eutética da liga não modificada, representada pela linha vermelha, e da liga modificada, representada pela linha azul. Com esta diferença de temperatura, temos o dado do grau de modificação, que consiste na diferença de temperatura eutética entre a liga não modificada e a liga modificada.

Além da apresentação das curvas de resfriamento da liga modificada e não modificada, na Figura 1, é possível observar a microestrutura da liga A269, não modificada, apresentando matriz de alumínio com plaquetas aciculares de silício eutético.

A medição do grau de modificação, é sempre calculada utilizando como base a temperatura eutética

da liga sem adição de sr, tendo este dado em mãos, torna-se possível determinar o grau de modificação da liga modificada, pois o grau de modificação da liga modificada é a diferença (ΔT) entre a temperatura eutética coletada e a temperatura eutética teórica calculada da liga pura.

Na Figura 2, é possível observar as curvas de resfriamento da liga sem adição de Sr, e da liga modificada com 50ppm de estrôncio, bem como a microestrutura da mesma, apresentando não mais plaquetas aciculares de silício eutético, mas sim uma microestrutura com modificação parcial, ou seja, plaquetas de silício com aspecto globular, formando ilhas de silício e ainda algumas plaquetas aciculares.

A temperatura eutética da liga não modificada, é de 564,1°C, observando a região demarcada pela elipse na figura 2, temos a temperatura eutética da liga modificada por 50ppm de estrôncio, a qual possui valor de 559,9°C, sabemos que a diferença entre estas temperaturas (ΔT), é considerado o grau de modificação da liga, portanto o grau de modificação da liga com 50ppm de estrôncio calculado pelo termoanalisador é de 4,25°C

Na Figura 3, é possível observar

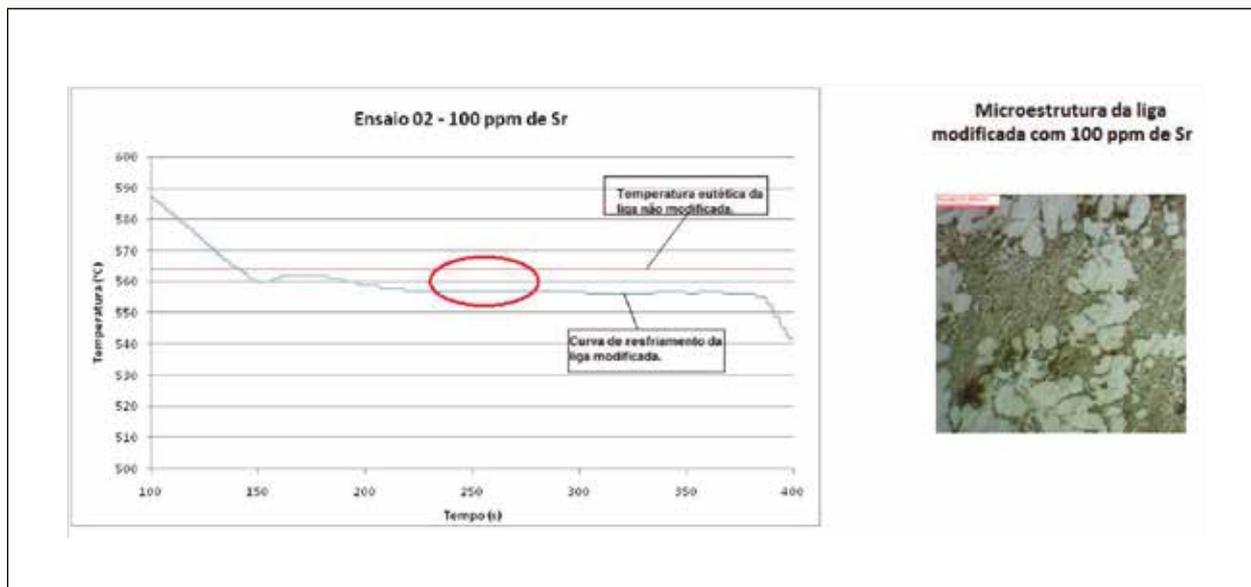


Figura 3 – Curva de resfriamento da liga modificada com 100ppm de Sr, e micrografia da liga

as curvas de resfriamento da liga A269 pura, e da liga modificada com 100ppm de Sr. A temperatura eutética coletada com 100ppm de estrôncio, foi de 556,9°C, o que revela um grau de modificação de 7,25, quando se calcula a diferença (ΔT) entre a temperatura coletada e a calculada.

Também da Figura 3, temos a microestrutura da liga, que apresenta uma microestrutura totalmente fibrosa, o que provavelmente sugere uma modificação total da liga.

Na figura 4, pode-se observar curvas de resfriamento da liga pura e da liga com 150ppm de Sr sobrepostas. A temperatura eutética da liga com 150ppm, coletada da área demarcada pela elipse foi de 557,9°C, quando comparada à liga sem adição de estrôncio (Sr), obtém-se um grau de modificação de 6,25 o que de acordo com Furlan, pode indicar supermodificação. Observando a micrografia, podemos ver ilhas de silício eutético, e na parte externa dos glóbulos, plaquetas de silício aciculares, o que também indica supermodificação. Também segundo Furlan, a quantidade de 150ppm de Estrôncio é suficiente para a supermodificação da liga, o que justifica também a

diminuição do valor do grau de modificação quando comparado à liga com 100ppm de Sr.

Na tabela 2 pode ser observado os valores de microdureza das amostras não modificada e com adição de 50, 100 e 150ppm de estrôncio, os resultados nas análises de dureza das amostras modificadas não apresenta alteração significativa nos valores, de acordo com Peres, os valores de microdureza Vickers, tem relação inversamente proporcional ao espaçamento dendrítico, neste caso, foi constatado que o espaçamento dendrítico das amostras modificadas e não modificadas é o que justifica as durezas similares.

4 CONCLUSÃO

- A equação [1] mostrou-se eficiente para determinar a temperatura eutética de ligas de alumínio.
- A adição de estrôncio na liga não altera significativamente a dureza da mesma, desde que mantidas as mesmas condições de resfriamento.
- A adição de 50ppm de Estrôncio (Sr), causa uma modificação parcial da liga quando compara-

da à liga não modificada.

- A adição de 100ppm de Estrôncio (Sr), causa modificação total da liga quando comparada à liga não modificada.
- A adição de 150ppm de Estrôncio (Sr), causa uma supermodificação da liga.
- O equipamento de termoanálise desenvolvido no Instituto Federal Catarinense campus Luzerna é confiável e está apto a realizar ensaios de termoanálise, uma vez que os resultados são coerentes quando confrontados com a temperatura calculada e com a metalografia para adição de 50, 100 e 150ppm de estrôncio (Sr)

5 AGRADECIMENTOS

À PROEX/PROPI, pela concessão de bolsas de pesquisa e extensão necessárias para a realização deste trabalho, ao Instituto Federal Catarinense Campus Luzerna, pela estrutura concedida, e à empresa SUMESA – Sulina de Metais S/A, pela doação das ligas de alumínio e conhecimento técnico.

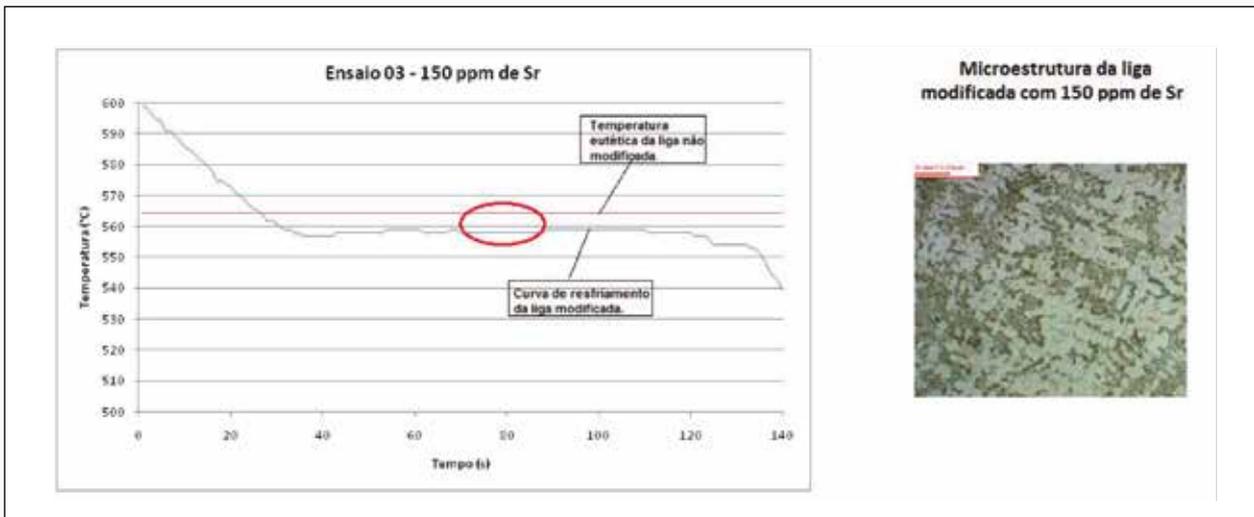


Figura 4 – Curva de resfriamento da liga modificada com 150ppm de Sr. e micrografia da liga com 150ppm

| | Liga pura | 50ppm | 100ppm | 150ppm |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Média Vickers. | 96,48 HV0,5 | 96,09 HV0,5 | 97,66 HV0,5 | 102,2 HV0,5 |

Tabela 2 – Ensaios de micro dureza Vickers

6 REFERÊNCIAS

- ALVES, Líria. Mistura eutética. , 2013. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/quimica/mistura-eutetica.htm>→. Acesso em: 25 ago. 2014.
- DJURDJEVIC, B. Mile, ET AL.; 'Thermal Description of Hypoeutetic Al-Si-Cu Alloys Using Silicon Equivalency', Vojnotehnicki Glasnik / Military Technical Courier, 2012, vol. LX, pag. 158.
- FURLAN, Tarita Shiraishi, Influência do teor de estrôncio na modificação da liga A356 / São Paulo, 2008. Dissertação - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais.
- MALEKAN, M.; Dayani, D. e Mir, A.; "Thermal Analysis Study on the simultaneous grain refinement and modification of 380.3 aluminum alloy", Therm Anal Calorim, 2014, vol. 15.
- PRABHU, N.K.; Hegde, S. Modification of eutectic silicon in Al-Si Alloys, Department of Metallurgical & Materials Engineering, Surathkal, India 2008.
- SHABESTARI, S. G. e Ghodrati, S.; "Assessment of modification and formation of intermetallic compounds in aluminum alloy using thermal analysis", Materials Science and Engineering A, 2007, vol. 467.
- ZHANG, Y. ET al.; "Cluster-assisted nucleation of silicon phase in hypoeutetic Al-Si alloy with further inoculation", Acta Materialia, 2014, vol. 70.
- PERES, M.M.; PINTO, C.P.; RIOS, C.T., KIMINAMI, C.S.; BOTTA, W.J.; BOLFARINI, Claudemiro; "Caracterização da liga de alumínio A356 solidificada rapidamente por centrifugação e fundida em areia." UFSCar – Departamento de Engenharia de Materiais, dez 2005.

METALURGIA

Feira e Congresso Internacional de Tecnologia para Fundição, Forjaria, Alumínio & Serviços



www.bruno2.net

"Aqui buscamos divulgar nossas novidades, procurar novos clientes e fidelizar os atuais. Se for possível, fechamos negócios na própria feira, como já ocorreu nesta, em que finalizamos uma venda com valor significativo."

Gerson Luis Vick - diretor técnico da Gevitec, de Joinville/SC

"Aqui nós conseguimos ter acesso a todo o mercado e apresentamos lançamentos."

Fred Leopoldo Ziegler - diretor de engenharia da Z-Tech Refratários, de Blumenau/SC

"Já fechamos algumas vendas e fizemos contatos muito promissores, pois o público que está aqui é extremamente qualificado."

Fernando Moraes Barros Prado - gerente comercial da DJ Fornos Industriais, de São Paulo/SP

"Escolhemos a Metalurgia pelo seu público diferenciado e a realização dela em Joinville, um dos principais polos do setor no Brasil."

Paulo Roberto Ziegler, secretário executivo do Sindimetal-RS, de São Leopoldo/RS

13-16 SETEMBRO 2016

Joinville SC | Pavilhões Expoville



www.metalurgia.com.br

Evento Simultâneo:
PowergridBrasil

Patrocínio:



Promoção e Realização:



Organização:



(47) 3451 3000
www.messebrasil.com.br
feiras@messebrasil.com.br

www.MetalMineracao.com.br

Eventos Paralelos:

Rodada de Negócios
Congresso Técnico

www.BRUNING.NET

METAL MINERAÇÃO 2016

21-24 Junho

Pavilhão José Ijair Conti
Criciúma SC

Feira e Congresso
Nacional para a Indústria
Metalmeccânica e
Mineração

A melhor forma de abrir novos mercados

A Metal Mineração já se consolidou como uma força motriz da economia e da tecnologia em seus setores. Apresenta soluções inovadoras e gera um grande volume de negócios, justamente onde se concentram importantes empresas ligadas à mineração e à indústria metalmeccânica.

A cidade sede do evento é um dos polos industriais de Santa Catarina e grande força do sul do estado. A região possui mais de 1.200 empresas no setor metalmeccânico, que faturam acima de R\$ 3 bilhões por ano. Também é um importante centro de mineração, com destaque para o carvão mineral, em que Santa Catarina é responsável por 39% da produção nacional, com mais de 3 milhões de toneladas anuais. Outro destaque vai para as argilas e caulim; o estado é o maior produtor brasileiro de cerâmica branca e estrutural.

Venha expandir suas oportunidades neste imenso mercado!

Apoio:

ABIMAQ • FIESC • IBRAM • ABIFA
ABNT • ABM • ABIMEI • ABENDI
ABCM • ABCEM • BNS/SC • ACIC

Promoção e Realização:



Organização:

(47) 3451 3000
www.messebrasil.com.br
feiras@messebrasil.com.br

Alimentação de areia por "AERAÇÃO" proporciona moldes de alta qualidade.

Máquinas mais Vendidas no Mundo



Com caixa
série ACE
136 máquinas



Sem caixa
série FCMX
123 máquinas

MAIS DE 400

Máquinas de moldar SINTO com "AERAÇÃO"
fornecidas desde 2000



Sem caixa
série FBOX
33 máquinas



Sem caixa
série FDNX
139 máquinas

- Inovação: moldagem em areia verde por "AERAÇÃO"
- Sistema de moldagem adequado aos diferentes tipos de peças, volumes de produção e materiais
- Elevado grau de automação

Controle & Informação



sinto.com

Pesquisar

ABIFA
Associado



New Harmony » New Solutions™

www.sinto.com

Sistema PEP SET™ QUANTUM

Redutor de emissões

Os aglutinantes inovadores PEP SET™ QUANTUM da ASK Chemicals aprimoram significativamente as condições ambientais e de trabalho.

- ✓ Redução significativa das emissões de fumaça e odor
- ✓ Emissões mais baixas de poluentes atmosféricos perigosos (HAPs)
- ✓ Melhores condições de trabalho



**GUARANTEED
ECOFRIENDLY
SOLUTION**

Para mais informações, visite
www.ask-chemicals.com

ASKCHEMICALS
We advance your casting

