

ALUMÍNIO FUNDIDO E FERRO FUNDIDO. O QUE USAR?

Tarcísio Santiago GOMES FILHO(1); Raquel Guilherme de CARVALHO (2); Celina Leal MENDES DA SILVA (3)

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Sen. Salgado Filho, Tirol. CEP: 59015-000, (84) 40052635, (84) 40052635, e-mail: tarc_sant@yahoo.com.br

(2) Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, e-mail: kelcarvalho2006@yahoo.com.br

(3) Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, e-mail: clmsilva@cefetrn.br

RESUMO

Diversos materiais metálicos são utilizados em uma variedade de aplicações industriais, tais como: peças de automóveis, ferramentas portáteis, utensílios domésticos etc. O ferro sempre foi o mais utilizado, por possuir características peculiares, em relação a outros metais, entretanto o alumínio nos últimos anos vem substituindo algumas das aplicações que outrora eram somente do ferro. Em virtude deste decréscimo de mercado, as questões sobre viabilidade dos dois metais estão sendo feitas. Assim, algumas perguntas se fazem necessárias para que se possam avaliar as propriedades destes dois metais e escolher o mais apropriado à aplicação desejada. Vale a pena pagar mais caro pelo alumínio? Qual destes materiais se torna mais viável, tendo em vista sua facilidade de reciclagem sem grandes perdas de qualidade? Neste trabalho é apresentado um estudo de comparação de utilização do ferro fundido e do alumínio fundido nas mesmas aplicações, levando-se em conta as principais características de ambos, tais como, processamento do ferro fundido e do alumínio e propriedades específicas de ambos. Percebeu-se nitidamente que a aplicação do alumínio na indústria de automóveis, é mais viável, tanto economicamente como tecnicamente, que a dos fundidos de ferro, tornando-o assim mais atrativo para a indústria automotiva.

Palavras-chave: automóveis, alumínio, ferro fundido

INTRODUÇÃO

A indústria de alumínio vem tentando cada vez mais ganhar espaço no setor automotivo. Esse movimento fez com que o setor de fundidos de ferro experimentasse um decréscimo significativo, em relação ao emprego do alumínio em veículos, tendência essa que tem crescido muito nos Estados Unidos e no Japão, dentro da filosofia de dar aos veículos maior leveza e melhor desempenho ambiental. A vantagem óbvia da conversão de fundidos de ferro para alumínio é que a densidade no caso do alumínio é de aproximadamente um terço, comparando-a com a do ferro fundido, reduzindo, assim, o consumo médio de combustível, economia que representa menor emissão de gases poluentes na atmosfera (1).

A necessidade de uma resposta à competição fez a indústria de ferro fundido inovar sua tecnologia, desenvolvendo, tanto no processo de fabricação, como novos materiais que respondessem satisfatoriamente às solicitações que lhe eram feitas pelo setor automotivo.

A história do alumínio e de suas múltiplas aplicações no mundo moderno é remota. Apesar de ser o mais abundante metal do planeta. Ele não se encontra naturalmente na forma metálica. Somente em 1824 que o dinamarquês Hans Christian Oersted conseguiu isolar o alumínio, na forma como é hoje conhecido (2). Atualmente ele possui inúmeras aplicações, como na fabricação de painéis, janelas, peças de automóveis, equipamentos eletrônicos, latas de bebidas etc. Na sua extração é feito um processo de refino da bauxita que resulta em um pó branco, parecido com o açúcar, a alumina. Em seguida, a alumina passa por um processo eletroquímico e é transformada em alumínio.

Já o ferro foi descoberto, há cerca de 600 a.C. que foi datado o primeiro fundido de ferro, um fundido de tripé pesando 275 kg, produzido na China (1).

O carvão de madeira posto na lareira e, quando se acha em brasa e coberto por uma camada de minério, a qual se seguem camadas justapostas de carvão e minério, ficando a última ao lado do fole. Insuflado o ar, o carvão se queima e se processa, então da redução do minério ao metal.

Após diversas experiências e inventos, chegou-se ao alto-forno em meados do século XV. O ferro obtido em alto-forno tem o nome de ferro-gusa, ferro fundido ou simplesmente gusa. As temperaturas mais elevadas permitiram que o ferro absorvesse mais carbono que carvão e se transformasse em gusa, a qual sai do forno em estado líquido incandescente (3).

A indústria automobilística começou a utilizar o alumínio, a partir dos últimos 30 anos e atualmente representa cerca de 60% do consumo do alumínio (4), como exemplos podemos citar: blocos de motor, carcaças de motores, rodas para automóveis, veículos pesados, entre outros. Para não perder este mercado, a indústria de ferro fundido atualizou sua tecnologia na produção de materiais que respondessem às exigências neste setor, o resultado veio atualizar um material de longa tradição na indústria automobilística. Algumas aplicações foram feitas, como: coletores de escapamento, tambores de freio, discos de freio e outros.

Dentro desta batalha por cada componente dos veículos e na tentativa de preservar espaço as informações que se seguem mostram as comparações e principalmente a relação custo x benefício entre os dois metais, fazendo comparações entre fundidos de alumínio e de ferro, levando em consideração suas principais características, como: densidade, reciclabilidade e resistência à corrosão.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Carl R. Loper Jr. em seu artigo apresentado no 65º Congresso Mundial de Fundição, na Coreia do Sul, em outubro de 2002, a indústria de fundidos de ferro vem apresentando alta defasagem em sua produção, perdendo mercado para os fundidos de alumínio. Com isso surge a necessidade de se fazer comparações entre os dois materiais, levando-se em consideração suas principais características físico-mecânicas e seu desempenho ambiental, a abordagem de tal assunto é de fundamental importância, visto que a indústria automobilística é uma das grandes responsáveis pelas emissões de gases poluentes na atmosfera.

Estrutura: qualidade da estrutura lógica do trabalho, ou seja, a organização dos tópicos que o compõem.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho foi a pesquisa bibliográfica e web gráfica, bem como a aplicação de conhecimentos adquiridos em sala de aula. Utilizamos como base para chegar aos resultados os artigos científicos, textos de livros técnicos ou mesmo da web obtidos em sites de associações

da área da metalurgia ou mesmo de congressos. Após leitura e interpretação dos textos obtidos pôde-se chegar aos resultados apresentados.

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A indústria automobilística indica como principal vantagem do alumínio a sua leveza. Em contrapartida a indústria de fundidos de ferro aponta como vantagem principal para este setor o seu preço relativamente baixo na produção quando comparado com o do alumínio. A substituição do ferro fundido pelo alumínio requer atenção, pois estes dois metais apresentam características distintas, oferecendo vantagem em ambos os lados.

Na tabela 1 são apresentadas características dos dois metais que estão diretamente relacionadas às vantagens oferecidas como, por exemplo, a densidade de $2,7\text{g/cm}^3$ do alumínio o torna um metal mais leve que o ferro que tem densidade de $7,3\text{g/cm}^3$, este perfil se encaixa nas práticas produtivas que estão cada vez mais envolvidas em questões ambientais, diante das exigências de diminuir os níveis de gases poluentes. A utilização do alumínio surge como uma das mais apropriadas alternativas para a indústria automobilística a redução de 100 Kg na massa de um carro diminui o consumo de combustível de 0,3L a 0,6L a cada 100 km, representando cerca de 20% (5), menos poluentes lançados na atmosfera. Este fator não é a única vantagem da decisão da utilização do alumínio, vários fatores são abordados, tais como; a energia total envolvida na manufatura dos fundidos de ferro e de alumínio.

Tabela 1 – Pontos de fusão e densidades do ferro fundido e das ligas de alumínio. (1)

Material	Ponto de Fusão (°C)	Densidade (g/cm³)
Ferro fundido	1130 - 1230	7,3
Ligas de Alumínio	658	2,7

O consumo de energia na produção de materiais é da ordem de 15 a 25% de toda a energia primária utilizada nas economias industrializadas (6). Quase todos os metais ocorrem na natureza, combinados com outros elementos químicos, isto é, na forma termodinamicamente mais estável. A sua extração e purificação (refino), assim como todo o seu processamento, exigem grandes quantidades de energia. A produção de metais consome aproximadamente 10% da produção total de energia. Apenas 5 metais (ferro, alumínio, cobre, titânio e zinco) consomem na sua produção mais de 80% desta energia. Os custos de energia representam uma parcela considerável do custo total de produção dos metais primários.

O custo do fundido de ferro apresenta-se muito abaixo do valor de produção alumínio e de outros metais, mas para a indústria automotiva, não é tão vantajoso, pois as peças obtidas não apresentam as características que a indústria requer, como: melhor desempenho com acelerações mais rápidas e frenagens mais curtas, que são obtidas com o uso do alumínio por ser mais leve. O desenvolvimento de novos materiais de ferro fundido, tais como: ferros nodulares ferríticos, nodulares bainíticos, ferro fundido cinzento, apresenta diferentes propriedades físicas e mecânicas, porém a sua usinabilidade tem um custo elevado. No caso do alumínio, por ser um material mais dúctil que o ferro fundido, apresentará um custo mais baixo em sua conformação, além disso, por ser um material que já apresenta as principais características requeridas pelo setor automobilístico. A energia necessária para a produção de fundidos de alumínio e de ferro em GJ/tonelada está expressa na tabela 2.

Tabela 2 – Energia necessária para a produção de ferro fundido e alumínio
(segundo R.C. de Cerqueira Leite e colaboradores) (1).

Material	Energia Necessária (GJ/ton)
Ferro fundido	58 - 360
Alumínio	83 - 330

1.1. Resistência a corrosão

Corrosão metálica é a ação destrutiva que o meio ambiente exerce sobre um metal, dando origem a problemas técnicos e econômicos graves (5).

A oxidação é um grande problema na maioria das aplicações de metais. O ferro é um material que reage com o oxigênio com bastante facilidade, tornando-se assim menos resistente à corrosão. Com isso tem-se a necessidade de proteção da superfície de peças metálicas, para retardar seu efeito. Isto não se verifica no alumínio, que ao ser posto em contato com o ar atmosférico reage com o mesmo, formando uma fina camada de óxido de alumínio que protege a superfície da peça, passando assim a apresentar uma considerável resistência à corrosão e conseqüentemente sua aplicação, em estruturas com solicitações extremas de resistência à corrosão que se torna mais atrativa.

1.2. Reciclabilidade

A reciclabilidade é um parâmetro muito importante na indústria dos materiais, tanto do ponto de vista energético como do ambiental. O ganho energético obtido com a reciclagem de alguns metais, como é o caso do alumínio, ultrapassa 85%. Em outras palavras, a energia requerida para processar uma certa quantidade deste metal a partir de material reciclado representa 15% da energia necessária, para obter a mesma quantidade de metal a partir de fontes primárias.

Além do aspecto energético, a reciclagem permite a economia de matérias-primas e possibilita a diminuição de rejeitos utilizados na lavra e no processamento de minerais. Por exemplo, cada tonelada de alumínio reciclado permite a preservação de 4 toneladas de bauxita que seriam necessárias para a obtenção de alumínio primário metálico. Em contrapartida a reciclagem do ferro tem sua demanda reduzida, como já foi dito, o ferro oxida com bastante facilidade, reduzindo a quantidade útil de material e comprometendo a qualidade do material reciclado.

1.3. Melhoria na confiabilidade dos fundidos

A grande demanda dos fundidos de alumínio está associada às vantagens do processo e às características do metal, por fundição é possível obter peças com geometrias complexas, com estreitas tolerâncias dimensionais de funções integradas – um único componente fundido em alumínio pode substituir um conjunto de diversas peças produzidas por outros meios, o que reduz custos de ferramenta e montagem, eliminando operações de junção.

1.4. Forma de produção

A escolha da forma de fundição nos fundidos de ferro está condicionada às propriedades que se deseja obter do produto, assim, de acordo com o tempo de processamento e a temperatura pode-se variar o teor de carbono e deste modo alterar suas propriedades mecânicas, o que não acontece com o alumínio que por possuir características próprias, não necessita de várias formas de processamento. O alumínio fundido ainda apresenta alto custo de produção e na tentativa de reduzir estes custos é que foi desenvolvida a tixofundição ou fundição de ligas semi-sólidas, que utiliza ao invés do alumínio líquido, o metal em forma de “pasta”, evitando o desgaste no contato entre o metal e o molde e, ainda, aumentando a produtividade. Neste processo utiliza-se o metal com 60% sólido e 40% líquido (2).

Com a utilização do metal na forma semi-sólida ou em “pasta”, a energia total necessária para a produção do alumínio fundido será reduzida consideravelmente, este processo já é utilizado largamente em países desenvolvidos como Japão, Estados Unidos, Alemanha e Itália (2).

2. CONCLUSÃO

Como a tendência na redução de peso dos veículos se torna inevitável, a substituição do ferro pelo alumínio pode trazer, simultaneamente, melhoria na economia de combustível e no desempenho. Sendo assim a substituição viável, tanto econômica quanto tecnicamente.

Devemos levar em consideração para tal substituição, não somente os custos de processamento do produto, mas, também o aspecto ambiental, pois a indústria automobilística é uma grande emissora de gases poluentes na atmosfera.

Outra tendência como forma de diminuir o custo de fabricação de peças de alumínio, a indústria automotiva está aplicando em seus componentes o uso do metal reciclado. Já o ferro necessita buscar soluções para baixar o custo de seus processos de fundição para poder competir por igual.

A grande demanda dos fundidos de alumínio está associada às características do metal. Na fundição é possível obter peças geométricas complexas, com estreitas tolerâncias dimensionais e funções integradas. Um único componente fundido em alumínio pode substituir um conjunto de diversas peças, estas produzidas por outros meios, o que reduz custos de ferramenta e montagem, eliminando operação de junção.

Mesmo o alumínio apresentando mais vantagens nos aspectos analisados os dois metais ainda são empregados na indústria automotiva, de forma satisfatória, o que vem permitindo contínuo desenvolvimento no setor de fundidos.

REFERÊNCIAS

- (1) PADILHA, A.F. **Materiais de engenharia: Microestrutura e propriedades**. 5. ed. Curitiba - PR: Hemus, 2000.
- (2) FILLETI, A. **Alumínio: O alumínio - HISTÓRIA**. Disponível em: <<http://www.abal.org.br/aluminio/historia.asp>> Acesso em: 30 ago 2007.
- (3) **História do ferro**. Disponível em: <<http://www.maragusa.com.br/ferro.php>> Acesso em: 15 ago 2007.
- (4) Alumínio: processos de produção. Disponível em: <http://www.abal.org.br/aluminio/processos_fundicao.asp> Acesso em: 14 ago 2007.
- (5) **Os conceitos de reação de oxidação – redução: A corrosão dos metais**. Disponível em: <<http://www.prof2000.pt/users/afolhas/redox.htm>> Acesso em: 15 ago 2007
- (6) **O uso do alumínio reduz o peso dos veículos, economizando combustível e diminuindo as emissões**. Disponível em: <<http://www.revistaaluminio.com.br/textos.asp>> Acesso em: 15 ago 2007.
- (7) LOPER JR, C. R. **FUNDIDOS DE FERRO: Ligas essenciais para o futuro**. In: CONGRESSO MUNDIAL DE FUNDIÇÃO, 65, 1997, Coréia do Sul. **Anais...** Coréia do Sul: EMBRAPA, CPATSA, 1994.
- (8) Alumínio fundido aumenta participação no setor automotivo. Disponível em: <http://www.abifa.com.br/noticias_do.php?id=365> Acesso em: 30 ago 2007.
- (9) FILLETI, A. Alumínio: Evolução permanente. Disponível em: <<http://www.abal.org.br/aluauto/ed03/integra.asp>> Acesso em: 30 ago 2007.
- (10) **Segmentos para aplicação do alumínio**. Disponível em: <<http://www.cia-brasileira-aluminio.com.br/pt/segmentos.php#transp>> Acesso em: 10 ago 2007.