



XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP  
Artigo CREEM2012

## A AVALIAÇÃO DE INDICADORES DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA ELABORAÇÃO DA LIGA SAE 329

**Tales Ferreira; Josiane Carneiro Souza e Ivanir Luiz de Oliveira**

UTFPR, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica  
Campus Ponta Grossa - Bairro Av. Monteiro Lobato, s/n – Km 04 - CEP 84016-210 – Ponta Grossa – Ponta Grossa  
E-mail para correspondência: tales.ferreira@oi.com.br

### 1 - Introdução

Os avanços tecnológicos foram impulsionados pelo crescente desenvolvimento de processos para realização de novos produtos (Fagundes *et al.*, 2009), a exemplo a substituição de matérias-primas pelo alumínio, que é um material estratégico alinhado a valores de eco eficiência e de responsabilidade socioambiental, pois se trata de um metal 100% reciclável, gera emprego e é fonte de renda para mais de 300 mil pessoas que participam do ciclo de reciclagem, desde a coleta até a refusão, fazendo da indústria de alumínio responsável por 4,5% da riqueza gerada no Brasil (ABAL, 2008).

O suprimento de energia e suas implicações econômicas vêm atraindo, nos últimos anos, cada vez mais atenção para a reciclagem do alumínio por utilizar aproximadamente 5% da energia requerida para a produção deste metal a partir do minério (Ferrari, 2005).

A reciclagem do alumínio é uma questão ambiental a qual vem ganhando cada vez mais espaço dentro das indústrias de diversos setores que estão mudando seus valores e visão, aliados a sustentabilidade como uma ferramenta para aumentar sua competitividade empresarial.

Segundo a ABAL- Associação Brasileira de Alumínio (2008) um setor que vem se sobressaindo é o de transporte, o qual abrangeu 25,8% do consumo total de alumínio brasileiro em 2008. A utilização de ligas de alumínio além de manter ou superar as propriedades de materiais como aço e ferro fundido proporciona uma diminuição no peso dos veículos, consequentemente uma economia no consumo de combustíveis e uma redução na emissão de poluentes.

Uma importante ferramenta gerencial utilizada em processos de fundição de ligas de alumínio secundário é o conceito de Produção Mais Limpa (P+L), onde é uma técnica muito empregada por microempresas, devido ao fato de contribuir de maneira bastante acessível na prevenção de impactos negativos ao meio ambiente, visando alternativas tecnológicas, econômicas e socioambientais (Fagundes *et al.*, 2009). O trabalho teve como objetivo avaliar o gerenciamento do consumo de energia para fusão de liga automotiva, a reutilização de materiais descartados como matéria-prima e a minimização da produção de escória os quais são indicadores para melhor eficiência do processo de obtenção da liga SAE 329 constituída de Al-Si-Cu, podendo ser obtida de sucatas com baixo teor de ferro.

### 2 – Materiais e métodos

O trabalho foi realizado no Centro de Termo-transformação de materiais CETEM/UTFPR - Campus Ponta Grossa. Com o conhecimento da composição química dos materiais descartados conseguiu-se, através do software Solver/Excel calcular e identificar a proporção dos mesmos, otimizando a composição da liga com o menor custo possível. Toda a sucata foi pesada em uma balança eletrônica conforme os cálculos realizados pelo software, e foram adicionadas ao cadinho aos poucos, respeitando o tempo de dissolução da carga no banho.

Utilizou-se um forno de pequeno porte tendo como fonte de energia o GLP (gás liquefeito do petróleo) engarrafado em botijões/13Kg. Estes foram pesados no início e no final do processo, obtendo assim a quantidade de gás consumido, sendo possível avaliar o custo de energia necessário para realizar o processo.

Após toda a carga ser adicionada, colocou-se 1% (em peso de carga) de fluxo Coveral® para que ocorresse a escorificação do banho. Esperou-se 5 minutos e houve a retirada de escória, onde foi quantificada no final do processo.

A composição química calculada pelo software foi comparada à carga real, através de uma amostra retirada do banho fundido que teve sua superfície polida e analisada por um espectrômetro de emissão ótica Shimadzu PDA 7000. Foi verificado, pela comparação com a liga SAE 329, a necessidade de correção de

elementos químicos, a exemplo do cobre (Cu). Estas operações são típicas de uma indústria de fundição de ligas secundárias.

Antes do vazamento, adicionou-se uma pastilha de hexacloretano para que ocorresse a desgaseificação do banho e logo em seguida, pesou-se 54g de uma pastilha a base de Al-Ti-B que correspondia a 0,3% do peso da carga com o objetivo de realizar o refino no tamanho de grão da liga a ser obtida.

### 3 - Resultados e Discussão

No processo de fundição P+L houve o gerenciamento dos indicadores de matéria prima, energia e geração de resíduos através de suas proporções e custos referentes a 1Kg de liga preparada. Foi obtido o custo dos materiais necessários para a obtenção da liga SAE 329, apresentados na tabela 1. O silício e o cobre apresentaram um custo mais elevado, em comparação as outras sucatas, porque se tratam de metais nobres. A utilização destes metais foi devido à ausência de materiais descartados ricos nestes elementos. Para a elaboração da liga foi determinada a proporção das matérias primas e com isso foi possível obter o custo de R\$ 2,68; referente ao total dos materiais utilizados na confecção desta liga.

Tabela 1 – Proporção e custo das matérias primas empregadas na preparação da liga

Matéria prima	Matéria prima/Kg (R\$)	Proporção (%)	Valor referente (R\$)
Alumínio Duro	1,70	40,71	0,69
Tubos	2,80	36,27	1,02
Alumínio Mole	2,30	14,22	0,33
Silício	6,00	5,94	0,36
Cobre	10,00	2,85	0,29

Pela diferença de peso dos botijões foi determinado 250g de gás e determinou o custo de R\$ 0,80 para se preparar 1 Kg da liga. A utilização do GLP como fonte energética apresentou baixo consumo e, além disso, foi um investimento muito acessível financeiramente, acarretando uma melhoria no custo/benefício do processo. Com a adição do fluxo Coveral<sup>®</sup>, houve a geração de 5,78% de escórias em relação a liga automotiva, onde a sua remoção permitiu a retirada de óxidos e contaminantes, resultando na redução de impurezas da liga. A baixa geração de resíduos é um importante indicativo da P+L, pois propiciou um elevado rendimento na produção das peças fundidas.

A liga SAE 329 teve o rendimento de 94,22%, sendo um valor expressivo por utilizar as sucatas como matéria prima e o GLP como fonte de energia, obtendo o custo total de R\$ 3,48 que representa um valor irrisório frente à produção convencional e é um valor acessível, o que desperta o interesse de microempresas em aplicar a P+L na produção da liga automotiva.

### 4 - Conclusão

A avaliação dos indicadores para a produção da liga automotiva resultou em melhorias no custo/benefício, enfatizando que a P+L é uma importante ferramenta gerencial, pois contribui para o impacto positivo ao meio ambiente.

### 5 - Referências

ABAL – Associação Brasileira de Alumínio. **Alumínio para uma vida melhor**. São Paulo: Abal, 2009.

FAGUNDES, A.B.; VAZ, C.R.; OLIVEIRA, I.L.O fortalecimento do setor de fundição através da aplicação de conceitos e metodologias ambientais: os excedentes de areia de fundição em foco. **Revista ADMpg Gestão Estratégica**, Ponta Grossa, v. 2, n. 2, p.27-34, 2009.

FERRARINI, C.F. **Microestrutura e propriedades mecânicas de ligas Al-Si hipoeutéticas conformadas por spray**. 2005, 109p. Tese - Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais – Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, São Carlos.

AMERICAN SOCIETY FOR METALS. Metallography and Microstructures. **Metals Handbook**; v.9, p.1627, 1998.