

Comparação das ligas AL - 1% Si obtidas pelo método tradicional e método utilizando pó de silício

Comparison of AL alloys - 1% Si by traditional method and method using traditional powder and method

DOI:10.34117/bjdv8n4-147

Recebimento dos originais: 21/02/2022

Aceitação para publicação: 31/03/2022

Juliana da Mascena Araujo

Graduanda em Engenharia de Materiais

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Tv. We Vinte e seis, 2, CEP 67130-660, Ananindeua, Pará, Brasil

E-mail: juliana.dmsc@gmail.com

Eloany Paloma da Silva Palheta

Graduanda em Engenharia de Materiais

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Tv. We Vinte e seis, 2, CEP 67130-660, Ananindeua, Pará, Brasil

E-mail: eloanypalheta@gmail.com

Luane Luiza Pereira Marques

Graduanda em Engenharia de Materiais

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Tv. We Vinte e seis, 2, CEP 67130-660, Ananindeua, Pará, Brasil

E-mail: luanemarques18lm@gmail.com

Mateus José Araújo de Souza

Graduando em Engenharia Mecânica

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: R. Augusto Corrêa, 01-Guamá, Belém-PA, CEP 66067-110

E-mail: mateusjose1903@gmail.com

Eric Elian Lima Espíndola

Graduando em Engenharia Mecânica

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Augusto Corrêa, 01-Guamá, Belém-PA, CEP 66067-110

E-mail: ericesp53@gmail.com

Emerson Rodrigues Prazeres

Doutorando em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Augusto Corrêa, 01-Guamá, Belém-PA, CEP 66067-110

E-mail: eng.emersonrodrigues@gmail.com

Amanda Lucena de Medeiros

Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Augusto Corrêa, 01-Guamá, Belém-PA, CEP 66067-110

E-mail: almedeiros@hotmail.com.br

Deibson Silva da Costa

Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Tv. We Vinte e seis, 2, CEP 67130-660, Ananindeua, Pará, Brasil

E-mail: deibsonsc@yahoo.com.br

RESUMO

O alumínio possui diversas aplicações no campo industrial devido sua abundância na crosta terrestre e propriedades interessantes ao uso comercial. Assim, o estudo de novas ligas de alumínio com inserções de elementos adotando metodologias diferentes tem grande importância na busca de materiais mais eficientes. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar a liga Al – 1% Si obtida por meio de duas metodologias, o método tradicional de adição e o método utilizando o elemento em forma de pó, visando mostrar a maneira mais viável para a obtenção da liga, tendo como critério suas propriedades. As ligas foram fundidas e realizou-se a adição de silício pelas duas metodologias, as amostras foram retiradas e passaram pela caracterização macroestrutural e elétrica. Ao final dos ensaios, notou-se que o método utilizando elemento de liga em pó apresentou resultados mais satisfatórios desde a macroestrutura que apresentou grãos refinados e também o valor da condutividade elétrica que se sobressaiu ao método que é comumente utilizado.

Palavras-chave: alumínio, silício, ensaios, grãos, método.

ABSTRACT

Aluminum has several applications in the industrial field, due to its abundance in the earth's crust and interesting properties for commercial use. Thus, the study of new aluminum alloys with element insertions adopting different methodologies is of great importance in the search for more efficient materials. Thus, this work aims to analyze the alloy Al - 1% Si obtained through two methodologies, the traditional method of addition and the method using the element in powderform, aiming to show the most viable way to obtain the alloy, taking the properties at its discretion. The alloys were melted and silicon was added by the two methodologies, the samples were removed and underwent macrostructural and electrical characterization. At the end of the tests, it was noted that the method using powdered alloy element presented more satisfactory results from the macrostructure that presented refined grains and also the value of electrical conductivity that stood out to the method that is commonly used.

Keywords: aluminum, silicon, tests, grains, method.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a ABAL (2007), o alumínio é um metal de grande importância na indústria atual, sendo o metal não ferroso com maior produção, e o segundo metal mais produzido no mundo, perdendo somente para o ferro. Sua grande abundância na crosta terrestre, sua capacidade de reciclagem e propriedades são atraentes para o setor. De acordo com a ASM, é um metal que se destaca devido suas propriedades, como baixa densidade, alta resistência à corrosão, mesmo quando exposto a uma ampla gama de meios corrosivos, alta condutibilidade térmica e elétrica, boa tenacidade, alta resistência a baixas temperaturas e excelente conformidade. A crosta terrestre possui 27,7% de silício em massa em sua composição e os solos possuem, em média,

32% de Si, predominantemente na forma de minerais silicatados, primários ou secundários. Apesar de o silício ser o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, sua contribuição na composição química dos organismos é relativamente pequena, enquanto o carbono, quimicamente muito semelhante ao silício, mas cuja abundância é muitíssimo menor, é o principal componente dos seres vivos (LIOVANDO, 2010).

As ligas do sistema Al-Si são as mais importantes entre as ligas fundidas de alumínio, principalmente por sua alta fluidez, baixa contração nos fundidos, elevada resistência à corrosão, boa soldabilidade, fácil brasagem e seu baixo coeficiente de expansão térmica (ASM1992). De acordo com a literatura essas ligas são comumente usadas em fundição, pois suas propriedades como fluidez, alta resistência a corrosão, soldabilidade e baixo peso as tornam atraente para engenharia. O amplo uso das ligas Al-Si em aplicações nas quais a qualidade da estrutura resultante da solidificação é tão importante (fundição e soldagem) está relacionado com as características que o seu principal elemento de liga, o silício, confere às ligas de alumínio. Nestas ligas o silício é usado em teores de até 12 ou 13 % e aumenta a fluidez do alumínio líquido permitindo que o mesmo flua melhor através das cavidades do molde de fundição (GOMES; FILHO, 1987).

O objetivo do presente trabalho consiste em analisar a macroestrutura e a resistência elétrica da liga Al – 1% Si averiguando a partir desses ensaios qual método (método tradicional ou método utilizando pó de silício) apresenta resultados mais satisfatórios.

2 METODOLOGIA

O trabalho analisa a liga Al - 1% Si obtidas por dois métodos de fundição, o primeiro método consistiu em fundir o alumínio juntamente com o silício depositados no cadinho e levados ao forno a uma temperatura de aproximadamente 900 °C. O segundo método consistiu em utilizar o silício em pó, primeiramente o alumínio foi fundido completamente, em seguida retirou-se do forno e então adicionou-se o silício em pó e realizou-se a homogeneização, foi injetado gás argônio para retirada da escória, na sequência a liga foi vazada no molde em coquilha metálica de aço sae 1045.

Após a completa solidificação da liga fundida, houve o desmolde do material. Com isso, foi retirada uma amostra de cada liga para a realização dos ensaios. Dessa forma, foi possível iniciar a metalografia dos corpos de prova para efetuar a caracterização macroestrutural e em seguida, a parte excedente da amostra foi usinada e levada para o processo de laminação, para a obtenção de fios de 3 mm de diâmetro para o ensaio de resistência elétrica.

2.1 CARACTERIZAÇÃO MACROESTRUTURAL

Para realizar a caracterização macroestrutural foi utilizado a lixadeira politriz metalográfica da marca FORTEL®, utilizando as lixas de granulometria 80, 120, 220, 320, 400, 600 e 1200. Em seguida, foram polidas com alumina 0,5 e 0,3 μ , posteriormente foi efetuada a revelação da estrutura via ataque químico com o reagente Keller (95 ml H₂O + 2,5 ml HNO₃ + 1,5 ml HCl + 1,0 ml HF), tornando-se possível a realização da microscopia óptica.

2.2 CARACTERIZAÇÃO ELÉTRICA

Para a realização desse ensaio foram utilizados três fios de cada liga, com diâmetro de 3 mm e comprimento de 60 cm, sendo lixados para retirar o excesso de rebarba e submetidos ao ensaio utilizando o microohmímetro MEGABRÁS (ponte de Kelvin) modelo MPK – 2000, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Microohmímetro MEGABRÁS



Fonte: Autoria própria (2022)

O ensaio seguiu as normas técnicas NBR 5118, para corrigir a temperatura ao qual o ensaio iria ser realizado. Sendo estimado para uma faixa de temperatura entre 10 °C e 30 °C. Com os resultados obtidos foi utilizado a equação fornecida pela norma NBR 6814 para a obtenção da condutividade das ligas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

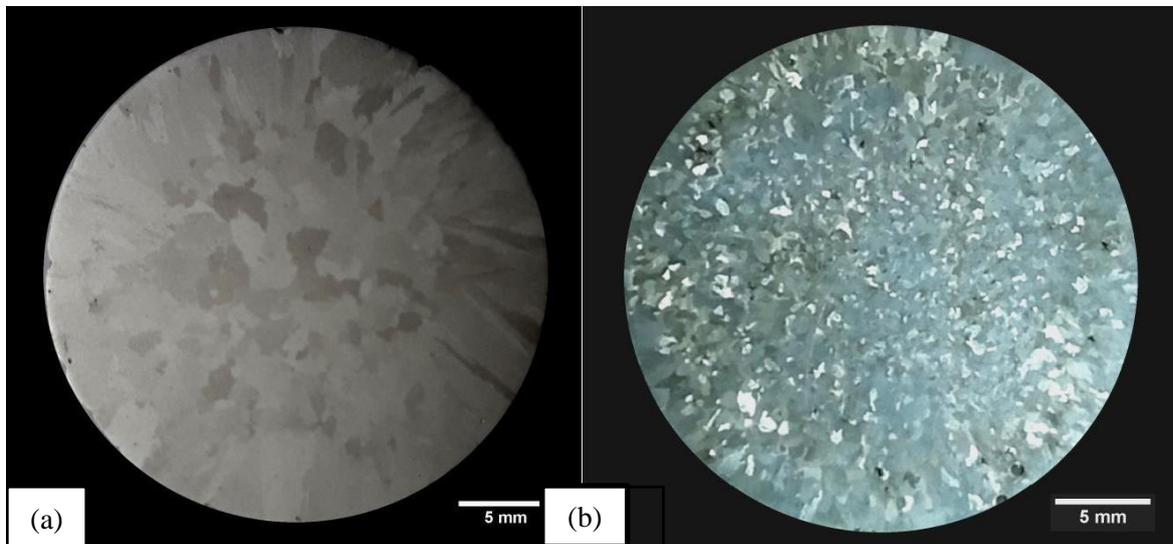
3.1 MACROESTRUTURA DAS LIGAS

Segundo Garcia (2001), sabe-se que as propriedades de uma liga estão relacionadas aos tipos de grãos formados durante o processo de solidificação. Esses grãos formados são determinados pela taxa de resfriamento, composição química, dentre outros fatores.

Na Figura 2, observa-se a macroestrutura das ligas em questão, onde na Figura 2 (a), tem-se a liga de Al – 1 % Si obtidas pelo método tradicional e na Figura 2 (b), tem-se a liga arranjada

pelo método de fundição usando silício em pó.

Figura 2 - (a) liga obtida pelo método tradicional, (b) método de fundição usando silício em pó



Fonte: Autoria própria (2022)

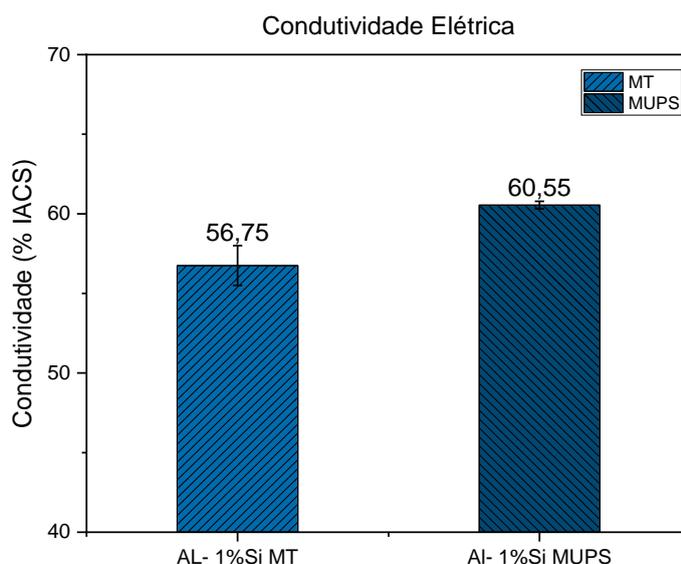
Com a análise das figuras, percebe-se que na Figura 2 (a) as três zonas (coquilhada, colunar e equiaxial) ficaram bastante evidentes, embora a faixa dos grãos coquilhados seja bastante estreita, esse fator segundo Garcia (2001) é ocasionado devido a taxa de resfriamento ser rápida já que essa área é a mais próxima a parede do molde, logo a troca de calor com o meio é mais rápida. Enquanto na Figura 2 (b), percebe-se que os grãos ficam bastante refinados e os equiaxiais estão mais presentes, não sendo notável a presença de grãos colunares.

Dessa forma, é possível notar que a liga contendo o silício em pó contribuiu para a formação de grãos equiaxiais. E segundo Moutinho (2007), o resfriamento para essa liga foi relativamente mais lento, pois os grãos equiaxiais foram extremamente mais predominantes, o que leva a ser considerado que além da presença de núcleos sólidos no metal líquido, também houve condições favoráveis à formação desses mesmos núcleos.

3.2 PROPRIEDADE ELÉTRICA DAS LIGAS

A Figura 3 mostra por meio do gráfico os valores da condutividade elétrica obtida a partir do ensaio realizado, sendo a MT a sigla correspondente a liga obtida pelo método tradicional e MUPS a sigla referente ao método utilizando pó de silício.

Figura 3 – Condutividade obtida com cada método



Fonte: Autoria própria (2022)

A partir da Figura 3, é possível observar que o método utilizando pó de silício (MUPS) apresentou uma condutividade elétrica superior ao outro método, MT. No entanto, é importante ressaltar que a peça (polida e atacada quimicamente) do método tradicional apresentou poros bastante evidente, sendo possível vê-los a olho nu, e segundo Callister(2016), a presença de defeitos cristalinos contribui como centro de espalhamento para os elétrons de condução, logo, o aumento deles diminui a condutividade, isto é, a presença desses inúmeros poros pode ter interferido no resultado final da condutividade. Com isso, é provável que o lingote adquirido do MT que foi laminado para se obter os fios para o ensaio de resistência elétrica também possuía grande quantidade de poros e isso pode ter afetado no resultado final do ensaio, diminuindo a sua condutividade elétrica.

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados vistos e discutidos, notou-se que a liga obtida por meio do método utilizando pó de silício (MUPS) apresentou melhores resultados comparados a liga resultante do método tradicional. A macroestrutura da liga obtida pelo MUPS expôs grãos maisrefinados, ou seja, essa liga apresentará uma resistência maior. Além disso, a condutividade elétrica alcançada também foi mais elevada neste método, MUPS. Embora este método tenha mostrado bons resultados, vale ressaltar que a outra liga, obtida pelo método tradicional, apresentou elevada porosidade e isso pode ter interferido na condução elétrica.

Por fim, vale salientar que os estudos acerca do assunto exposto continuarão em análise e pesquisas, a fim de averiguar possíveis falhas durante o processo, e mais ainda, se o método

utilizando o elemento de liga (silício) na forma de pó é viável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao laboratório de Engenharia Mecânica (LABEM), em especial ao grupo de pesquisa em engenharia de materiais (GPEMAT), pelo suporte oferecido para atingir-se os resultados do trabalho em questão.

REFERÊNCIAS

ABAL - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Aplicação do alumínio:** Indústria Elétrica. Disponível em: <https://abal.org.br/aplicacoes/industria-eletrica/>. Acessado em: 24 de janeiro de 2022.

ABAL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Alumínio brasileiro:** soluções para uma vida sustentável / Associação Brasileira do Alumínio – São Paulo: Associação Brasileira do Alumínio, 2017. Disponível em: <http://abal.org.br/downloads/publicacoes/aluminio-brasileiro-solucoes-para-uma-vida-sustentavel-port.pdf>. Acesso em 28 jan. 2022.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5118.** Fios de alumínio 1350 nus, de seção circular, para fins elétricos. Rio de Janeiro, ago. 2007.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6810.** Fios e cabos elétricos – Tração à ruptura em componentes metálicos. Rio de Janeiro, ago. 1981.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6815.** Fios e cabos elétricos – Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos. Rio de Janeiro, ago. 1981.

ASM HANDBOOK: **Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Pure Metals.** The Ninth Edition of Metals Handbook, v. 2, 1991.

CALLISTER JR, William D.; RETHWISCH, David G. **Ciência e engenharia de materiais:** uma introdução. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

GARCIA, A. **Solidificação: fundamentos e aplicações.** Campinas, São Paulo, p. 281 – 298.

GOMES, Maria Rennó; FILHO, Ettore Bresciani. **Propriedades e Usos de Metais Não-Ferrosos.** ABM, São Paulo, 1987.

Iler, R. K. **The colloid chemistry of silica and silicates,** Cornell University Press: Ithaca, 1955.

LIOVANDO M. Costa, Ana Maria S. S., Moreau Mauricio S. Moreau. **Estabilidade da sílica biogênica extraída de capim Jaraguá (Hyparrhenia rufa) em solução de NaOH.** Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa - MG, Brasil, 2010.

MOUTINHO, Daniel Joaquim da Conceição. **Influência dos Parâmetros Térmicos de Solidificação na Transição Colunar/Equiaxial em Ligas do Sistema Sn-Pb Sob Condições Transitórias de Extração de Calor.** 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. Belém, 2007.