



O ENSINO DE CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DE MATERIAIS FERROSOS E NÃO FERROSOS PARA ENGENHEIROS DE MATERIAIS

Leonardo C. de Oliveira^{1*}, Mário V. M. da Silva¹, Luiz G. S. Nascimento¹

1 - Departamento de Engenharia de Materiais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Avenida Almirante Barroso, 1155, Belém, CEP 66093-020, PA.

sr.leonardo1995@gmail.com

RESUMO

Processamento, estrutura e propriedade são pilares da Engenharia de Materiais, a caracterização tornasse um meio muito importante para a revelação da estrutura e da propriedade, pois há uma relação direta entre esses dois conceitos. A caracterização de materiais exige técnica e conhecimento dos meios necessários que irão levar a se obter a estrutura analisada. Nesse trabalho, são abordados os aspectos relativos ao aprendizado da preparação e da caracterização metalográfica de duas ligas não ferrosas de Al-2,7Si e outra Al-5Cu-1,7Ni, um Aço 1050 comercial com posterior tratamento térmico de têmpera, e duas amostras de ferro fundido, um cinzento e outro nodular. Em todas as amostras, foram feitos os procedimentos de preparação metalográfica, os ataques químicos foram feitos com Keller nas amostras não-ferrosas, e com Nital 2% nas ferrosas, em todos os casos, o procedimento foi por imersão. Foram feitas análises de revelação microestrutural através de Microscopia Óptica (MO), e análise de composição química através da Fluorescência de Raios-X (FRX). Os resultados obtidos foram imagens das fases dendríticas e seus intermetálicos nas ligas não-ferrosas; enquanto nas ligas ferrosas, houve mudança estrutural no Aço 1050, com o aparecimento da Martensita pós têmpera; enquanto no Ferro Fundido cinzento mostraram finas agulhas de Grafita; e no Ferro Fundido nodular, nódulos com fundo branco.

Palavras-chave: *Ensino de Engenharia, Caracterização Microestrutural, Metalografia*

INTRODUÇÃO

Processamento, estrutura e propriedade são pilares da Engenharia de Materiais, a caracterização tornasse um meio muito importante para a revelação da estrutura e da propriedade, pois há uma relação direta entre esses dois conceitos. A caracterização de materiais exige técnica e conhecimento dos meios necessários que irão levar a se obter a estrutura analisada.

As ligas de alumínio são as mais requisitadas ligas não ferrosas para a produção de peças fundidas, devido o alumínio possuir excelentes propriedades físico-químicas, e por apresentar uma ampla variedade de utilização, o que o torna o metal não ferroso mais consumindo no mundo⁽¹⁾.

Entre os aços-carbono que são empregados nesse seguimento, os aços com baixo e médio são os mais amplamente utilizados, com satisfatórias propriedades mecânicas, ideal para construção de engrenagens, componentes estruturais, eixos, ferramentas manuais, entre outros⁽²⁾.

A caracterização vem ser uma ferramenta de importante uso para desvendar as propriedades e as aplicações dos materiais. Essas propriedades químicas e mecânicas dependem fundamentalmente dos elementos de formação da liga e suas respectivas

proporções, da estrutura cristalina e dos tratamentos térmicos aos quais a liga metálica é submetida ⁽³⁾.

Nesse trabalho, são abordados os aspectos relativos ao aprendizado da preparação e da caracterização metalográfica de duas ligas não ferrosas de Al-2,7Si e outra Al-5Cu-1,7Ni, um Aço 1050 comercial com posterior tratamento térmico de têmpera, e duas amostras de ferro fundido, um cinzento e outro nodular.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais utilizados

Para a melhor aprendizagem, foram utilizadas duas ligas não ferrosas oriundas de projetos de pesquisa já finalizados, uma amostra da liga binária Al-2,7Si e outra ternária de Al-5Cu-1,7Ni. Uma fração de um vergalhão de Aço SAE 1050, medindo 1,5 cm de altura e 2,54 cm de diâmetro. Parte de Mancal em Ferro Fundido Cinzento e parte de Curva Hidráulica em Ferro Fundido Nodular.

Métodos empregados

Os materiais foram selecionados por suas composições diferentes e, conseqüentemente, estruturas e propriedades diferentes entre si. Assim, a primeira etapa após a seleção foi o corte das amostras para posterior análises, como visto na Figura 1.



Figura 1: Corte de Tarugo de Al-2,7Si em Serra Fita (A); Corte de Curva Hidráulica por Serra Manual (B); Corte do canto do Mancal por Disco Abrasivo (C)

Das amostras que já haviam sido confeccionadas via fundição, se fez necessária a análise química quantitativa por Fluorescência de Raios-X (FRX). Para que as porcentagens de cada Elemento de liga fossem identificadas e que posteriormente, fosse possível o melhor entendimento, associando suas concentrações, diagrama de fases e as microscopias. Nesse caso, somente as amostras Não Ferrosas passaram pelo FRX, como mostra a Figura 2.



Figura 2: Equipamento de FRX modelo S2 RANGER da Burker, e Amostra de Al-2,7Si

Todas as amostras passaram por etapas de preparação para as micrografias. Tais procedimentos seguiram a NBR 15454⁽⁴⁾ que afirma as boas práticas das técnicas de preparo de amostra metalográficas, utilizando pelo menos 5 lixas, começando com uma de valor

baixo, ou alta granulometria, e avançar para as de valores maiores, ou baixa granulometria. Na prática, houve a necessidade de embutir algumas peças, foi usada Resina Epoxy e um produto alternativo, Massa Plástica. Para o lixamento, foram usadas as lixas 100, 220, 320, 400, 600 e 1200 mash, respectivamente. Com posterior uso de máquina politriz utilizando pano e alumina para Polimento. Como mostra a Figura 3.



Figura 3: Embutimento em Resina Epoxy (A); Embutimento em Massa Plástica (B); Lixamento (C); Polimento (D)

Seguindo, as amostras passaram por ataque químico para a revelação da microestrutura, na Figura 4 é possível observar alguns dos ataques realizados, na sua maioria, os ataques feitos foram por imersão, mas também houve ataque por passagem. Em amostras Ferrosas, o reagente usado foi o Nital 2%, enquanto as amostras Não Ferrosas, o reagente usado foi Keller.

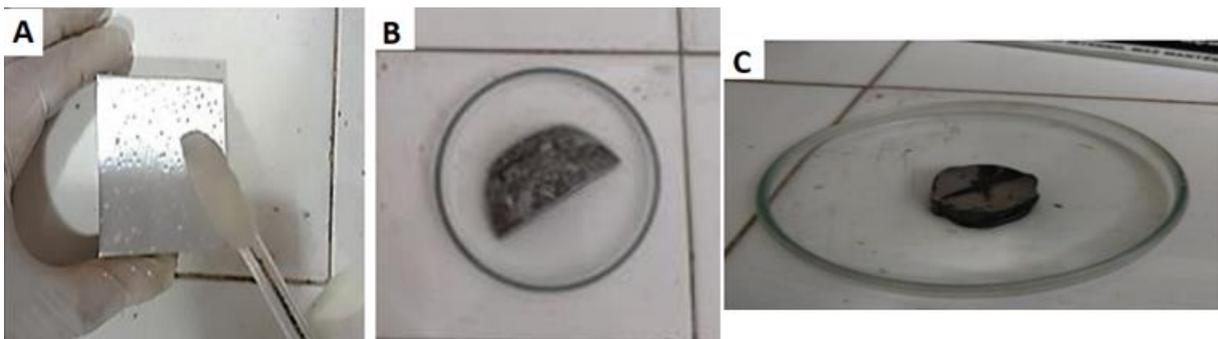


Figura 4: Ataque por passagem do Al-2,7Si (A); Ataque por imersão de Al-5Cu-1,7Ni (B); Ataque do Aço Temperado (C).

Com as peças devidamente atacadas, todas as amostras passaram por visualização e registro da microestrutura usando microscópio óptico Olympus BX51. Na análise comparativa entre os Aços, apenas este passou por análise de dureza. Conforme a Figura 5.

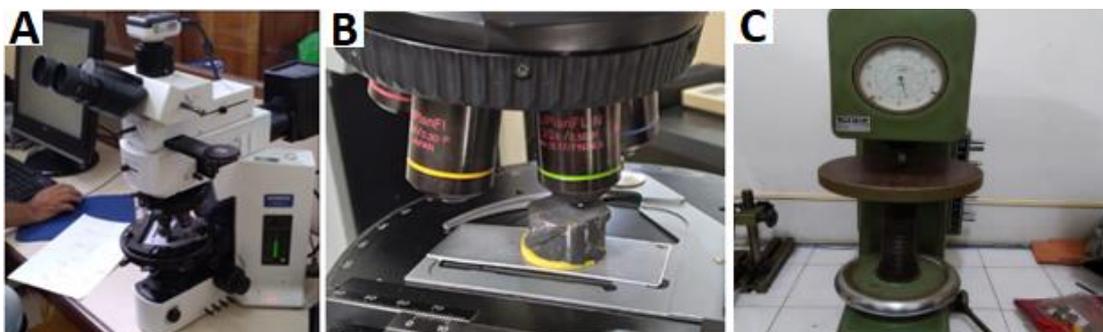


Figura 5: Microscópio Óptico (A); amostra de Aço sendo analisada no microscópio (B); Durômetro (C).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Fluorescências de Raios X são análises quantitativas que mostram as porcentagens de cada elemento das ligas não ferrosas, bem como os solutos e solventes que as definem.

Tabela 1: Resultados das Fluorescências de Raios-X das Ligas não ferrosas.

Fluorescências			
Liga Al-2,7%Si		Liga Al-5Cu-1,7Ni	
Al	97,04%	Al	91,98%
Si	2,76%	Cu	4,72%
Fe	0,19%	Ni	1,62%
		Fe	0,31%

A liga Al-2,7Si apresentou grande quantidade de porosidade (Figura 6A), tanto devido a rechupe quanto a inclusão de filme óxido novo devido a preenchimento turbulento do molde⁽⁵⁾. A micrografia da liga Al-5Cu-1,7Ni (Figura 6B) revela uma estrutura dendrítica com intermetálicos de Al_3Ni e Al_2Cu que estão concentrados nos contornos dendríticos.

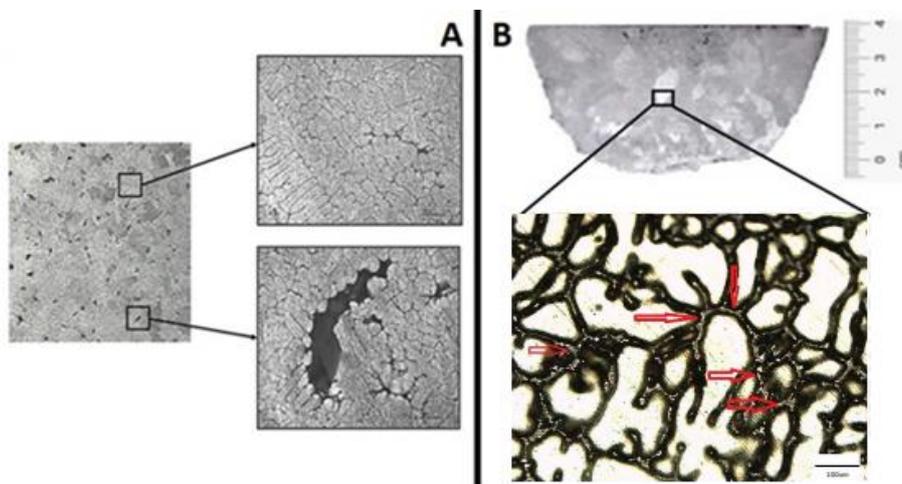


Figura 6: Macro e Micrografias da Liga Al-2,7Si (A); e da Liga Al-5Cu-1,7Ni (B).

Observou-se na amostra do mancal a microestrutura contém agulhas escuras de grafita que estão envolvidas por uma matriz de ferrita (Figura 7A), característica marcante de um ferro fundido cinzento. Por outro lado, a segunda micrografia (Figura 7B) contém nódulos escuros de grafita de um ferro fundido nodular.

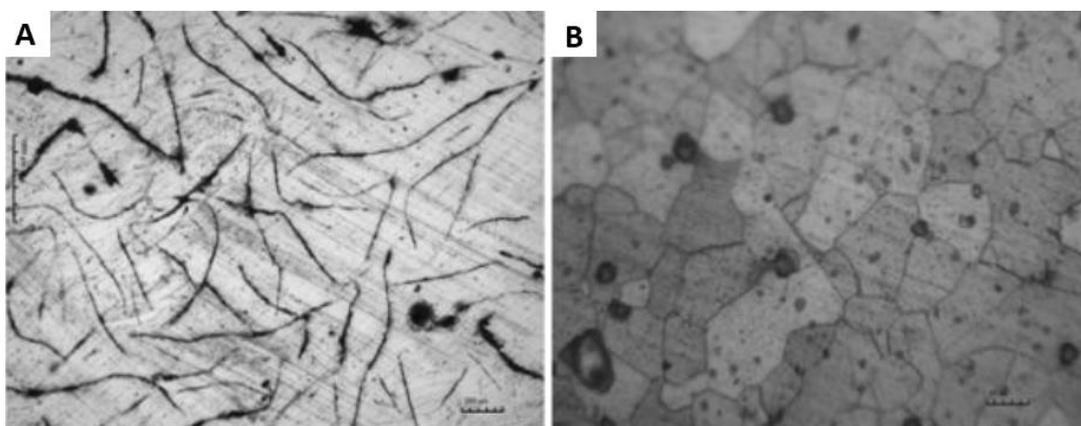


Figura 7: Micrografia do Ferro Fundido Cinzento (A); e Micrografia de Ferro Fundido Nodular (B).

Nas micrografias da Figura 8, foi possível observar como a velocidade de resfriamento pode influenciar na estrutura e nas propriedades dos materiais. A micrografia do Aço comercial apresenta estrutura Perlítica (Ferrita + Cementita) em forma de lamelas. Enquanto que o mesmo Aço pós Têmpera apresenta estrutura Martensítica, que por sua vez, é uma fase metaestável de Ferro supersaturada em Carbono, com isso, ela tem como característica principal a dureza elevada. Tais informações se confirmam quando as durezas foram analisadas. E foi possível constatar que a dureza, de aços iguais, com apenas um tratamento térmico, é possível ter valores superiores a 400%.

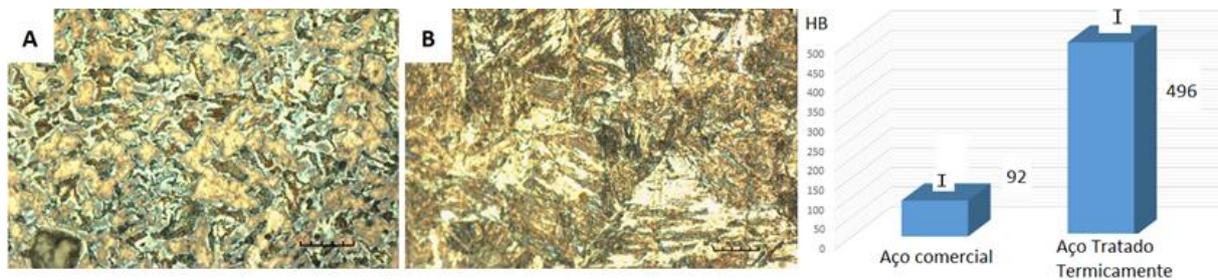


Figura 8: Micrografias do Aço SAE 1050 comercial (A); e pós Têmpera (B); Gráfico de Dureza.

CONCLUSÕES

As práticas realizadas mostraram que materiais são influenciados por suas composições químicas, formações microestruturais e até pela sua velocidade de resfriamento, evidente pelas interações presentes nas ligas não ferrosas, a exemplo do sistema Al-Si que apresenta alguns vazios em sua estrutura, que influenciam negativamente na resistência, enquanto a formação de intermetálicos no sistema Al-Cu-Ni influenciam de forma positiva. Nas ligas Ferrosas, as agulhas de Grafita, presentes no Ferro Fundido Cinzento são pontos de tensão que diminuem a resistência a tração, por esse motivo, é adicionado um baixo percentual de Mg à liga, arredondando o que antes eram Agulhas e dando origem aos Nódulos. Nos Aços, elevar a temperatura até o ponto de austenização e resfriar abruptamente aumentam a dureza dos mesmos.

REFERÊNCIAS

1. GAMA, L.G.O.; BRAGA, R.R.; NASCIMENTO, L.G.S. Caracterização Macro e Microestrutural de um Material não ferroso a base de Alumínio. In: III CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Evento Online, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/167942.3-170> . Acessado em 28 de agosto de 2022.
2. OLIVEIRA, L.C.; TEIXEIRA, N.H.S.; LOBO, R.B.; NASCIMENTO, L.G.S. Caracterização Microestrutural e Mecânica de Dureza do Aço SAE 1050 tratado termicamente por Têmpera. In: III CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Evento Online, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/167942.3-179> . Acessado em 28 de agosto de 2022.
3. JUNIOR, F.F.M.; NASCIMENTO, L.G.S.; SILVA, M.B. ROCHA, R.B.; JUNIOR, R.G.R. Caracterização Macro e Microestrutural de uma Liga Ternária Não Ferrosa. In: III CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Evento Online, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/167942.3-164> . Acessado em 28 de agosto de 2022.
4. ABNT NBR 15454:2007 Metalografia das ligas de ferro-carbono – Terminologia.
5. FUOCO, R. Propriedades Mecânicas de Peças Fundidas em Ligas Al-Si. In 17º CONGRESSO DE FUNDIÇÃO, São Paulo, SP, 2017. Disponível em: <https://abifa.org.br/wp-content/uploads/2017/10/27.09-09h00-PROPRIEDADES-MEC%C3%82NICAS-DE-PE%C3%87AS-FUNDIDAS-EM-LIGAS-AL-SI.pdf> . Acesso em: 22 de agosto de 2022.

TEACHING STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF FERROUS AND NON-FERROUS MATERIALS FOR MATERIALS ENGINEERS

ABSTRACT

Processing, structure and property are pillars of Materials science, characterization became a very important means for revealing the structure and property, However there is a direct relationship between these two concepts. The characterization of materials requires technique and knowledge for the necessary means that will lead to obtain the structure analyzed. In this piece we shall discuss, the aspects related to the learning of the preparation and metallographic characterization of two non-ferrous alloys of Al-2,7Si and the other Al-5Cu-1,7Ni, a commercial 1050 steel with subsequent tempering process treatment, and two cast iron samples, one grey and the other nodular. In all samples, the metallographic preparation procedures were performed, the chemical attacks were done with Keller in the non-ferrous samples, and with Nital 2% in the ferrous samples, in all cases, the procedure was by immersion. Analysis of microstructural development were made through Optical Microscopy (OM), and analysis of chemical composition through X-ray Fluorescence (XRF). The results were images of the dendritic phases and their intermetallics in non-ferrous alloys; while in ferrous alloys, there was a structural change in Steel 1050, with the appearance of Martensite post tempering; while in gray Cast Iron they showed fine graphite needles; and in nodular Cast Iron, nodules with a white background.

Keywords: *Engineering Teaching, Microstructural Characterization, Metallography.*