

ESTUDO DA MICRODUREZA E DA MICROESTRUTURA DA LIGA DE ALUMÍNIO 2524 DE APLICAÇÃO AEROESPACIAL APÓS DIFERENTES CONDIÇÕES DE TRATAMENTOS TÉRMICOS DE SOLUBILIZAÇÃO, RECOZIMENTO E ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL

RESUMO

Este trabalho tem como proposta obter as diferentes microestruturas e microdurezas através de imagens realizadas em microscópio óptico e microdurômetro em alguns pontos da curva de tratamento térmico da liga de Alumínio 2524 após tratamentos térmicos de solubilização e envelhecimento artificial e que fornece nesses pontos diferentes valores de dureza. O material foi fabricado pela ALCOA (Aluminum Company of America) em forma de chapas para fabricação de peças estampadas para aplicação na fuselagem de aeronaves, e fornecido pela EMBRAER S.A.(Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.), é de grande interesse determinar a forma dos grãos alongados no sentido de laminação e compará-los com algumas propriedades mecânicas obtidas em ensaios e também com as de mesma natureza da liga de Alumínio 2024, sendo esta já largamente estudada e utilizada, mas também substituída em muitos casos por esta nova liga de acordo com os resultados dos ensaios obtidos. Uma das propriedades mais importantes a ser considerada em ligas de alumínio é aquela no qual pode o alumínio ser trabalhado termicamente, devido a este conseguem um aumento considerável nas suas propriedades mecânicas. Para a realização deste trabalho definiu-se algumas etapas como: revisão da literatura; aprender o funcionamento e modo de funcionamento da embutidora metalográfica, lixadeira/politriz e microscópios; confecção de CDP's (Corpos De Prova); obtenção de imagens da microestrutura. Como resultados, até o momento, foram obtidas imagens microscópicas de todos CDP's sem tratamento térmico. Vale salientar que os tratamentos térmicos serão feitos na UNICAMP (Universidade de Campinas) e que até o momento do término da

escrita deste trabalho e sua submissão, os CDP's ainda não haviam retornado da UNICAMP.

INTRODUÇÃO

O alumínio é um dos metais não-ferrosos mais produzidos no mundo. Sua utilização tornou-se viável através da evolução dos processos de fabricação e tratamentos térmicos. “Segundo obra publicada (ROSENQVIST, 1983) em 1825, Hans Christian Oersted pela primeira vez obteve grânulos de alumínio em laboratório. Somente em 1886, foi desenvolvido por Hall-Heroult, o processo Bayer de obtenção da alumina e através da produção do metal pela eletrólise dos sais fundidos é que se consegue a obtenção do alumínio pelo processo eletroquímico de redução do metal”.

Em um relevante trabalho (GUIMARÃES, 1994) é citado que as ligas de alumínio na aviação permitiram os avanços tecnológicos alcançados até hoje. Os conceitos de construção e estrutura foram se transformando com o tempo, e à medida que a matéria-prima madeira foi se esgotando e suas propriedades não acompanhavam a evolução tecnológica, devido às suas propriedades mecânicas limitadas como alta absorção de umidade, instabilidade dimensional, vulnerabilidade e anisotropia, outros materiais começaram a ser pesquisados, chegando-se então ao alumínio, um material que reúne propriedades altamente desejáveis para a indústria aeronáutica, se tornando o material mais presente devido à sua alta resistência e leveza. O alumínio e suas ligas sempre foram considerados materiais aeronáuticos por excelência.

Os grandes avanços atingidos em ligas de alumínio permitiram sua utilização nas mais variadas partes da aeronave, sendo que as ligas de alumínio comerciais aliadas aos diferentes tratamentos térmicos oferecem uma gama de possibilidade de aplicação, tendo as ligas quaternárias Al-Zn-Mg- Cu da série 2XXX desenvolvidas em grande escala para uso em aplicações estruturais das aeronaves devido à alta resistência à propagação de trinca por fadiga, aliada a resistência à corrosão e principalmente leveza. Essas conclusões foram tomadas levando-se em conta os de (TURNBULL; DE LOS RIOS, 1995), (SANCTIS; LAZZERI, 1992) e (BRYANT, 1976).

Tratamentos térmicos têm por finalidade mudar as propriedades de um material, mudando a composição de suas fases e suas estruturas atômicas conferindo-lhes, por exemplo, maior ou menor resistência mecânica. Para materiais não ferrosos como é o caso do Alumínio, os tratamentos térmicos são chamados de

têmperas, vale salientar que não é a mesma do caso dos aços. “Segundo ABAL (2015) é uma condição aplicada ao metal ou liga, por meio de deformação plástica a frio ou de tratamento térmico, propiciando-lhe estrutura e propriedades mecânicas características. A expressão não tem qualquer ligação com a usada nos produtos de aço (material tratado termicamente para aumentar suas propriedades mecânicas)”.

“Em recente trabalho (CALLISTER, 2014) diz que a têmpera é uma condição aplicada ao metal ou liga, por meio de deformação plástica a frio ou de tratamento térmico, propiciando-lhe estrutura e propriedades mecânicas características. A expressão não tem qualquer ligação com a usada nos produtos de aço (material tratado termicamente para aumentar suas propriedades mecânicas)”.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o início da parte prática deste trabalho, escolheu-se dentre as amostras da liga de Alumínio 2524 que seriam mandadas para os processos de tratamento térmico na UNICAMP. As condições para cada tratamento térmico estão expostas na “Tab.1”.

Tabela 1. Especificações sobre os tratamentos térmicos.

Tratamento Térmico	Temperatura (°C)	Tempo (s)	Tipo de resfriamento	Quantidade de CDP's
Recozimento	350	7200	Ao forno	3
	440	7200	Ao forno	3
Solubilização	480	3600	Água	9
	550	3600	Água	9
Envelhecimento Artificial⁽¹⁾	160	10800	Ao forno	3
	250	10800	Ao forno	3
Envelhecimento Artificial⁽²⁾	160	10800	Ao forno	3
	250	10800	Ao forno	3

(1) Realizado apenas uma vez. (2) Realizado duas vezes.

O processo de confecção dos CDP's em baquelite foi feito seguindo as seguintes especificações: pressão: 10 MPa; Temperatura 165 °C; Tempo de aquecimento: 900 s; Tempo de resfriamento: 600 s.

Após lixar os cdp's, iniciou-se o processo de polimento dos CDP's, utilizou – se de alumina e pasta de diamante em diferentes granulações. Para os CDP's de 1 a 3 foi utilizada a seguinte sequência de lixas: 100 – 200 – 300 – 400 – 600 – 800 – 1200 – 2500; e para o polimento os seguintes materiais, respectivamente: aluminina 1 micra – diamante 6 micra – diamante 1 micra. Para o corpo de prova 4 utilizou-se

de outra sequência de lixas (600 – 800 – 1200 – 2500) e para polimento utilizou-se diamante 1 micra.

Todos os corpos de provas foram numerados de 1 a 4 com marcas em forma circular feitas com auxílio de um ferro de solda. Durante o processo, a cada troca de lixa e também durante o polimento, rotacionando o cdp em 90° a cada nova lixa e pano de polimento. Finalizada a fase de polimento, partiu-se então para o ataque químico utilizado Keller, solução de 10ml de HF, 20ml de HCl, 20ml de HNO₃ e 950ml de H₂O. Para o CDP 1 foi utilizado a seguinte sequência de tempos, em segundos: 10, 5 15, 30, 120. Para o CDP 2 anotou-se a seguinte sequência de tempos, em segundo: 30, 30, 15, 15, 30. Para os CDP's 3 e 4 utilizou-se da mesma sequência de tempos para que ocorresse o ataque químico de forma minimamente satisfatória: 30, 15, 15, 30, 15.

Utilizou-se do microscópio Zeiss e seu analisador de imagens para captar as imagens da microestrutura. A metodologia utilizada para a determinação dos valores de dureza das amostras seguirá o método de teste padrão para a obtenção da dureza Vickers.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

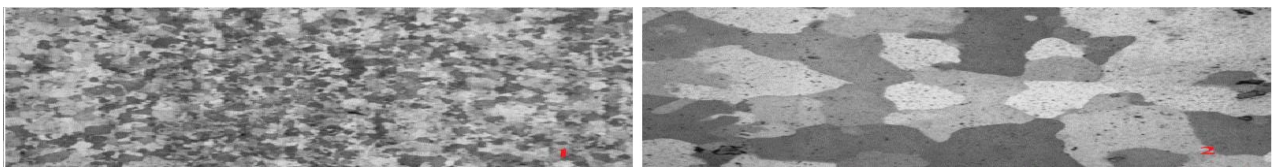


Figura 1 CDP 1 – quadro 1: lente 5x; quadro 2: lente 50x.

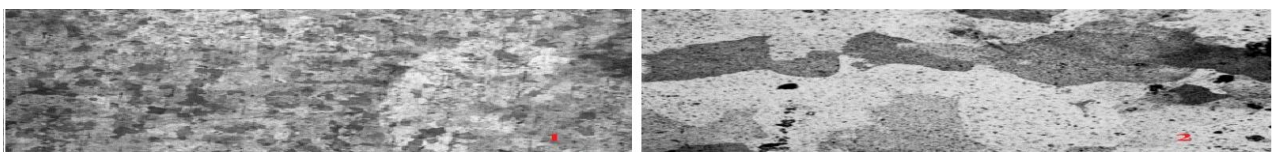


Figura 2. CDP 2 – quadro 1: lente 5x; quadro 2: lente 50x.

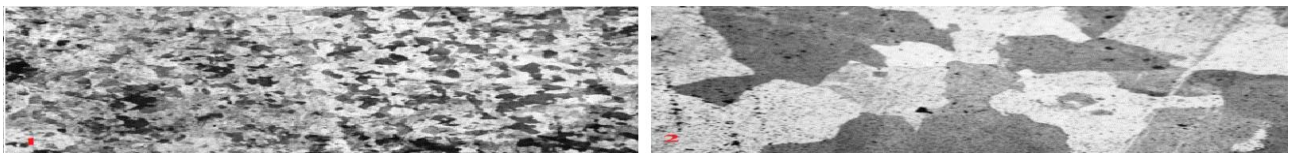


Figura 3. CDP 3 – quadro 1: lente 5x; quadro 2: lente 50x.

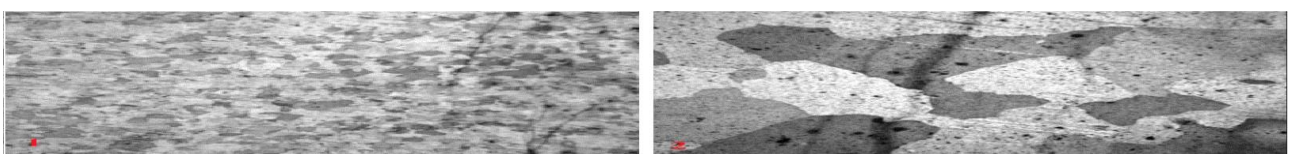


Figura 4. CDP 4 – quadro 1: lente 5x; quadro 2: lente 100x.

Ao se analisar as imagens provenientes do analisador de imagens do microscópio Zeiss, percebe-se que o resultados obtidos foram suficientemente satisfatórios, uma vez que conseguiu-se revelar a microestrutura das amostras da liga de Alumínio 2524. Nota-se ainda a necessidade de se aprimorar as técnicas no processo com as lixas e também do processo de polimento. Com relação ao ataque químico, houve um erro ao se realizar o mesmo no CDP 2, sendo como já dito anteriormente, necessário refazer todo o processo experimental nesse corpo de prova. No mais, percebe-se que nos CDP's 1, 3 e 4 a microestrutura ficou bem evidente, principalmente quando usadas as lentes de 50x e 100x. Em pesquisas realizadas para se obter melhores resultados, (BAPTÍSTA, 1998) cita o uso de Sílica coloidal para o polimento de amostras de ligas de Alumínio.

Com relação às estruturas observadas nas imagens, elas se assemelham ao do Alumínio puro, apesar de ser uma liga, nota-se a presença da fase α .

CONCLUSÕES

A metalografia é um processo que demanda grande paciência e habilidade, consiste em um processo de tentativas e erros onde se deve ter muito cuidado com a pressão exercida sobre a amostra durante o processo com as lixas e polimento. Outros fatores importantes observados foram a velocidade da politriz que teve que ser baixa sempre devido a essa liga de alumínio ser mole além da refrigeração que tem que ser constante durante o lixamento e adequado para cada material utilizado durante o polimento.

Durante o ataque químico notou-se que por estar o Keller muito diluído, pequenos tempos não faziam o ataque acontecer, sendo necessário repetir o processo algumas vezes para que após um tempo entre 90 e 120 segundos acontecesse o ataque de forma minimamente satisfatória. Além disso, houve prova com o CDP 2 de que deixar a amostra imersa no Keller por um longo tempo de uma única vez, causa queima da amostra.

Como os corpos de provas enviados à UNICAMP não retornaram a tempo, não foi possível fazer o estudo da microestrutura e microdureza após o os tratamentos térmicos. Também não houve tempo para se estudar a fundo a microdureza e a microesturuta dos CDP's sem tratamento térmico, ficando todas essas pendências a serem resolvidas até o final do ano.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Alumínio (características químicas e físicas – têmperas)**. Disponível em: <http://www.abal.org.br/aluminio/caracteristicas-quimicas-e-fisicas/temperas/>. Acesso em: 06 de mai. 2015.
- BAPTÍSTA, A. L. B. **O Ensaio Metalográfico no Controle da Qualidade**. UFF/EEIMVR, 1998.
- BRYANT, A.S. **Metallurgical Factors Affecting the Control of Mechanical Properties in High-Strength, Aluminium Alloys**, Proc.Simp. Alloys in the Aircraft Industries. Turin, p.45,1976.
- CALLISTER Jr, W. D. **Materials Science and Engineering - An Introduction**, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2014.
- GUIMARÃES, A.V., **Estudo Comparativo da Deformação a Frio sobre as Propriedades Mecânicas de uma Liga de Alumínio de Liga 7475-T761**. Guaratinguetá, 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica – Projetos e Materiais) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista.
- ROSENQVIST, T. **Principles of Extractive Metallurgy**, Mc-Graw-Hill, p. 447-452, 1983.
- SANCTIS, M.; LAZZERI, L. **An Evaluation of Fatigue and Fracture Mechanics Properties of Ultra-High Strength 7XXX Series Al-Alloys**, Fatigue Fract.Engng.Struct., v. 15, n. 3, p.249-263, 1992.
- TURNBULL, A.; DE LOS RIOS, E.R. **The Effect of Grain Size on the Fatigue of Commercially Pure Aluminium**, Fatigue Fract.Engng.Mater.Struct. v. 18, n. 12, p. 1467-1467, 1995.