

PROPRIEDADES MECÂNICAS DA LIGA DE ALUMÍNIO AL-6063 TRATADA TERMICAMENTE

LETÍCIA DE SOUSA RODRIGUES¹, JÉSSICA ALVES DE ALMEIDA², CLAUDIOMAR RODRIGUES DE SOUZA³, ROSINEIDE MIRANDA LEÃO⁴

¹Engenharia Civil, UNIP, Brasília-DF, letiicia.s25@gmail.com;

²Engenharia Civil, UNIP, Brasília-DF, jessicacm1030@gmail.com;

³Engenharia Mecatrônica, UNIP, Brasília-DF, claudiomar.tec@gmail.com;

⁴Dr^a. em Ciências Mecânicas, Msc. em Ciências Mecânicas, UNB, Brasília-DF, rosemirandaleao@gmail.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: O tratamento térmico realizado em ligas de alumínio visa modificar as propriedades mecânicas do material através dos processos de solubilização, têmpera e envelhecimento artificial. Portanto, a liga de alumínio escolhida para o estudo foi alumínio 6063 (Al-6063) devido à sua aplicação industrial. Primeiramente, foi realizado o tratamento de solubilização sob temperatura de 480°C por um período de 30 minutos, logo após, as amostras foram resfriadas bruscamente, em seguida, foi feito o tratamento de envelhecimento artificial, onde as foram inseridas na mufla a uma temperatura de 128°C por 90 minutos e os outros por 180 minutos e as amostras sem tratamento. Para avaliar a modificação do material foi realizado o ensaio de tração. O ensaio revelou alteração das propriedades mecânicas do alumínio, evidenciando que os tratamentos térmicos utilizados são capazes de causar mudanças nas estruturas dos materiais.

PALAVRAS-CHAVE: Propriedades mecânicas, tratamentos térmicos, liga de alumínio 6063, resistência à tração.

MECHANICAL PROPERTIES OF AL-6063 ALUMINUM ALLOY THERMALLY TREATED

ABSTRACT: The heat treatment carried out on aluminum alloys aims to modify the mechanical properties of the material through the processes of solubilization, tempering and artificial aging. Therefore, the aluminum alloy chosen for the study was aluminum 6063 (Al-6063) due to its industrial application. First, the solubilization treatment was carried out at a temperature of 480°C for a period of 30 minutes, shortly afterwards, the samples were abruptly cooled, then the artificial aging treatment was performed, where they were inserted into the muffle at a temperature of 128°C for 90 minutes and the others for 180 minutes and samples without treatment. The tensile test was performed to evaluate the material modification. The test revealed changes in the mechanical properties of aluminum, showing that the heat treatments used are capable of causing changes in the structures of the materials.

KEYWORDS: Mechanical properties, heat treatments, 6063 aluminum alloy, tensile strength.

INTRODUÇÃO

O uso do alumínio vem aumentando consideravelmente dentro da construção civil, sendo hoje seu terceiro maior mercado. Isso se deve às diversas vantagens trazidas por esse material, que além de durável e resistente, é ecologicamente correto. A sua utilização consiste em: esquadrias-associam isolamento térmico e acústico a um material resistente e com acabamento versátil e fachadas envidraçadas - a estrutura de alumínio dá suporte aos vidros; O alumínio auxilia no

isolamento térmico, o que reduz o consumo de energia e possibilita conforto acústico. As construções desse estilo costumam ser chamadas de construções secas, pois não geram resíduos e desperdícios (VASCO, 2018). A liga de alumínio 6063 oferece boa resistência à corrosão além de ser facilmente soldada essa propriedade faz com que a liga 6063 seja utilizada em variadas aplicações como: produtos arquitetônicos e construção, componentes elétricos, tubos, portas e caixilharia, grades e móveis entre outras (ALCOA, 2010).

Existe outra característica alinhada à preocupação com o meio ambiente que é a possibilidade de reciclagem do alumínio — além de seu ciclo de vida estendido, ele pode ser reutilizado. Visto que a cada dia são necessárias alternativas aos materiais tradicionais da construção civil, o alumínio é uma das melhores opções a se considerar (VASCO, 2018).

Para modificar as propriedades mecânicas dos materiais, pode ser utilizado tratamento térmico que é uma operação ou um conjunto de operações realizadas com finalidade de conferir ao material determinadas características por meio do aquecimento, permanência em determinada temperatura ou o resfriamento controlado. Estes processos podem proporcionar modificações nas propriedades de um elemento pela alteração do tipo e proporção nele presentes (CALLISTER, 2014). O processo de solubilização é uma forma de tratamento térmico realizado em relação às ligas de alumínio que possam ser submetidas ao processo, que consiste em aquecer o material à temperatura na ordem de 480°C a 540°C. Já a têmpera é o processo de resfriamento dos materiais após a solubilização feito de maneira brusca, podendo-se utilizar água, por exemplo. Após a têmpera, o material passa pelo processo de envelhecimento artificial, que consiste em aquecimento a temperaturas entre 120° e 300° e resfriamento em temperatura ambiente (BARBOSA, 2014).

Ao final dos processos de tratamento térmico, o material fica pronto para os ensaios de tração, que ocorrem da seguinte maneira: uma amostra é submetida a uma aplicação de força por um equipamento apropriado podendo ser esticado e alongado. A carga sobre o corpo de prova é aumentada gradativamente até a sua ruptura e os resultados obtidos são comparados ao material original (SOUZA, 2004).

MATERIAL E MÉTODOS

A liga escolhida para esse estudo foi a 6063, o principal motivo dessa escolha foi devido ser uma liga altamente comercial e que apresenta diversas características que possibilitam seu uso em alta escala em relação às outras ligas, dentre as suas características pode-se destacar a capacidade de endurecimento por tratamento térmico e também por apresentar elevada ductilidade, o que justifica seu uso em operações que acarretam elevados graus de deformação como a extrusão.

Dentre as diversas classes de tratamentos, a classe T6 foi aplicado neste estudo. T6 = solubilizado e envelhecido artificialmente. Aplica-se a produtos que não são trabalhados a frio após solubilização, ou nos quais o efeito do trabalho a frio no endireitamento ou a planificação pode não ser reconhecido nos limites de propriedades mecânicas.

Produção dos corpos de prova da liga de alumínio 6063

Os corpos de prova foram confeccionados no laboratório de mecânica da Universidade Paulista UNIP Campus Brasília, de acordo com a MB-4 da ABNT que define o formato e as dimensões para corpos de prova destinados a ensaio de tração. Foram produzidos doze corpos de prova para utilização nos ensaios de tração, foi utilizado o torno universal da marca Nardini, Modelo mascote.

Tratamentos térmico para a liga de alumínio 6063

Os tratamentos térmicos foram executados no laboratório de ensaio de materiais da Universidade Paulista UNIP campus Brasília. Os tratamentos térmicos foram executados de acordo com a ABNT NBR 6835 que classifica as têmperas dos produtos de alumínio e suas ligas.

Para o tratamento térmico, foi utilizado a mufla da marca: Quimis, modelo: Q318M24 com controle digital de temperatura. Para executar o tratamento térmico a mufla foi ligada e programada a 480°C, quando a temperatura requerida foi atingida foram inseridos os corpos de prova em seu interior, o tempo de aquecimento e estabilização dos mesmos foi de 30 minutos, depois desse tempo, todos os corpos de provas foram retirados e feito o resfriamento brusco em água à temperatura ambiente.

Esta amostra foi utilizada para o processo de envelhecimento artificial, a mufla foi programada a 128°C, quando a temperatura desejada foi atingida, os corpos de provas foram colocados dentro da mufla. Foi determinado dois tempos de envelhecimento artificial, os corpos de prova ficaram à temperatura de 128°C com o primeiro tempo de 90 minutos e o segundo foi de 180 minutos, ambos foram resfriados à temperatura ambiente. O estudo levou em conta esses tempos para determinar as modificações sofridas na estrutura do material, após ser executado os tratamentos térmicos os corpos de prova foram submetidos aos ensaios mecânicos para comparação com o material padrão.

Ensaio de tração nos corpos de prova de liga de alumínio 6063

Os ensaios de tração deste trabalho foram realizados no laboratório de ciência dos materiais da UNB-Universidade de Brasília Campus FGA que fica localizado na cidade do Gama Distrito federal. Para o ensaio de tração foi utilizada uma máquina de tração da marca Instron, Modelo: 8801, com comandos hidráulicos e interface para obtenção dos resultados obtidos no ensaio realizado. A velocidade de tração do ensaio foi de 5 mm/minutos, foram executados em doze corpos de provas, sendo que quatro não sofreram tratamento térmico, quatro que sofreram tratamento térmico classe T6 com envelhecimento artificial por um período de 90 minutos e outros quatro que sofreram tratamento térmico classe T6 com envelhecimento artificial por um período de 180 minutos, com objetivo de facilitar a análise entre os corpos de provas do mesmo grupo foi adotado uma nomenclatura para cada corpo de prova, os que não sofreram tratamento térmico adotou-se como alumínio 6063, para os com envelhecimento por um período de 90 minutos adotou-se como alumínio 6063 EV 90, e para os com envelhecimento de 180 minutos foi adotado alumínio 6063 EV 180.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos durante a realização dos procedimentos experimentais, correspondente aos ensaios de tração, dos corpos de provas sem tratamento térmico e também dos que sofreram os tratamentos térmicos classe T6 com envelhecimento artificial por um período de 90 e 180 minutos, possibilitando a análise da eficácia dos tratamentos térmicos.

Resultados dos ensaios de tração.

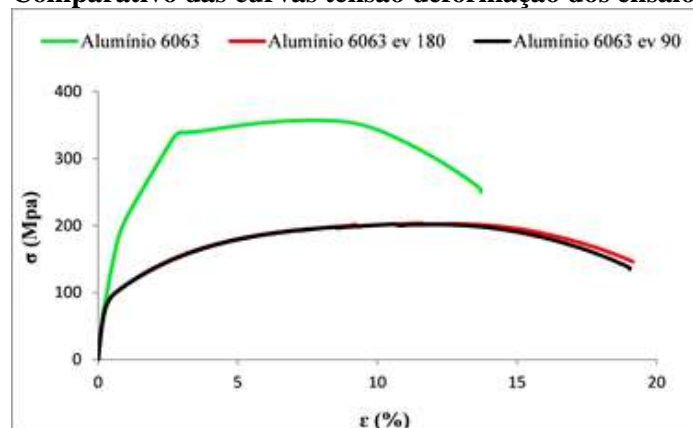
Os efeitos dos tratamentos térmicos, está em um aumento substancial no limite de resistência a tração e uma redução da ductilidade do material tratado, o aquecimento ocasiona a dissolução dos elementos de liga na solução sólida, o resfriamento rápido dá se têmpera e previne a precipitação dos elementos da liga, os constituintes precipitam-se de uma maneira extremamente fina, alcançando o máximo efeito de endurecimento isso já na fase de envelhecimento (ABAL, 2004). Como se pode observar nos resultados dos ensaios, nos corpos de prova que sofreram

tratamentos térmicos não aconteceram os efeitos descritos nas literaturas, os que foram tratados termicamente teve sua resistência à tração diminuída e uma elevação da ductilidade.

A morfologia dos precipitados está diretamente ligada a resistência mecânica da liga, quando os mesmos se apresentam de formas muito finas, são facilmente atravessados pelas deslocamentos sem oferecer resistência à sua movimentação. Este aspecto está geralmente associado a curtos tempos de envelhecimento o que faz com que o material não melhore suas propriedades. Quando os precipitados crescem de modo excessivo e adquirem formas mais simples em seu contorno a resistência mecânica da liga também decresce atingindo-se o estado de sobre envelhecimento, ou seja, de envelhecimento excessivo (MAIA, 2012).

A Figura 1 mostra os resultados dos ensaios de tração nos corpos de prova de liga de alumínio 6063 que não sofreu tratamento térmico e também dos que sofreram tratamentos térmicos classe T6 com envelhecimento artificial de 90 e 180 minutos, respectivamente. No ensaio de tração foi observado uma diminuição nas resistências mecânicas dos corpos de provas que sofreram os tratamentos térmicos, isso pode ser explicado, porque não ocorreu formação dos precipitados nas ligas, o que ocasiona as distorções na composição do material. Por outro lado, os corpos de prova submetidos ao tratamento térmico da classe T6 com envelhecimento artificial por um período de 90 e 180 minutos se tornaram ligas com menor resistência a tração, mas, é observado um aumento significativo na ductilidade da liga.

Figura 1 - Comparativo das curvas tensão deformação dos ensaios de tração.



Fonte: O autor, 2020

A diminuição da resistência a tração, bem como o aumento da ductilidade dos corpos de prova que receberam tratamentos térmicos, provavelmente está ligado aos efeitos descritos anteriormente, pode-se observar que a liga 6063 ev 180, que permaneceu por 180 minutos no processo de envelhecimento já apresentou uma pequena melhora em relação a liga 6063 ev 90, que permaneceu um período de 90 minutos no processo de envelhecimento, contudo as duas ligas tratadas termicamente teve um perda considerável em suas propriedades mecânicas em relação a liga 6063 que não recebeu nenhum tipo de tratamento térmico.

A Tabela 1 mostra os valores obtidos de limite de proporcionalidade, limite de escoamento, resistência máxima e tensão de ruptura dos corpos de prova estudados. O corpo de provas da liga 6063 sem tratamento foi tomada como padrão de comparação para as ligas que sofreram tratamentos térmicos.

Tabela 1 - Comparativo da tensão deformação dos ensaios de tração.

Comparativo das tensões (σ) entre os corpos de prova				
Corpo de prova	Limite de Proporcionalidade	Limite de Escoamento	Resistência Máxima	Fratura ou Ruptura
Alumínio 6063	172	197	357	254
Alumínio 6063 ev 90	81	94	202	138
Alumínio 6063 ev 180	84	97	203	147

Fonte: O autor 2020

CONCLUSÃO

Pode-se verificar que o tempo de exposição da liga de alumínio Al-6063 a uma determinada temperatura está diretamente ligada às alterações na estrutura desse material. As propriedades mecânicas foram alteradas devido aos processo térmico de classificação T6 (solubilizado e envelhecido artificialmente), no entanto, a resistência à tração diminuiu.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UnB, UNIP de Brasília, CONTECC pela ajuda no desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

- ABAL. **Associação Brasileira do Alumínio**, o alumínio- História. Disponível em: <http://abal.org.br/aluminio/historia-do-aluminio/>. Acesso em: 19 de agosto de 2017.
- CALLISTER, WILLIAM D./Rethwisch, David G. **Fundamento da Ciência e engenharia de Materiais**. Rio de Janeiro, LTC, 2014.
- ALCOA. **Aluminium Company of América**, ligas de alumínio. Disponível em: <https://www.alcoa.com/brasil/pt/default.asp>. Acesso em 23 de setembro de 2017.
- SOUZA, Sergio Augusto. **Ensaio mecânicos de materiais metálicos**. São Paulo, Blucher, 2004.
- BARBOSA, Leandro. **Influência da taxa de aquecimento no tratamento térmico de solubilização da liga Al -7075**, 2014.
- MAIA, André. **Efeitos dos ciclos de solubilização e envelhecimento no comportamento da liga de alumínio 6101**, 2012, dissertação de mestrado, p. 84.
- VASCO, Ralph. **Aplicações e vantagens do alumínio na construção civil**. Disponível em: <http://www.stant.com.br/quais-as-aplicações-e-vantagens-do-uso-do-alumínio-naconstrução-civil/>. Acesso em: 28 de março de 2020.