

ESTUDO DO COMPORTAMENTO CORROSIVO DA LIGA DE ALUMÍNIO 7003 SOLDADA

TÁBATA AIRES VIEIRA¹; VINÍCIUS PERRET FURTADO²; ALICE GONÇALVES OSÓRIO³; FERNANDO MACHADO MACHADO⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – tabataairesv@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – viperret@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – osorio.alice@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – fernando.machado@hotmail.com.br

1. INTRODUÇÃO

Em meio os diferentes tipos de ligas existentes, destacam-se aquelas a base de alumínio. Aplicações dessas ligas nos setores automotivas, construção civil e aeroespacial têm se tornado cada vez mais habitual. Essa ampla utilização é justificada pelas propriedades ímpares desse tipo material tais como baixa densidade (se comparados às ligas de Fe), alta resistência à corrosão, capacidade de reciclagem e propriedades mecânicas superiores.

Dentre as ligas de Al, destacam-se aquelas da série 7xxx. Essas são caracterizadas pela alta resistência mecânica e capacidade de ser tratado termicamente (ZHANG et al., 2016). No entanto, uma adversidade verificada na aplicação dessa série é a suscetibilidade de corrosão sob tensão (CST). Esse tipo de corrosão provoca a fissura do metal através da sinergia de tensões mecânicas induzidas pela manufatura de estruturas soldadas, trabalhadas a frio ou ainda, por tensões externas aplicadas durante o uso em serviço, somada com exposição em ambientes agressivos (GENTIL, 2011). Também, verifica-se que essas ligas de alumínio, quando expostas a ambientes contendo cloretos, há uma predisposição a ocorrência de fratura através do mecanismo de corrosão intercrystalina (CI), que se relaciona com a presença de precipitados formados durante processos de endurecimento (GENTIL, 2011).

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo analisar a suscetibilidade a corrosão sob tensão e a corrosão intercrystalina (CI) de corpos de prova (CP) produzidos com a liga de 7003, soldados pelo processo GMAW (do inglês, Gas Metal Arc Welding).

2. METODOLOGIA

2.1 Análise da composição química

A composição química do material base, liga 7003, e de adição, eletrodo CastoMig 5356, foi determinada com um Espectrômetro de Emissão Ótica da Oxford, modelo Foundry-Master.

2.2 Ensaio de corrosão intercrystalina

O procedimento consistiu na imersão de CPs em uma solução de cloreto de sódio e peróxido de hidrogênio na proporção de 57 g (NaCl), 10 ml (H₂O₂) e 990 ml (H₂O), por um período de 16 h, com o propósito de avaliar a resistência a CI da liga 7003, conforme norma ASTM G110 – 92 (2003).

Foram preparados 3 CPs a partir de tubos, com diâmetro externo de 38 mm, espessura 2 mm e comprimento 120 mm, soldados ao centro de seu

comprimento. Destes, 2 CPs foram submetidos a imersão em solução e o CP restante foi utilizado como referência para comparação.

Para análise microestrutural dos CPs foi utilizado um Microscópio Óptico (MO) OLYMPUS modelo BX41-M LED. Foram extraídas amostras na direção longitudinal do tubo. O polimento foi realizado com pastas de diamante de 3 e 1 μm , usando tecidos de poliéster e tecido de veludo flocado para acabamento final. Para visualização da microestrutura realizou-se ataque com reagente na proporção 3,0 ml (HF), 97 ml (H_2O), por 10 segundos, lavadas em água, e deixadas secar ao ar.

2.3 Análise de corrosão sob tensão

O procedimento consistiu na análise de CPs, submetidos a uma determinada tensão constante, imersos em uma solução aquecida de cloreto de sódio na proporção de 500 ml (H_2O) e 30 g (NaCl), por um período de 120 h, utilizada como base a norma ASTM G103 - 97(2016), com o propósito de analisar a CST da liga 7003 e sua possível correlação com o efeito térmico do processo de soldagem. Foram preparados 8 CPs, a partir de tubos, com diâmetro externo de 19,05 mm, espessura 1,5 mm e comprimento 19 mm, soldados em seu topo. Na face inferior foi realizado um corte com ângulo de 60° . Suas laterais foram furadas com diâmetro de 7 mm para passagem do parafuso tensor.

Foram aplicados diferentes valores de tensão (300, 400 e 600 MPa), através de uma deformação constante provocada pelo torqueamento da porca no parafuso que atravessa transversalmente o CP. Quando retirados da solução, foi realizada a limpeza com ácido nítrico e enxague com água. Antes e após o período de inserção na solução, foi realizada a pesagem dos CPs para cálculo das taxas de corrosão (T_c), conforme ASTM G1 - 03(2011).

Para análise microscópica foi utilizado um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) Jeol, modelo JSM - 6610LV.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise da composição química

A Tabela 1 apresenta os resultados da composição química do material base e do material de solda de adição:

Tabela 1 - Composição química nominal (% massa) da liga 7003 e eletrodo CastoMig 5356.

Elemento (%)	Zn	Mg	Fe	Si	Cu	Ti	Cr	Ni	Mn	Al	Outros
Liga 7003	6,03	0,57	0,31	0,09	0,09	0,08	0,04	0,03	0,03	Balc.	0,30
CastoMig 5356	0,90	3,50	0,28	4,60	0,16	0,24	0,18	1,15	0,29	Balc.	4,06

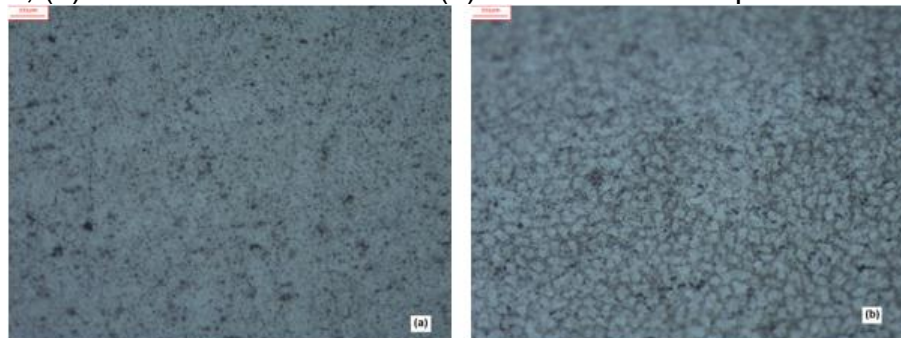
Fonte: Próprio autor.

3.2 Ensaio de corrosão intercrystalina

A Figura 1 demonstra a análise microscópica realizada na seção superficial da amostra, na região do metal de base. A imagem (a) refere-se à amostra de

referência, ou seja, sem o ataque químico. Já a imagem (b) refere-se aquela amostra submetida a imersão em solução de $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}_2$.

Figura 1: Micrografia da seção superficial do metal base da liga 7003, ampliada 200x, (a) amostra de referência e (b) amostra com ataque de corrosão.



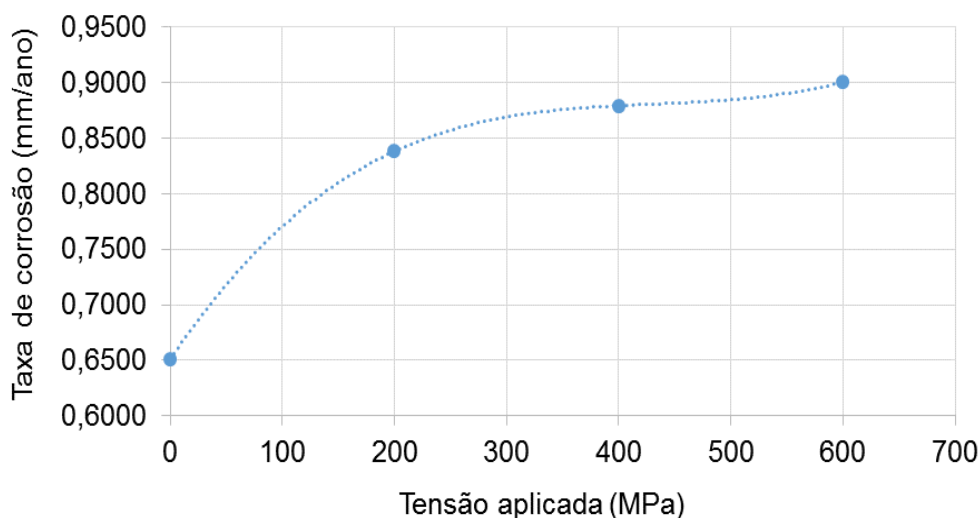
Fonte: Próprio autor.

Na micrografia da Figura 1(b) pode-se observar a ocorrência de CI contornos de grão. Tal fenômeno ocorre devido a exposição de ligas 7xxx em soluções NaCl , permite-se que elementos de Zn e Mg associem-se aos elementos que são mais ativos eletroquímicos do que o Al , provocando a difusão desses elementos da matriz para os limites de grão, resultando na diminuição da concentração de MgZn_2 na solução sólida (ZHANG et al., 2016). Além disto, a exposição em solução de H_2O_2 propicia a ocorrência do fenômeno de fragilização por hidrogênio, uma vez que ocorre a dissociação de íons de H em conjunto com a alteração do potencial catódico (LIN, et al., 2006).

3.3 Ensaio de corrosão sob tensão

Os resultados para T_c estão representados no gráfico da Figura 2. A curva gerada através dos pontos da intersecção dos valores de tensão (eixo das abscissas) e taxa de corrosão (eixo das ordenadas), é polinomial de terceira ordem, com valor de R -quadrado igual a 1.

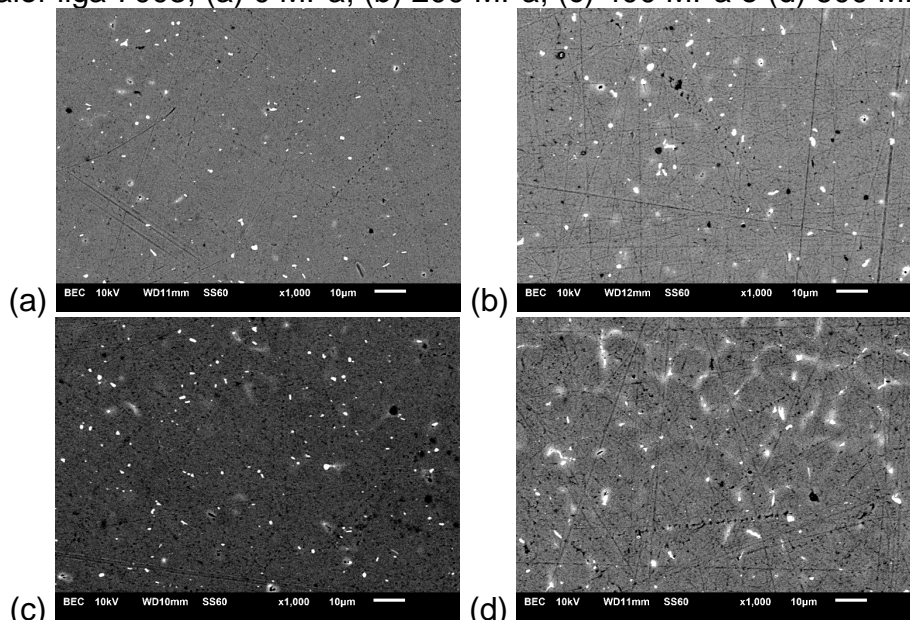
Figura 2: Curva da taxa de corrosão em função da tensão aplicada em CPs da liga 7003.



Fonte: Próprio autor.

As micotografias obtidas via MEV (Figura 3), evidenciaram um aumento no volume e tamanho dos precipitados, assim como uma organização no contorno de grãos em função do aumento da tensão aplicada.

Figura 3: Micrografias obtidas via MEV, ampliação de x1000 da zona afetada pelo calor liga 7003, (a) 0 MPa; (b) 200 MPa; (c) 400 MPa e (d) 600 MPa.



Fonte: Próprio autor.

4. CONCLUSÕES

A partir do presente trabalho pode se concluir que a corrosão entre os limites de grãos estão relacionadas com a exposição em solução corrosiva por um longo período. No ensaio de CST pode-se verificar que quanto maior a deformação aplicada ao CP, maior será a taxa de corrosão. Para a tensão de 200 MPa teve-se uma maior taxa de crescimento na velocidade de corrosão e por fim, as tensões subsequentes, 300 e 400 MPa, registrou-se uma menor evolução na Tc, tendendo a uma estabilização. Ainda, pode-se observar a formação de precipitados em torno dos contornos de grão e esse cresciam com o aumento da tensão aplicada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GENTIL, V. **Corrosão**. 6 ed. [S.L.]: LTC, 2011. 392 p.

LIN, J. et al. Effect of heat treatments on the tensile strength and SCC-resistance of AA7050 in an alkaline saline solution. **Corrosion Science**, v. 48, n. 10, p. 3139-3156, out. 2006.

ZHANG, X. et al. Effects of applied potential on the stress corrosion cracking behavior of 7003 aluminum alloy in acid and alkaline chloride solutions. **International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials**, China, v. 23, n. 7, p. 819-826, jul. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12613-016-1296-y>>. Acesso em: 01 jun. 2017.