



Resistência à Corrosão de Ligas de Alumínio 6061 e 7075 Anodizadas

HORBAN, M. A.^{1,2}, MELLO, C. B.², SAVONOV, G. S.², MAY, J. E.²

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil
Aluno de Mestrado do curso de Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores - CMS.

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil

marcoahorban@gmail.com

Resumo. Amostras de alumínio 6061 e 7075 foram anodizadas em eletrólito de H_2SO_4 90 g/L, aplicando uma densidade de corrente de $1,2 A/dm^2$. Tempos de anodização de 20, 30, 40, 50 e 60 minutos foram utilizados a fim de desenvolver camadas anódicas de diversas espessuras. Posteriormente, ensaios de polarização potenciostática foram empregados em solução levemente ácida, pH 5,0, de NaCl 3,5% m/m a fim de investigar a taxa de corrosão das amostras estudadas. A espessura das camadas foram medidas através de microscopia eletrônica de varredura. Para as amostras da liga 6061, o menor valor da taxa de corrosão ($0,113 mm/ano$) e espessura ($18,20 \mu m$) foi obtido com o tempo de anodização de 60 minutos. No caso das amostras da liga 7075, o menor valor da taxa de corrosão foi encontrado no tempo de anodização de 50 minutos ($0,058 mm/ano$) e a maior espessura com 60 minutos de anodização ($17,00 \mu m$).

Palavras-chave: Anodização; Alumínio; Polarização; Corrosão.

1. Introdução

A anodização é um processo que busca a mudança das características de metais através do acréscimo da camada de óxido nativa presente na superfície do mesmo. O processo se baseia na reação forçada de oxigênio com o metal através de meios eletrolíticos [Lv 2017]. No alumínio, a anodização é muito visada pela melhoria de características mecânicas e pela coloração do material para fins técnicos ou estéticos [Patermarakis and Moussoutzanis 2011]. No entanto, o acréscimo da resistência à corrosão é muitas vezes tido como a principal vantagem do processo. O óxido de alumínio produzido na anodização tem um ótimo desempenho em isolar o metal do meio, aumentando a vida útil do mesmo. No entanto, o estresse causado pelo crescimento do óxido pode resultar em trincas, comprometendo a passivação da camada [Saeedikhani 2013]. Dessa forma, é de grande interesse determinar condições ótimas para a formação de um óxido espesso, mas também de alta integridade estrutural.

O presente trabalho avalia a relação entre a espessura da camada de passivação e a taxa de corrosão de amostras de alumínio 6061 e 7075 anodizadas. Como a espessura da camada



do óxido tende a ser diretamente proporcional ao tempo de anodização [Sulka 2008], as amostras foram anodizadas por 20, 30, 40, 50 e 60 minutos a fim de se obter diversas espessuras de camada. A taxa de corrosão, definida pela perda de espessura causada por corrosão em um ano, das amostras foi determinada através de ensaios eletroquímicos de polarização com posterior análise pela técnica de extrapolação das retas de Tafel. Para avaliar a espessura das camadas foi utilizada microscopia eletrônica de varredura da secção transversal das amostras.

2. Metodologia

Previamente ao processo de anodização, as amostras de alumínio 6061 e 7075 foram submetidas a um processo de desengraxe por imersão em Ridoline 15 (Henkel) por quinze minutos, e, em seguida, fosqueamento em FOSCO 400 (CPA) por 20 minutos. A anodização foi efetuada em ácido sulfúrico 90 g/L aerado a uma temperatura de $22^{\circ}\pm 3^{\circ}\text{C}$, aplicando uma densidade de corrente de $1,2 \text{ A/dm}^2$. O procedimento foi replicado variando o tempo de anodização em 20, 30, 40, 50 e 60 minutos. Posteriormente, efetuou-se um processo de selagem em água fervente por 60 minutos.

A resistência à corrosão das amostras anodizadas foram quantificadas através da técnica de voltametria de varredura linear com extrapolação das retas de Tafel. As curvas de polarização foram obtidas através de ensaios eletroquímicos realizados em solução levemente ácida (pH 5,00) de cloreto de sódio (NaCl 3,5% m/m) empregando um potenciostato (Autolab, modelo PGSTAT302N). Todo procedimento foi antecedido de um período de 60 minutos de estabilização da amostra com o eletrólito.

Microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para avaliação da espessura da camada anodizada. Para tal, amostras foram cortadas e embutidas em baquelite e seguidamente preparadas mecanicamente por lixamento e polimento.

3. Resultados e Discussão

Nos testes eletroquímicos, cada liga apresentou um comportamento bem definido, evidenciando a relação entre a composição do substrato com mecanismos de formação da camada anódica. Enquanto amostras da liga 7075 apresentaram curvas de polarização com apenas um potencial de polarização, as amostras da liga 6061 com tempo de anodização de 20, 30 e 40 minutos apresentaram múltiplos potenciais. Nas Figuras 1 e 2 são mostradas as curvas obtidas através dos ensaios eletroquímicos para ambas as ligas.

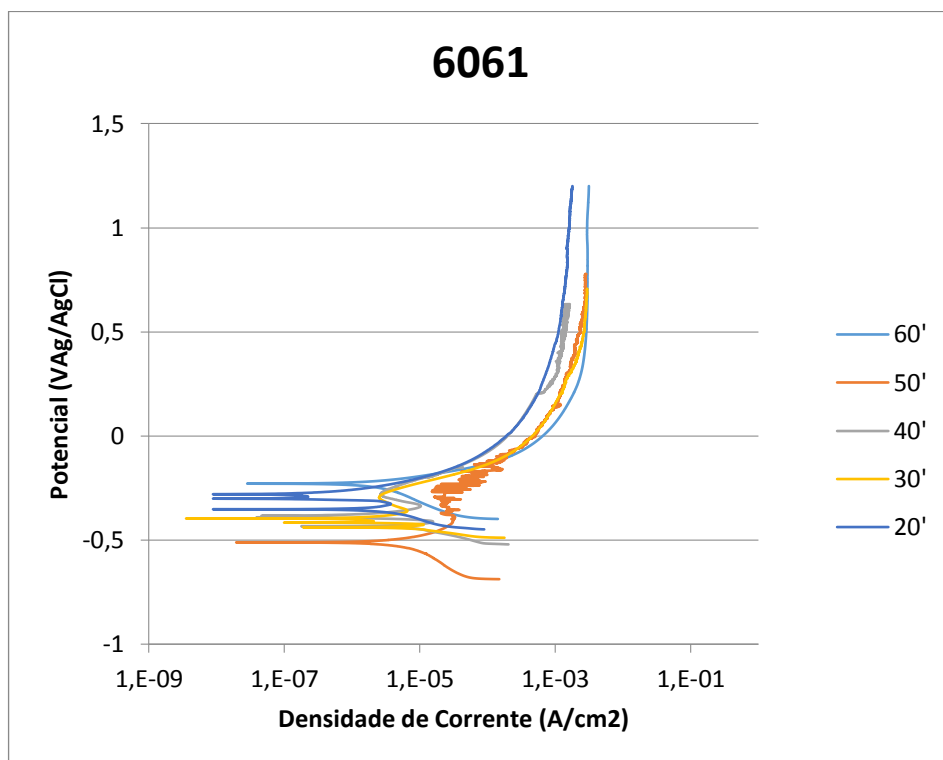


Figura 1. Curvas de polarização de amostras da liga 6061.

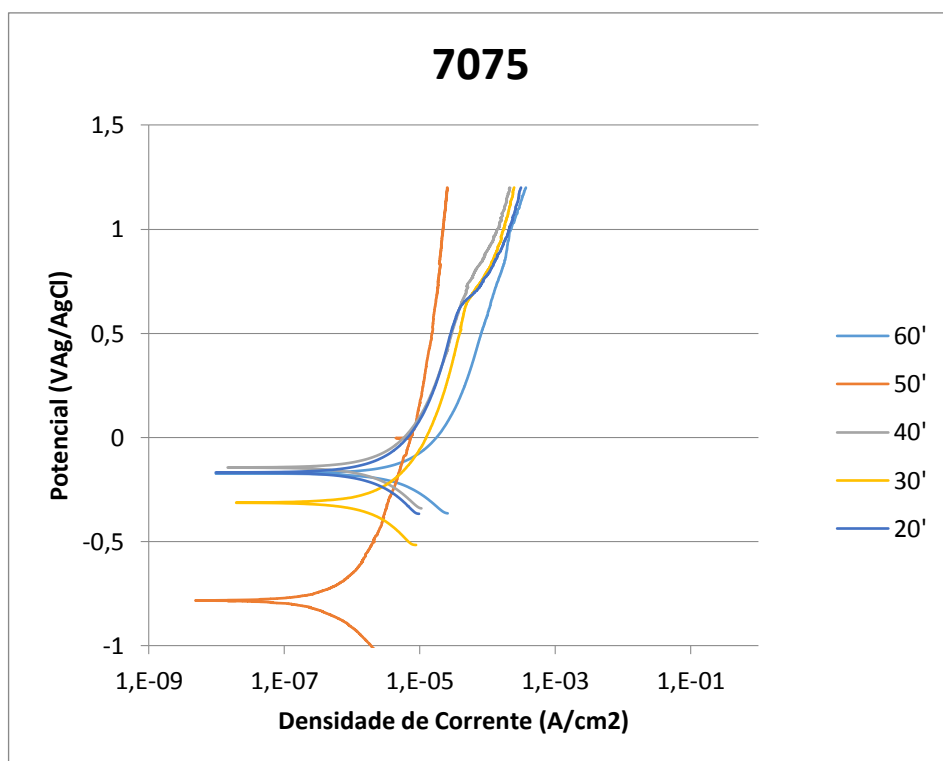


Figura 2. Curvas de polarização de amostras da liga 7075.



Os valores de taxa de corrosão foram obtidos através da técnica de extrapolação das retas de Tafel. No caso das amostras que apresentam múltiplos potenciais, foi escolhido o primeiro potencial para determinar o valor de taxa de corrosão. Paralelamente, foi utilizada microscopia eletrônica de varredura para determinar a espessura das camadas de óxido. A Tabela 1 exibe os resultados das taxas de corrosão e espessura das camadas anódicas das amostras.

Tabela 1. Taxa de corrosão e espessura.

Liga	Tempo (min)	Taxa de corrosão (mm/ano)	Espessura (μm)
6061	20	0,258	6,39
6061	30	0,332	11,90
6061	40	0,401	11,20
6061	50	0,436	13,80
6061	60	0,113	18,20
7075	20	0,431	7,89
7075	30	0,988	8,00
7075	40	0,318	16,10
7075	50	0,058	15,17
7075	60	0,826	17,00

As amostras da liga 6061 tiveram um desempenho médio superior frente ao processo corrosivo às da liga 7075, apesar da amostra de 50 minutos de 7075 ter apresentado o melhor resultado entre todas as condições de tratamento. Entre as amostras de liga 6061, a melhor resistência à corrosão foi atingida com o tempo de anodização de 60 minutos.

Para anodização em meio ácido, a espessura da camada tende a ser diretamente proporcional ao tempo de anodização [Sulka 2008]. Dessa forma, as amostras de maior tempo de anodização produziram as camadas mais espessas. É importante levar em conta que a resistência química de camadas anódicas está relacionada com a integridade estrutural da mesma e não necessariamente somente com sua espessura. Devido à perda ou acréscimo de volume durante o crescimento anódica, o óxido está sujeito a tensões de tração e compressão que por sua vez podem resultar em defeitos na superfície, comprometendo a passivação do metal [Lee and Park 2014]. Sendo assim, é possível que camadas de menor espessura apresentem uma maior resistência à corrosão, como é o caso da amostra com tempo de anodização de 50 minutos da liga 7075 que supera o resultado da de 60 minutos. Para a liga 6061, a amostra anodizada por 60 minutos apresentou a maior espessura e também foi a de menor taxa de corrosão. A Figura 3 exibe as imagens de microscopia eletrônica de varredura da secção transversal das amostras de 50 e 60 minutos para ambas as ligas.

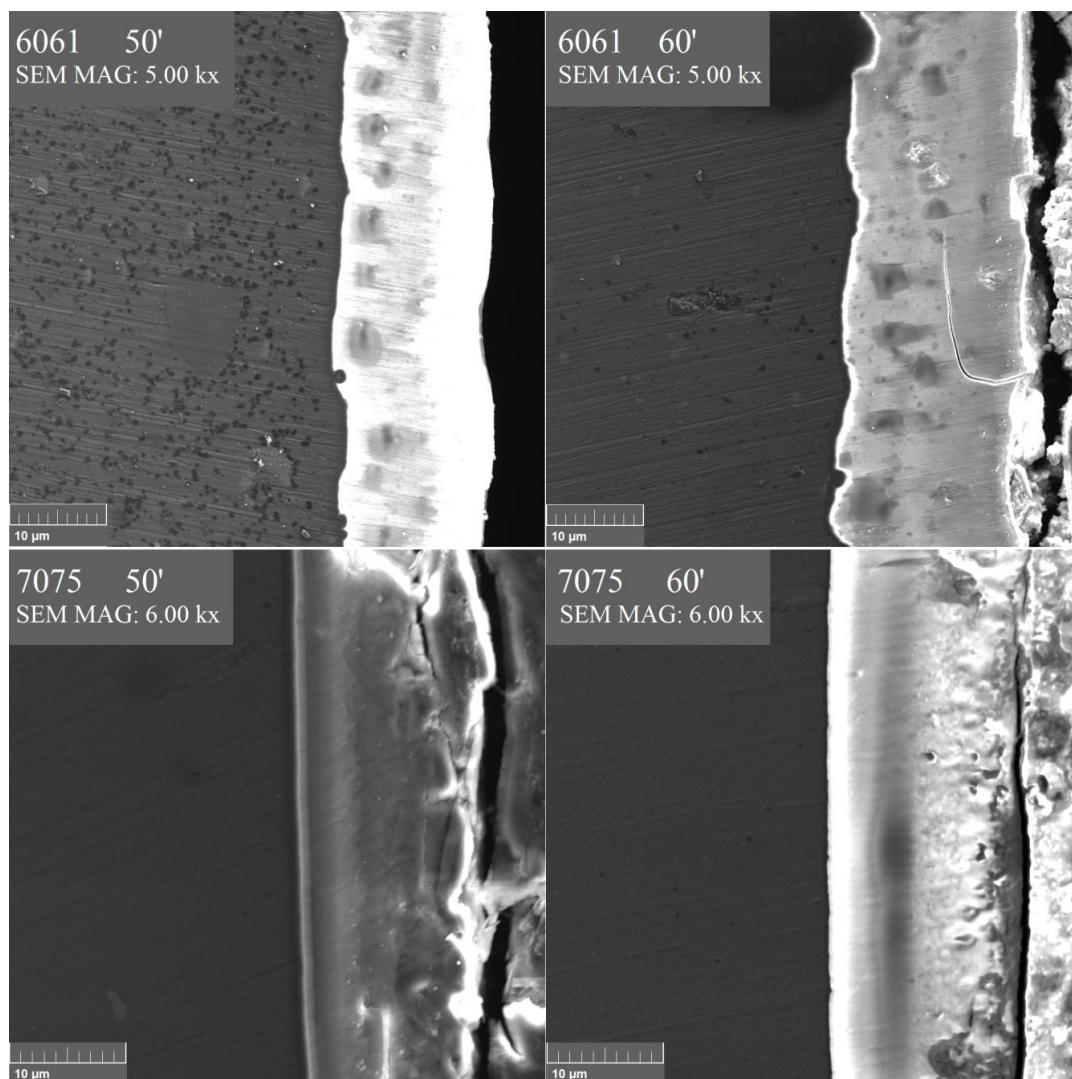


Figura 3. Camadas anodizadas das ligas 6061 e 7075 obtidas com 50 e 60 minutos de processamento

4. Conclusão

A espessura das camadas anodizadas, salvo algumas exceções, foi proporcional ao tempo de anodização para ambas as ligas. Já no que tange a resistência à corrosão, fica claro que a espessura da camada de óxido é um fator importante, porém, não determinante. Isso se evidencia no caso da amostra da liga 7075 anodizada durante 50 minutos que apresentou a melhor resistência à corrosão entre seus pares, mesmo tendo uma camada com espessura inferior às amostras anodizadas por 40 e 60 minutos. Além disso, a amostra de alumínio 6061 anodizada por 20 minutos apresentou a segunda menor taxa de corrosão desta liga, apesar de apresentar a camada menos espessa, sendo superada apenas pela amostra com



tempo de anodização de 60 minutos. Isso novamente pode ser explicado por uma possível maior integridade estrutural da amostra anodizada em um menor intervalo de tempo.

Agradecimentos: *Agradecemos a Capes pelo apoio financeiro.*

Referências

Lee, W., Park, S.-J. (2014). Porous Anodic Aluminum Oxide: Anodization and Templated Synthesis of Functional Nanostructures. *Chemical Reviews*, 114(15), 7487–7556.

Ly, Y. (2017). Research progress in formation mechanism of anodizing aluminum oxide. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 100, 12022.

Patermarakis, G., Moussoutzanis, K. (2011). Transformation of porous structure of anodic alumina films formed during galvanostatic anodising of aluminium. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 659(2), 176–190.

Saeedikhani, M., Javidi, M., Yazdani, A. (2013). Anodizing of 2024-T3 aluminum alloy in sulfuric-boric-phosphoric acids and its corrosion behavior. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 23(9), 2551–2559.

Sulka, G.D (2008) Highly ordered anodic porous alumina formation by self-organized anodizing. *Nanostructured materials in electrochemistry*, 1, 1-116.