

PROTEÇÃO DO ALUMÍNIO CONTRA CORROSÃO POR FILMES DE POLIPIRROL DEPOSITADOS POR CRONOAMPEROMETRIA EM MEIO AQUOSO CONTENDO ÁCIDO P-TOLUENO SULFÔNICO

Helio Rubens Simoni, Andréa Santos Liu, Liu Yao Cho

Laboratório de Eletroquímica Orgânica, IP&D - UNIVAP, Av. Shishima Hifumi 2911,

S.J.Campos – SP, e-mail: aliu@univap.br

Resumo- Estudos desenvolvidos em nosso laboratório mostram que filmes de polipirrol depositados em meio aquoso contendo ácido p-tolueno sulfônico são aderentes e homogêneos. Neste trabalho, o comportamento deste filme mostrou que protege as superfícies de alumínio contra corrosão. Os filmes depositados por cronoamperometria foram homogêneos e forneceram melhores resultados quando a densidade de corrente aplicada foi de 10mA cm⁻².

Palavras-chave: corrosão, alumínio, polipirrol

Área do Conhecimento: I - Ciências Exatas e da Terra

Introdução

Alumínio e suas ligas têm sido muito utilizados em indústria aeronáutica devido a sua baixa massa específica, agradável aparência e resistência à corrosão através da formação de uma camada passivadora de Al₂O₃ [1]. A presença de elementos como Cu ou Zn nas ligas podem diminuir a resistência do alumínio contra corrosão, devido à formação de pares galvânicos. Portanto, é necessário proteger estas ligas de alumínio contra corrosão. Uma das maneiras de se proteger o alumínio contra corrosão consiste na utilização de filmes de polímeros condutores, tais como polianilina e polipirrol [2,3]. O polipirrol é um polímero condutor que se destaca por sua alta estabilidade, baixa toxicidade e facilidade de síntese por meios químicos e eletroquímicos.

Estudos desenvolvidos em nosso laboratório mostram que filmes de polipirrol depositados em meio aquoso contendo ácido p-tolueno sulfônico são aderentes e homogêneos [4].

O objetivo deste trabalho é investigar o comportamento dos filmes de polipirrol em proteger superfícies de alumínio contra corrosão. Os filmes foram depositados em meio contendo ácido p-tolueno sulfônico através de ensaios de cronoamperometria, uma técnica mais vantajosa do ponto de vista industrial [5].

Metodologia

Os experimentos eletroquímicos foram realizados a temperatura de 25°C, em uma célula contendo três eletrodos: os eletrodos de trabalho

foram alumínio 99,7% embutido em Teflon® e com área exposta de 0,53 cm² e platina, embutida em Teflon® e com área exposta de 0,07 cm², o eletrodo auxiliar foi um fio de platina e o eletrodo de referência foi um eletrodo de Ag / AgCl saturado. Foi utilizado um Potenciostato / Galvanostato (modelo MQPG-01) da Microquímica.

As soluções utilizadas na eletrodeposição do polipirrol foram preparadas dissolvendo 0,2 mol L⁻¹ de ácido p-tolueno sulfônico (Merk) e 0,5 mol L⁻¹ de pirrol (Aldrich) em H₂O destilada. O pH destas soluções foi igual a 1,5. Os filmes de polipirrol foram obtidos por cronoamperometria variando-se a densidade de corrente e a carga envolvida na eletrodeposição.

As curvas de polarização potenciodinâmica foram realizadas numa faixa de potencial de -1,0 a 2,0 V e velocidade de varredura de 5 mV s⁻¹, utilizando-se como meio corrosivo, uma solução aquosa de NaCl 0,1 mol L⁻¹ (pH = 5,9).

As morfologias das superfícies de alumínio recobertas por filmes de polipirrol foram analisadas por Microscópio de Varredura Eletrônica, modelo Jeol JXA-840A. As micrografias foram obtidas utilizando-se feixe de elétrons de baixa energia de 15keV.

Resultados e Discussão

Os filmes de polipirrol foram depositados sobre a superfície do eletrodo de alumínio por cronoamperometria. A Figura 1 mostra as curvas de potencial versus tempo obtidas para a

deposição de polipirrol a partir de soluções aquosas contendo $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ de ácido p-tolueno sulfônico e $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ de pirrol com $\text{pH} = 1,7$ variando-se a densidade de corrente aplicada entre $0,5$ e 20 mA cm^{-2} .

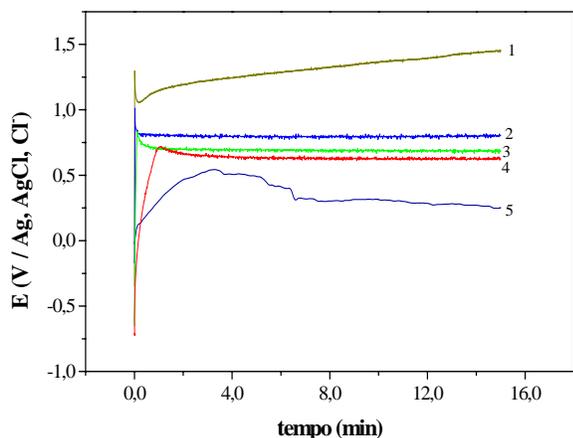


Figura 1. Curvas de Potencial versus tempo para a eletrodeposição de polipirrol a partir de soluções aquosas contendo $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ de ácido p-tolueno sulfônico e $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ de pirrol. Densidades de corrente (mA cm^{-2}): (1) 20, (2) 10, (3) 2,5, (4) 0,5 e (5) 0,1.

Não se observou a formação do filme de polipirrol quando a densidade de corrente aplicada foi $0,1 \text{ mA cm}^{-2}$. Neste caso o potencial envolvido não foi suficiente para oxidar o pirrol.

Quando as densidades de corrente aplicadas foram iguais a $0,5$ e $2,5 \text{ mA cm}^{-2}$, os filmes de polipirrol foram formados. Entretanto os filmes não foram tão homogêneos quanto aquele formado a 10 mA cm^{-2} .

Quando a densidade de corrente aplicada foi de 10 mA cm^{-2} , foi observado que o potencial fica constante durante todo o processo de eletrodeposição. Este valor de potencial é igual aquele envolvido na voltametria cíclica [5].

A utilização de densidades de corrente muito elevadas (20 mA cm^{-2}) pode levar a reações de overoxidação do polipirrol, o que altera a estrutura do filme.

Curvas de polarização potenciodinâmica foram realizadas para avaliar a eficiência dos filmes de polipirrol em proteger a superfície de alumínio contra corrosão. O meio corrosivo foi uma solução aquosa de NaCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $\text{pH} = 5,9$ e a velocidade de varredura foi igual a 5 mV s^{-1} . Os resultados obtidos são apresentados na Figura 2.

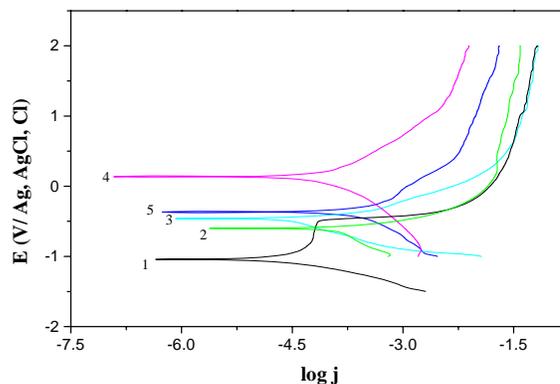


Figura 2. Curvas de polarização potenciodinâmica em meio aquoso de NaCl. Superfície de alumínio: (1) Polida. Recoberta por filmes de polipirrol, depositados a diferentes densidades de corrente (mA cm^{-2}) durante 30 minutos: (2) 1,0, (3) 2,5, (4) 10,0 e (5) 20,0.

Foi observado que o potencial de corrosão (E_{corr}) apresenta um deslocamento para a direção positiva quando as superfícies de alumínio são recobertas pelo filme de polipirrol. Este deslocamento é maior quando o filme é obtido a 10 mA cm^{-2} [4]. Também foi observado que as densidades de corrente anódicas são menores quando as superfícies de alumínio estão recobertas por polipirrol.

A morfologia dos filmes foi estudada por microscopia de varredura eletrônica e a Figura 3 mostra alguns destes resultados.

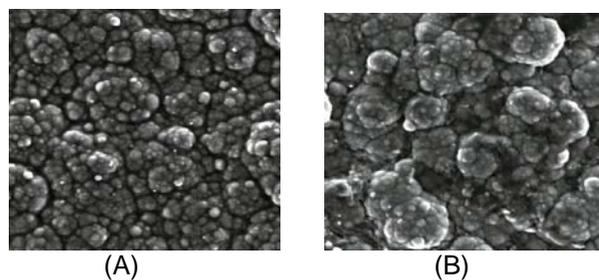


Figura 3. Micrografias das superfícies de alumínio recobertas com os filmes de polipirrol depositados a (A) $2,5 \text{ mA cm}^{-2}$ e (B) $10,0 \text{ mA cm}^{-2}$.

Pode ser observado que o filme (A) é mais compacto e homogêneo, enquanto que o filme B apresenta maiores vãos entre os grãos do polímero, o que permitem a penetração de espécies corrosivas (íons cloreto), favorecendo o processo corrosivo. Este resultado pode estar relacionado a maior susceptibilidade deste filme

em sofrer o processo de overoxidação, que altera a estrutura do polímero.

Conclusão

A proteção de alumínio pelos filmes de polipirrol depositados galvanostaticamente depende da densidade de corrente aplicada durante a eletropolimerização. Os filmes depositados a 10 mA cm^{-2} foram mais eficientes, apresentando menores densidades de corrente anódica e o valor do potencial de corrosão mais nobre.

A morfologia das superfícies recobertas pelo filme de polipirrol depositado a maiores densidades de corrente (20 mA cm^{-2}) mostrou que existem vãos entre os grãos do polímero, que permitem a penetração de espécies corrosivas, justificando as maiores densidades de corrente anódica e o potencial de corrosão mais negativo nas curvas de polarização.

Referências

[1] COHEN, S.M. **Corrosion**, 51, 1995.

[2] VILCA, D. H.; MORAES, S. R.; MOTHEO, A.J. **Synthetic Metals**, 140, 23, 2004.

[3] GELLING, V. J.; WIEST, M. H.; TALLMAN, D. E.; BIERWAGEN, G. P.; WALLACE, G. E. **Progress in Organic Coatings**, 43, 149, 2001.

[4] LIU, A. S.; CHO, L. Y.; OLIVEIRA, M. A. S. **XIV^o Simpósio Brasileiro de Eletroquímica e Eletroanalítica (XIV-SIBEE)**, Teresópolis-RJ, 8 a 12 de agosto, COR-08, 2004

[5] MARTINS, J.I.; BAZZAOU, M.; MARTINS, L.; BAZZAOU, E. A. **Corrosion Science** 46, 2361, 2004.