

# PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO DO ALUMÍNIO 2024 POR FILMES DE POLIPIRROL ELETRODEPOSITADOS EM MEIO AQUOSO CONTENDO H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

**Nestor Henrique de Carvalho Aguiar<sup>1</sup>, Andréa Santos Liu<sup>1</sup>, Liu Yao Cho<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratório de Eletroquímica Orgânica, IP&D – UNIVAP, Avenida Shishima Hifumi 2911, São José dos Campos – SP, email: nestorhenrique@gmail.com, aliu@univap.br, liu@univap.br.

**Resumo-** 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 mostraram que filmes de polipirrol podem ser depositados em diversos meios e mostraram ser aderentes e homogêneos. Neste trabalho, o filme de polipirrol foi eletrodepositado por voltametria cíclica em meio aquoso contendo ácido fosfórico. Foi observado que as densidades de corrente anódicas, associadas com a formação do filme de polipirrol, aumentam com os sucessivos ciclos de varredura de potencial. O comportamento das curvas de polarização potenciodinâmica mostrou que o filme protege as superfícies da liga de alumínio 2024 contra corrosão.

**Palavras-chave:** corrosão, liga de alumínio 2024, polipirrol.

**Área do Conhecimento:** III Engenharia

## Introdução

Ligas de alumínio têm sido muito utilizadas em indústria aeronáutica devido a sua baixa massa específica, agradável aparência e facilidade de aplicação de outros tratamentos (primers, pinturas). Estas ligas, apesar de apresentarem maior resistência mecânica do que o alumínio puro, apresentam menor resistência à corrosão, principalmente na presença de íons corrosivos como cloreto (MOUTALIÉR, V. et al., 2004). Atualmente, uma das maneiras de se proteger as ligas de alumínio contra corrosão consiste na formação de uma camada de conversão através de banhos contendo cromo VI.

Apesar de muito eficientes, estes inibidores de corrosão apresentam alta toxicidade, sendo classificados como mutagênicos e carcinogênicos, além de causarem grandes danos ao meio ambiente. Uma das possíveis alternativas de se substituir os compostos a base de cromo VI, consiste em revestir o alumínio com filmes de polímeros condutores, tais como polianilina (VILCA, D. H. et al., 2004) e polipirrol (GELLING, V. J. et al., 2001). 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 tartárico são aderentes e homogêneos (LIU, A. S. et al., 2007).

O objetivo deste trabalho é investigar o comportamento dos filmes de polipirrol em proteger a superfície da liga de alumínio 2024 contra corrosão. Os filmes foram depositados em meio aquoso contendo ácido fosfórico.

## Materiais e Métodos

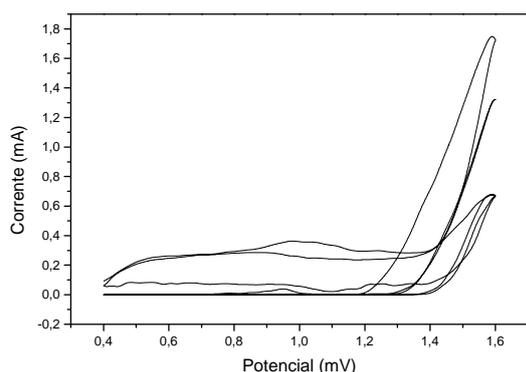
Os experimentos eletroquímicos foram realizados a temperatura de 25°C, em uma célula contendo três eletrodos: o eletrodo de trabalho foi uma liga de alumínio 2024, embutido em Teflon® e com área exposta de 0,53 cm<sup>2</sup>, o eletrodo auxiliar foi um fio de platina e o eletrodo de referência foi um eletrodo de Ag/AgCl saturado. Foi utilizado um Potenciostato/Galvanostato (modelo MQPG) da Microquímica.

As soluções utilizadas na eletrodeposição do polipirrol foram preparadas dissolvendo 0,2 mol L<sup>-1</sup> de ácido fosfórico (Merk) e 0,5 mol L<sup>-1</sup> de pirrol (Aldrich) em H<sub>2</sub>O destilada. O pH destas soluções foi igual a 1,65. Os filmes de polipirrol foram obtidos por voltametria cíclica variando-se o potencial de +0,4 V a +1,6 V, com velocidade de varredura de 20 mV s<sup>-1</sup>.

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

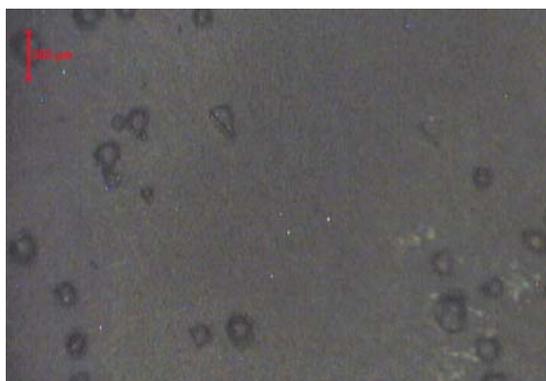
## Resultados

Os filmes de polipirrol foram depositados sobre a superfície do eletrodo de alumínio por voltametria cíclica. A Figura 1 mostra a curva de corrente *versus* potencial obtida para a deposição de polipirrol em meio aquoso contendo 0,2 mol L<sup>-1</sup> de ácido fosfórico e 0,5 mol L<sup>-1</sup> de pirrol com pH= 1,65.



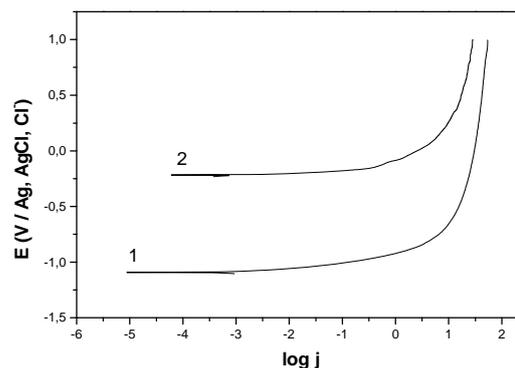
**Figura 1.** Voltamogramas para a eletrodeposição de filme de polipirrol. Velocidade de varredura= 20  $\text{mV s}^{-1}$ .

A morfologia do filme de polipirrol foi investigada por Microscopia Óptica. A Figura 2 apresenta este resultado.



**Figura 2.** Micrografia óptica ( $\sim 300\mu\text{m}$ ) da superfície de alumínio recoberta com polipirrol depositado em  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  de ácido fosfórico por voltametria cíclica a  $20 \text{ mV s}^{-1}$ .

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 foram iguais a  $5 \text{ mV s}^{-1}$ . Os resultados obtidos são apresentados na Figura 3.



**Figura 3.** Curvas de polarização potenciodinâmica em meio aquoso de NaCl para as superfícies de alumínio: (1) polida e (2) recoberta com os filmes de polipirrol.

### Discussão

Na deposição por voltametria cíclica foi observado que as densidades de corrente anódicas, associadas com a formação do filme de polipirrol, aumentam com os sucessivos ciclos de varredura de potencial. Também pode ser notado que o valor de potencial, onde se inicia o crescimento do polímero, diminui com os sucessivos ciclos (Figura 1). Este resultado está associado com a formação de núcleos condutores sobre a superfície metálica, os quais favorecem o crescimento do filme de polipirrol.

A micrografia mostra que o filme depositado nestas condições é muito uniforme e homogêneo (Figura 2). Este resultado é promissor, uma vez que para proteger metais oxidáveis contra corrosão, a homogeneidade dos filmes poliméricos é um fator de grande importância.

Foi observado que o potencial de corrosão ( $E_{\text{corr}}$ ) apresenta um deslocamento para a direção positiva quando a superfície de alumínio está recoberta pelo filme de polipirrol ( $E_{\text{corr}}$  da curva 2  $>$  1 na Figura 3). Este parâmetro eletroquímico indica que o filme polimérico deve proteger o metal contra corrosão.

### Conclusão

Os resultados mostraram que a formação de núcleos condutores sobre a superfície metálica é auxiliada pelas densidades de corrente aplicadas, os quais favorecem o crescimento do filme de polipirrol. A micrografia mostrou que este filme eletrodepositado é muito uniforme e homogêneo, fator importante para proteger metais oxidáveis contra corrosão. Também foi observado que o potencial de corrosão apresentou um deslocamento para direção positiva quando a superfície de alumínio está recoberta. Pode-se

concluir que estes resultados foram interessantes e mostraram que é possível aplicá-los na superfície da liga de alumínio 2024.

### **Referências**

- GELLING, V. J; WIEST, M. H; TALLMAN, D. E; BIERWAGEN, G. P; WALLACE, G. E. **Progress in Organic Coatings**. v.43, p.149-157, 2001.

- LIU, A. S; OLIVEIRA, M. A. S. **Journal Brazilian Chemistry Society**. v.18, p.143-152, 2007.

- MOUTARLIER, V; GIGANDET, M. P; PAGETTI, J; RICK, L. **Surface and Coatings Technology**. v.173, p.87-95, 2003.

- VILCA, D. H; MORAES, S. R; MOTHEO, A. J. **Synthetic Metals**. v.140, p.23, 2004.