

Copyright 2016, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2016, em Búzios/RJ no mês de maio de 2016.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

## **Comportamento eletroquímico do alumínio AA6060-T5 em presença de uma mistura de antocianinas extraídas da uva**

**Rafaela Spengler<sup>a</sup>, Amanda Petersen<sup>b</sup>, Viviane Dalmoro<sup>c</sup>, Sílvia M. Tamborim<sup>d</sup>**

### **Abstract**

The presence of 1000, 2000, 3000, 5000 and 7200 ppm of a mixture of different chemical structures derived from grape extract termed anthocyanin were used in this work as an inhibitor of corrosive processes for aluminum alloy 6060 -T5 .

Tafel plots indicated a clear delay in the potential for disruption of the passive film covering the alloy when in the presence of 3000 ppm of anthocyanin in medium containing chlorides.

**Keywords:** Friction stir welding, copper, aluminium, corrosion.

### **Resumo**

A presença de 1000, 2000, 3000, 5000 e 7200 ppm de uma mistura de diferentes estruturas químicas oriundas do extrato da uva denominadas de antocianina foram utilizadas no presente trabalho como um inibidor de processos corrosivos para uma liga de alumínio 6060-T5.

Curvas de Tafel indicaram um nítido retardo no potencial de rompimento do filme passivo que recobre a liga quando na presença de 3000 ppm de antocianina em meio contendo cloretos.

**Palavras-chave:** Junta soldada à fricção, cobre, alumínio, corrosão.

### **Introdução**

Apesar dos significativos avanços alcançados até o presente momento como o uso de inibidores de corrosão ambientalmente corretos, como por exemplo: o extrato de *Sansevieria trifasciata*, planta conhecida popularmente como espada de São Jorge, contra a corrosão do alumínio 1060 em meio ácido [1], *hibiscus sabdariffa* contra a corrosão do alumínio em meio alcalino [2], *Rosmarinus officinalis*, conhecido popularmente como alecrim [3], *Opuntia*, conhecido popularmente como cactos [3], *Acaccia concinna*, conhecida popularmente como acácia e taninos [3] contra a corrosão do alumínio em meio neutro, e *Phoenix dactylifera*, conhecida popularmente como tamareira, contra a corrosão do alumínio em meio ácido [4], ainda se faz necessário estudos que contemplem a aplicação de diferentes tipos de inibidores de corrosão ambientalmente corretos a fim de propor novos tratamentos anticorrosivos contemplando a química verde.

O extrato da casca e da semente da uva, empregado nesse trabalho como inibidor de corrosão para ligas de alumínio 6060-T5, possui coloração roxa intensa característica da presença de polifenóis na casca do fruto e é composto basicamente por antocianidinas. As moléculas das antocianidinas contém grupos glicosídeos substituídos (principalmente) na posição 3 (Figura 1). As principais antocianinas encontradas na uva são as formas monoglicosílicas (principalmente

com glucose) e aciladas (com o grupamento p-cumaróila, acetila ou cafeico) das antocianidinas cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina e, a presente em maior concentração, malvidina [5]. Estas estruturas estão apresentadas na Figura 1 abaixo.

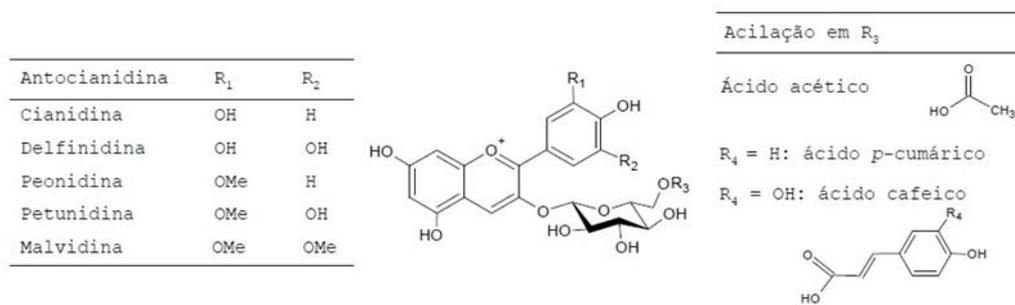


Figura 1: Estruturas das antocianinas.

Sabe-se que o potencial de carga zero para a superfície do alumínio recoberta por óxido de alumínio é 9,0-9,1, e portanto, em pH > 9,0 a superfície do metal estabelece um potencial muito negativo, então espécies catiônicas são adsorvidas mais facilmente [3]. Enquanto que em pH < 9,0 espécies aniônicas são mais facilmente adsorvidas. Neste sentido é plausível deduzir que as antocianinas venham a se adsorver mais facilmente em pH > 9,0 uma vez que suas estruturas são compatíveis com uma mistura de antocianidinas.

Demais características nas moléculas das antocianinas como a posição e número de substituintes na estrutura química, a influência dos grupos elétron-doadores e elétron-atratores, assim como o efeito do comprimento da cadeia de carbono são fatores imprescindíveis para demonstrar a possível diminuição da suscetibilidade à corrosão das ligas de alumínio 6060-T5 quando em presença destas substâncias.

A liga de alumínio 6060-T5 apresenta ampla utilização para portas, janelas, corrimões, toldos e móveis em geral devido a sua excelente capacidade de extrusão e soldabilidade justificando então os esforços em promover o aumento da resistência contra a corrosão destes materiais.

## Metodologia

As amostras de liga de alumínio 6060-T5 foram desengorduradas usando-se uma mistura (1:1 v/v) de álcool etílico e água. As amostras foram lixadas com lixa de #280 a 2000, seguido por uma lavagem com água destilada, usando banho de ultrassom, e por fim uma secagem sob ar quente.

Soluções contendo 0,05 mol L<sup>-1</sup> NaCl foram preparadas na ausência e presença de 2000, 3000, 5000 e 7200 ppm das misturas de antocianinas. Ensaios eletroquímicos como potencial de circuito aberto (PCA), espectroscopia de impedância eletroquímica (EIE) e polarização anódica e catódica (curvas de Tafel) foram realizados para monitorar o comportamento inibidor da antocianina para a liga de alumínio 6060-T5 em meio contendo cloretos.

<sup>a</sup> Graduanda em Engenharia Química - UFRGS

<sup>b</sup> Mestranda em Química – PPGQ\_UFRGS

<sup>c</sup> PHD em Química – UFRGS

<sup>d</sup> PHD em Ciências dos materiais - UFRGS

## Resultados e discussão

A Figura 2 apresenta as Curvas de polarização da liga de alumínio 6060-T5, as quais mostram um retardamento significativo no potencial de rompimento de filme ( $E_{RF}$ ) durante polarização anódica para a utilização de 3000 ppm de antocianina ( $E_{RF} = -533$  mV, 2000 ppm de antocianina  $E_{RF} = -422$  mV, 3000 ppm de antocianina  $E_{RF} = -58$  mV, 5000 ppm de antocianina  $E_{RF} = -509$  mV e 7200 ppm de antocianina  $E_{RF} = -540$  mV) em meio contendo  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  NaCl. Além disso, concentrações de 2000, 5000 e 7200 ppm não proporcionaram um efeito tão significativo na diminuição das correntes anódicas e catódicas comparado a concentração de 3000 ppm.

Além disso, atribui-se este comportamento ao poder de adsorção das diferentes estruturas químicas que compõem as antocianinas sobre a superfície da liga de alumínio, que atuam como uma camada do tipo barreira, mitigando o efeito deletério dos ânions cloretos presente na solução caracterizando uma adsorção eficiente da antocianina sobre a liga. Como resultado há uma diminuição das correntes anódicas e catódicas, sendo assim pode ser classificada como um inibidor misto. No entanto, o deslocamento do potencial de rompimento de filme e maiores diferenças nas correntes para potenciais mais positivos que o  $E_{corr}$ , sugere um comportamento de inibidor anódico associado as antocianinas, as quais provavelmente se adsorvem nos sítios anódicos da liga reprimindo as reações anódicas e desta forma retardando os processos de corrosão. Grosser et al. verificou que a adsorção sobre aço de acetato de linalila, um derivado de plantas do tipo menta, inibiu a eletrooxidação do metal [6]

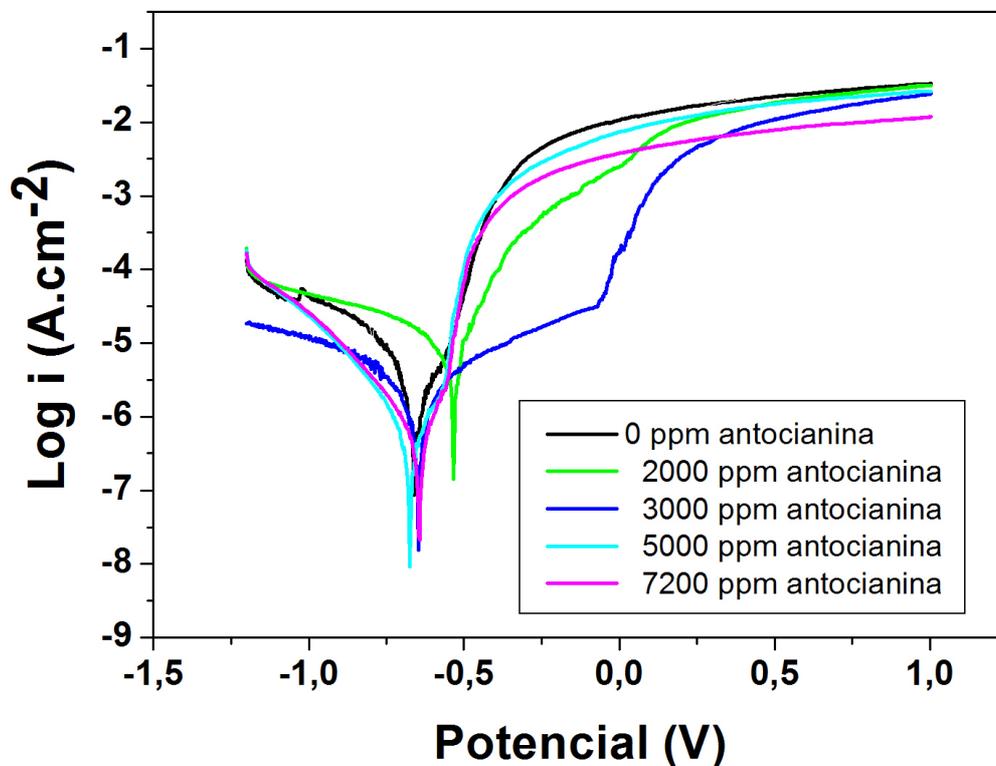


Figura 2: Curvas de polarização da liga de alumínio AA6060-T5 imersa em  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  de NaCl (-), e  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  de NaCl contendo 2000 ppm (-), 3000 ppm (-), 5000 ppm (-) e 7200 ppm (-) da mistura de antocianinas após 15 minutos de imersão em  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  NaCl.

Medidas de espectroscopia de impedância eletroquímica mostram um aumento nos valores de impedância às baixas frequências na presença de antocianinas (Fig.3-A) o que está associado a um aumento na resistência contra a corrosão. Além disso, o comportamento indutivo nas baixas frequências que ocorre para a liga de alumínio AA6060-T5 em ausência de antocianinas é suprimido quando em presença de antocianinas no meio (Figura 3-B), o que configura um retardamento e/ou mitigação da atividade corrosiva na superfície da liga de alumínio 6060-T5 comprovando também o aumento da resistência contra a corrosão.

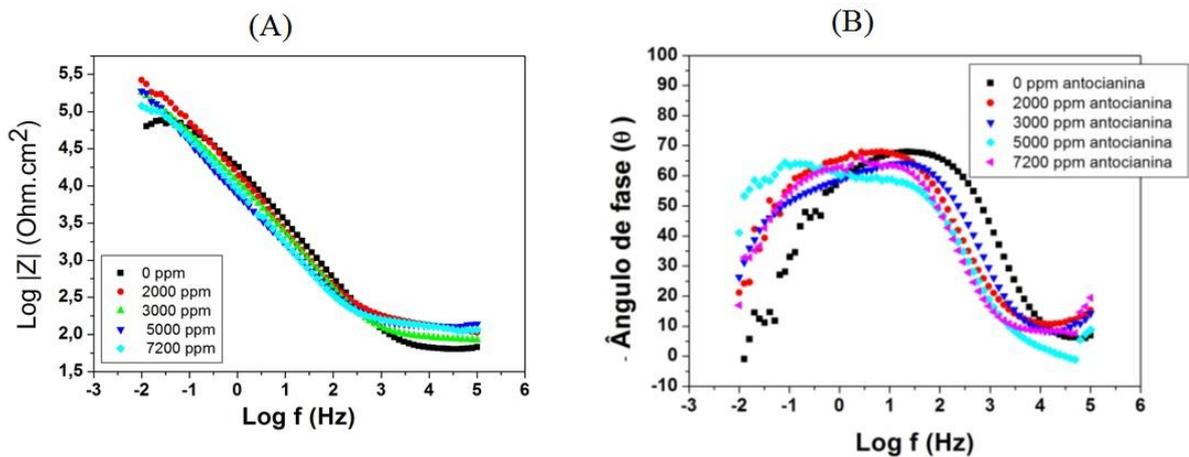


Figura 3: Medidas de espectroscopia de impedância eletroquímica da liga de alumínio AA6060-T5 imersa em  $0,05\text{molL}^{-1}$  de NaCl (■), e  $0,05\text{molL}^{-1}$  de NaCl contendo 2000 ppm (●), 3000 ppm (▲), 5000 ppm (▼) e 7200 ppm (●) da mistura de antocianinas após 15 minutos de imersão em  $0,05\text{ mol L}^{-1}$  NaCl.

## Conclusões

A mistura de antocianinas configura uma boa alternativa de método de inibição contra a corrosão para as ligas de AA6060-T5. O aumento nos valores de impedância nas baixas frequências, a diminuição das correntes anódicas e catódicas e a minimização do comportamento indutivo nas baixas frequências apontam para um processo de adsorção efetivo na superfície da liga pelas antocianinas caracterizando um bom potencial para um inibidor de corrosão.

## Referências bibliográficas

### Referências bibliográficas

- (1) Oguzie, E.E., Corrosion inhibition of aluminium in acidic and alkaline media by *Sansevieria trifasciata* extract, *Corros. Sci.* 49 (2007) 1527-1539.
- (2) – Noor, E.A., Potential of aqueous extract of hibiscus sabdariffa leaves for inhibiting the corrosion of aluminium in alkaline solutions, *J. Appl. Electrochem* 39 (2009) 1465-1475
- (3) – Rani, B.E.A., Basu, B.B.J., Green chemistry for corrosion protection of metals and alloys: An overview, *International Journal of Corrosion* (2012) 1-15
- (4) – Shalabi, K., Fouda, A.S., Elewady, G.Y., Askalany, El., Adsorption and inhibitive properties of *Phoenix dactylifera* L. extract as a green inhibitor for aluminum and aluminum-

---

silicon alloy in HCl, Protection of metals and physical chemistry of surfaces, 50 (2014) 420-431

(5) GOULD, K., DAVIES, K., WINEFIELD, C. Anthocyanins. Biosynthesis, function and applications. 1<sup>o</sup>Ed., Springer, Nova York, 2009.

(6) Fabiana N. Grosser, Tainá I. T. Barros and Reinaldo S. Gonçalves Electrochemical Evidences of Linalyl Acetate (LA) Adsorption on Low-Carbon Steel in Aqueous and Ethanol Medium J. Braz. Chem. Soc., Vol. 25, No. 2, 290-297, 2014.