

Copyright 2012, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2012, em Salvador/BA no mês de maio de 2012.

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

## Tratamento anticorrosivo à base de extrato do ácido pirolenhoso para ligas de alumínio 2024-T3

Edvaldo Faour<sup>a</sup>, Viviane Dalmoro<sup>b</sup>, Denise Azambuja<sup>c</sup>, Silvia Tamborim<sup>d</sup>

### Abstract

The present work aims to provide a good alternative to the use of the smoke condensate, known as pyrolygneous acid, which in Brazil is extracted during the production process of charcoal of acacia (*Acacia mearnsi*) and / or eucalyptus (*Eucalyptus spp*), for anticorrosive treatment for aluminum alloy 2024-T3. This acid is obtained by decantation of the smoke condensate, which is obtained in the intermediate stage of the acid extract pyrolygneous separately light oils (upper phase) and pitch (lower phase). The smoke produced today by charcoal kilns in Brazil is still some concern for everyone, because it is one of the major pollutants that impair air quality. Thus besides adding commercial value to this product seeks to address the environmental laws providing for the sustainable use of the smoke condensate. The aluminum alloy 2024-T3 submitted to anticorrosive treatment with the pyrolygneous acid extract showed the values corrosion potentials more positive (-0.531 V to 1 hour of immersion, -0.585 V for 3 days and -0.588 immersion for 7 days of immersion) compared to untreated alloy (-0.681 V for 1 h of immersion, -0.629 V for three days of immersion and -0.606 for 7 days immersion) when immersed in 0.1 mol L<sup>-1</sup> NaCl. The electrochemical impedance spectroscopy measurements and the polarization curves showed that the aluminum alloy 2024-T3 submitted to the treatment based on the extract of pyrolygneous acid improves the corrosion resistance of the alloy.

**Keywords:** pyrolygneous acid, AA2024-T3, corrosion.

### Resumo

O presente trabalho tem como objetivo proporcionar uma boa alternativa para o aproveitamento do condensado da fumaça, conhecido por ácido pirolenhoso, que no Brasil é extraído durante o processo produtivo do carvão vegetal da acácia (*Acácia mearnsi*) e/ou eucalipto (*Eucalyptus spp*), para fins de tratamentos anticorrosivos para ligas de alumínio 2024-T3. Este ácido é obtido por decantação do condensado da fumaça, onde se obtém três fases distintas: na fase intermediária o extrato do ácido pirolenhoso separadamente de óleos leves (fase superior) e alcatrão (fase inferior). A fumaça produzida atualmente pelos fornos de carvão vegetal no Brasil ainda é algo preocupante para todos, pois a mesma é um dos grandes poluentes que comprometem a qualidade do ar. Portanto além de agregar valor comercial a este produto busca-se contemplar as legislações ambientais proporcionando uma utilização sustentável para o condensado da fumaça. As ligas de alumínio 2024-T3 submetidas ao tratamento anticorrosivo com o extrato do ácido pirolenhoso mostraram valores de potenciais

<sup>a</sup> Graduando em Engenharia Agrícola – Unipampa/IF Farroupilha

<sup>b</sup> Mestre em Química - UFRGS

<sup>c</sup> PHD, Engenharia Química – UFRGS

<sup>d</sup> PHD, Ciências dos Materiais - Unipampa

de corrosão mais positivos (-0,531 V para 1h de imersão, -0,585 V para 3 dias de imersão e -0,588 para 7 dias de imersão) comparado à liga sem tratamento ( -0,681 V para 1h de imersão, -0,629 V para 3 dias de imersão e -0,606 para 7 dias de imersão) quando imersos em solução 0,1 mol.L<sup>-1</sup> NaCl. Ensaios de espectroscopia de impedância eletroquímica e curvas de polarização mostraram que o tratamento à base do extrato do ácido pirolenhoso confere uma maior resistência à corrosão para a liga de alumínio 2024-T3.

**Palavras-chave:** acido pirolenhoso, AA 2024-T3, corrosão.

## Introdução

O desenvolvimento de métodos adequados de prevenção e controle da corrosão proporciona não somente a redução de prejuízos financeiros, bem como evitam a ocorrência de danos ao homem e ao meio ambiente [1]. Neste sentido novas propostas têm sido feitas visando substituir a utilização de tratamentos superficiais à base de cromo (VI) que, apesar de fornecerem uma excelente proteção contra a corrosão, são tóxicos e carcinogênicos [2-5]. Com a crescente busca por energias renováveis nos dias atuais e conforme a legislação internacional do meio ambiente busca-se nesta pesquisa proporcionar uma boa alternativa para a produção de carvão vegetal agregando valor ao produto através do aproveitamento do condensado da fumaça que seria expelida na atmosfera para fins de pré-tratamentos anticorrosivos nas ligas de alumínio 2024-T3. O ácido pirolenhoso é o resultado final da condensação da fumaça do carvão vegetal, que no Brasil geralmente é extraído da acácia (*Acácia mearnsi*) e/ou eucalipto (*Eucaliptus spp*) [6]. O extrato pirolenhoso bruto não deve ser utilizado na agricultura ou mesmo descartado sem tratamento de purificação para eliminar o alcatrão que é solúvel logo após a obtenção do produto e pode ser realizado industrialmente por destilação sob vácuo ou artesanalmente via decantação, mantendo-se o produto em repouso por tempo superior a 100 dias. Tal repouso promove a separação em três fases: a fase superior, que contém óleos leves, a inferior composta pelo alcatrão, que se precipita durante o período de repouso e a fase central que é o extrato pirolenhoso apropriado para ser usado na agricultura, após as diluições indicadas para cada caso [6]. Geralmente, esse extrato é desprezado no processo de formação gasosa (fumaça) e liberado na atmosfera, causando sérios danos na natureza [7]. O uso do ácido pirolenhoso como base para novos tratamentos anticorrosivos sobre a liga de AA2024-T3 tem as seguintes vantagens: (1º) o ácido pirolenhoso trata-se de um derivado orgânico abundante e renovável; (2º) é obtido através de métodos simples e de baixo custo e (3º) sua utilização reduziria a quantidade de partículas solidas em suspensão na atmosfera. A avaliação do comportamento eletroquímico destes materiais em solução 0,1 mol L<sup>-1</sup> NaCl foi feita através de medidas de potencial de circuito aberto, polarização anódica, espectroscopia de impedância eletroquímica e microscopia eletrônica de varredura.

## Metodologia

Ligas de alumínio AA2024-T3 receberam os seguintes tratamentos superficiais:

- 1- Tratamento prévio: Lixamento e polimento com lixas d'água de granulometria 280, 380, 400, 600, 1200 e 2000, seguido por limpeza com água destilada e álcool etílico P.A. Ao final deste processo, as amostras foram desengraxadas em álcool etílico P.A. e secas sob ar quente.
- 2- Tratamento de revestimento: As amostras foram imersas por 30 e 60 min no extrato pirolenhoso.

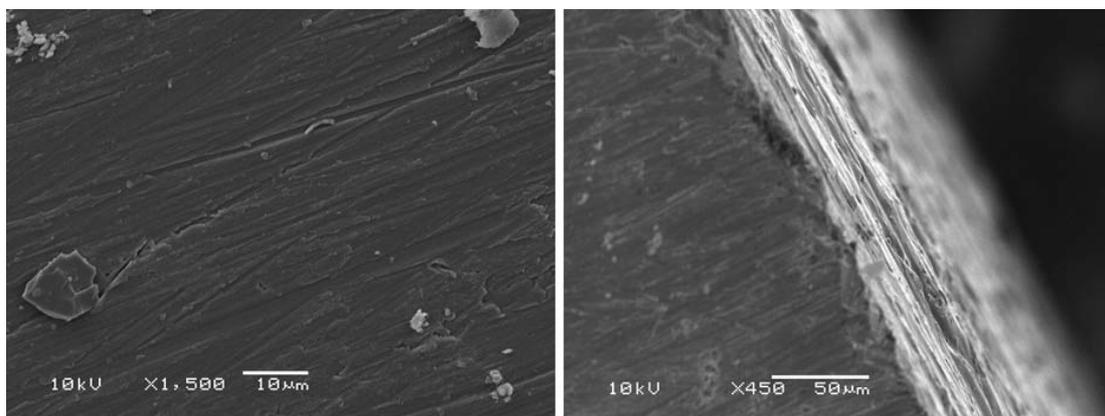
- 3- Tratamento de cura: Consistiu na cura a 80 °C, durante um período de 60 min.
- 4- Delimitação da área exposta aparente: Cola de silicone foi utilizada para delimitar a área superficial aparente de 1 cm<sup>2</sup>. Após aplicação do silicone, as amostras foram mantidas em um dessecador por 24 horas para a cura acética do silicone.

Todos os ensaios eletroquímicos foram realizados em meio contendo 0,1 mol L<sup>-1</sup> NaCl em uma célula tradicional de três eletrodos, sendo utilizado como eletrodo de referência o eletrodo de calomelano saturado, como eletrodo auxiliar uma fita de platina e como eletrodo de trabalho placas de AA2024-T3 com os devidos tratamentos. As medidas eletroquímicas foram realizadas em um potenciostato (PGSTAT-30) da Autolab acoplado a um analisador de resposta de frequência (FRA 2). A amplitude de perturbação de sinal foi de ±10mV em um intervalo de frequência de 100 kHz a 10 mHz nas medidas de espectroscopia de impedância eletroquímica. As medidas de polarização anódica foram realizadas no potencial de circuito aberto até +0,4 V. As imagens de MEV foram obtidas em aparelho Jeol – 5000 com 10 kV de energia.

## Resultados e discussão

### Microscopia Eletrônica de Varredura

Na Fig.1 tem-se a imagem de microscopia eletrônica de varredura que mostra a formação de um filme espesso que reveste a superfície da liga AA 2024-T3.



(A)

(B)

Figura 1: Microscopia eletrônica de varredura da liga de AA2024-T3 revestida com ácido pirolenhoso 30 minutos de imersão (A) frontal e (B) perfil.

### Comportamento Eletroquímico

Todas as amostras revestidas (B- 30 min. e C- 1h de imersão) apresentaram potenciais de circuito aberto deslocados para valores mais positivos, quando comparados com a liga nua, conforme Fig. 2 abaixo. Desta forma, a liga nua apresentando potencial de circuito aberto mais negativo, denota maior atividade eletroquímica, quando comparada as demais amostras.

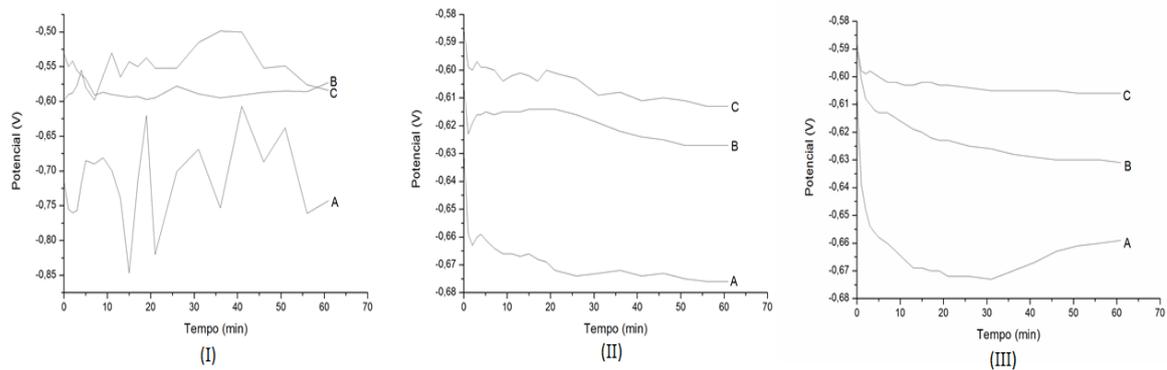


Figura 2: Medidas de potencial de circuito aberto da liga de alumínio 2024-T3 1 nua (A) e com revestida com ácido pirolenhoso (B) 30 minutos e (C) 1 hora de imersão após (I) 1 hora, (II) 3 dias e (III) 7 dias de imersão em NaCl.

As medidas de espectroscopia de impedância eletroquímica confirmam um retardamento de processos difusionais para a liga tratada com ácido pirolenhoso. Para 1 hora de imersão em solução contendo  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  NaCl, a liga tratada apresenta início de perfil difusional em cerca de 53 mHz enquanto que a liga nua apresenta em 1,6 Hz (Fig. 3A). Após 3 dias de imersão, também é observado um adiantamento de processos difusionais sem a presença do tratamento (Fig. 3B). Estes dados condizem com um pré-tratamento anticorrosivo considerando que  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  NaCl trata-se de um meio bastante agressivo para um pré-tratamento anticorrosivo.

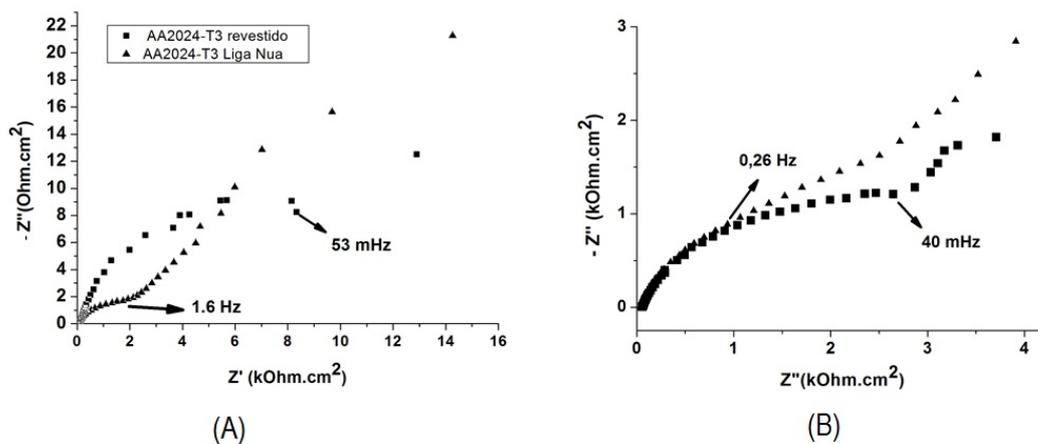


Figura 3: EIE da liga de AA2024-T3 nua (▲) e tratada com ácido pirolenhoso (■) após 1 hora (A) e 3 dias (B) de imersão em solução  $0,1 \text{ Mol.L}^{-1}$  NaCl.

A curva de polarização mostra uma maior resistência à corrosão para a liga tratada com o ácido pirolenhoso comparando com os resultados encontrados para a liga nua em trabalhos prévios [7], concordando com os dados anteriores.

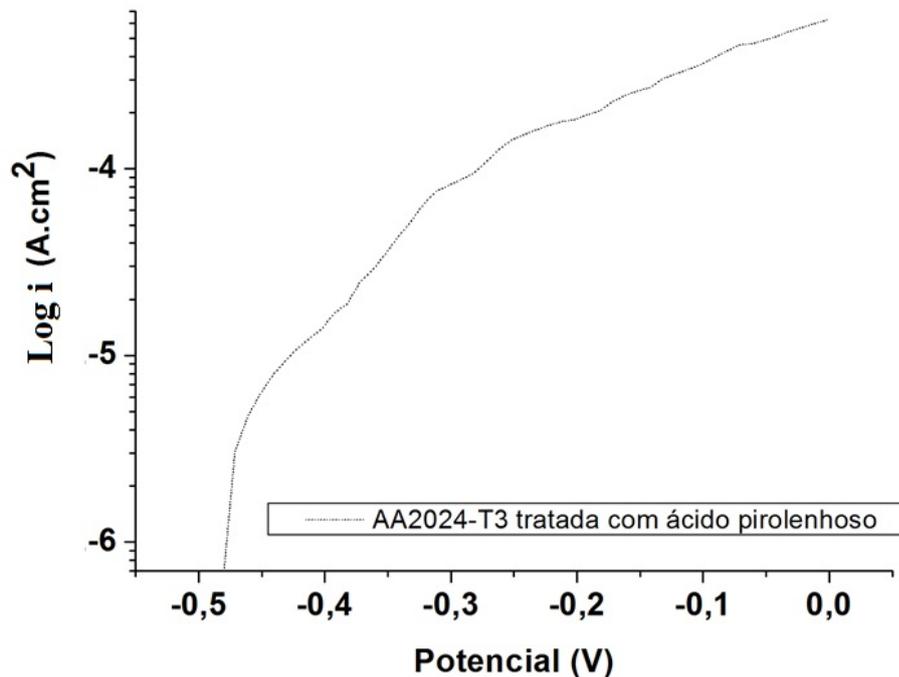


Figura 4: Polarização anódica da liga de AA2024-T3 tratada com ácido pirolenhoso após 1 hora de imersão em solução contendo  $0,1 \text{ Mol.L}^{-1} \text{ NaCl}$ .

## Conclusões

Neste trabalho ficou evidente o benefício do tratamento anticorrosivo das ligas de alumínio AA2024-T3 com o ácido pirolenhoso, o qual aumentou sua resistência de polarização e retardou o comportamento difusional apresentado pela liga nua. Assim, foi possível aliar a nova e eficiente utilização do ácido pirolenhoso como tratamento anticorrosivo com uma boa solução ambiental para os resíduos do condensado da fumaça.

Agradecimentos à FAPERGS

## Referências bibliográficas

- [1] –Zandi R.Z., Langroud A.E., Rahimi A., Sílica based organic-inorganic hybrid nanocomposite coatings for corrosion protection, Prog. Org, Coat. 53: 286-291, 2005
- [2] –Liu Y., Sun D., You H., Chung J.S., Corrosion resistance of organic-inorganic hybrid coatings on 2024 aluminum alloy, Appl. Surf. Sci. 246 : 82-89, 2005
- [3] –Pepe A., Aparicio M., Ceré S., Duran A., Preparation and characterization of cerium doped silica sol-gel coatings on glass and aluminum substrates, Journal of Non-crystalline solids 348: 162-168, 2004
- [4] –Tamborim S. M., Maissonave A., Azambuja D.S., An electrochemical and superficial assessment of the corrosion behaviour of AA2024-T3 treated with

metacryloxypropylmethoxysilane and cerium nitrate, Surf. And Coat. Tech. 202 : 5991-6001, 2008

[5] –Tamborim S.M., Silva S.N., Dias S.L.P., Azambuja D.S., Preparation and electrochemical characterization of amoxicillin-doped acetate films for AA2024-T3 aluminum alloy coatings, Corros. Sci.53: 1571-1580, 2011

[6] - ALVES M.; CAZETTA J. O.; NUNES M. A., OLIVEIRA C. A. L.; COLOMBI C. A. Ação de diferentes preparações de extrato pirolenhoso sobre *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes). Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal-SP, 29 (2) 382-385, 2007

[7] – Tamborim, Sílvia M.M, *Revestimentos anticorrosivos à base de silanos sobre a liga de alumínio 2024-T3*. 2009 174 Fls. Tese (Doutorado em Ciências dos Materiais) – Instituto de Química, UFRGS, Porto Alegre.