








CO2

## **BANHOS DE ANODIZAÇÃO CONTENDO ADITIVOS SUSTENTÁVEIS UTILIZADOS PARA PROTEÇÃO CONTRA CORROÇÃO NA LIGA AA2024-T3**

C. S. Proença<sup>1,2\*</sup> ; B. Serrano<sup>3</sup> ; A. M. Cabral<sup>1</sup> ; J. Correia<sup>2</sup> ; M. E. Araújo<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Instituto de Soldadura e Qualidade, Tagus Park Oeiras, 2740-120 Porto Salvo, [csproenca@isq.pt](mailto:csproenca@isq.pt); [csproenca@fc.ul.pt](mailto:csproenca@fc.ul.pt)

<sup>2</sup> Centro de Química Estrutural - Institute of Molecular Sciences, Universidade de Lisboa

<sup>3</sup> Força Aérea Portuguesa, Alfragide, 2614-506 Amadora

\* a quem deve ser dirigida a correspondência

<https://doi.org/10.34637/s2rd-6r15>

### **RESUMO**

A liga de alumínio 2024-T3 é uma das ligas mais utilizadas na indústria aeronáutica devido às suas boas propriedades mecânicas. No entanto, devido à presença de partículas intermetálicas de cobre na sua matriz, esta liga é muito suscetível à corrosão. O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar a capacidade de inibição da corrosão, de camadas de conversão eletroquímica obtidas com banhos de anodização e posteriormente seladas. Os banhos continham aditivos orgânicos de origem natural. Foram estudados os aditivos orgânicos sorbitol (SSA) e xilitol (XSA), e feita uma comparação com os filmes obtidos no banho de anodização em que foi utilizado o ácido tartárico (TSA). A resistência à corrosão das amostras tratadas foi monitorizada por ensaios de espectroscopia de impedância eletroquímica. Recorreu-se à técnica de voltametria cíclica para obter informação sobre o mecanismo de inibição de cada um dos aditivos envolvidos neste estudo. Para determinar as possíveis interações químicas entre os aditivos com capacidade inibidora utilizados e o substrato, recorreu-se à técnica de Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR). A morfologia das amostras tratadas com estes compostos foi avaliada por microscopia eletrónica de varrimento acoplada com Espectroscopia de Energia Dispersiva de Raios-X.

Palavras-chave: Aeronáutica, Alumínio, Inibidores de corrosão, Revestimentos

### **1. INTRODUÇÃO**

Presentemente existe um interesse acrescido na tentativa de procurar alternativas sustentáveis para vários processos industriais, não sendo a conversão de superfícies exceção. Para a realização do presente trabalho foram selecionados e testados dois aditivos, o xilitol (XSA) e o sorbitol (SSA). O sorbitol e o xilitol são dois polióis [1], ricos em grupos OH. A presença destes grupos funcionais nos inibidores orgânicos é importante, na medida em que é através deles que são estabelecidas as interações com o substrato. Outra condição que levou à escolha destes produtos foi o facto dos mesmos poderem ser obtidos a partir da biomassa florestal através de uma metodologia inovadora, que permite reduzir custos, maximizar a produtividade e minimizar os resíduos gerados e o consumo de energia, sendo por isso uma alternativa sustentável [2]. Atualmente, de forma a minimizar os custos e a preservar o ambiente [3,4], a utilização de inibidores de corrosão ambientalmente sustentáveis e não tóxicos em ligas de alumínio é de grande importância. Pelo que foi exposto, o xilitol e o sorbitol enquadram-se neste perfil o que faz com que se tornem potenciais candidatos a uma possível utilização industrial.

## 2. DESCRIÇÃO

O estudo foi realizado em amostras da liga de alumínio 2024-T3 que foram anodizadas à temperatura de  $35 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  em banhos de ácido sulfúrico (0,46 M) contendo os aditivos orgânicos sorbitol, xilitol ou ácido tartárico. Estas amostras foram posteriormente seladas em água destilada a uma temperatura  $>96 \text{ }^\circ\text{C}$ . A resistência à corrosão das camadas de conversão obtidas foi monitorizada por ensaios de espectroscopia de impedância eletroquímica, realizados com as amostras imersas ao longo de vários dias numa solução naturalmente arejada de NaCl 0,5 M à temperatura ambiente. As medidas foram realizadas aplicando uma perturbação sinusoidal de 8,5 mV ao potencial de circuito aberto, numa gama de frequências que variam entre  $10^{-1}$  a  $10^5$  Hz, registando-se 12 pontos por década. Os resultados obtidos evidenciaram que a camada barreira obtida com os banhos contendo os novos aditivos orgânicos, apresenta melhores propriedades de resistência à corrosão.

Ensaio de voltametria cíclica (-0,8 a 0,8 V vs. SCE) efetuados nos três meios eletrolíticos, revelaram uma diminuição significativa do processo anódico mais relevante em condições de varrimento continuado de potencial, para os inibidores SSA e XSA, não sendo expressiva para o TSA, indiciando um maior poder inibidor por parte do SSA e do XSA.

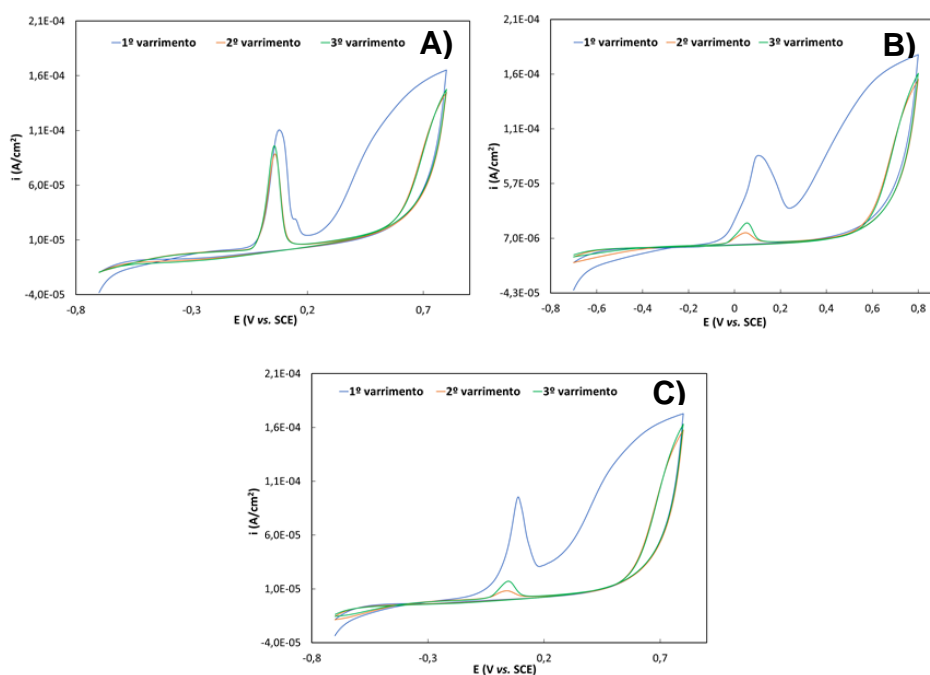


Fig. 1 - Voltamogramas cíclicos do elétrodo AA2024-T3 registados a 50 mV/s em soluções de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,46 M naturalmente arejadas contendo 5 g/L de A) TSA, B) SSA, C) XSA.

Na tentativa de identificar uma possível interação entre os novos inibidores orgânicos e a liga de alumínio 2024-T3 recorreu-se à técnica de FTIR. Os espectros foram obtidos entre os  $4000 \text{ cm}^{-1}$  e  $400 \text{ cm}^{-1}$  com uma resolução de  $4 \text{ cm}^{-1}$  e 128 varrimentos por amostra. A análise realizada aos espectros sugere que a interação entre os inibidores e a superfície do metal ocorre possivelmente através de um grupo OH terminal, resultando na formação dos complexos como os que se encontram representados nas Figuras 2 e 3.

A análise morfológica obtida por SEM-EDS permitiu concluir que as camadas anodizadas e as camadas anodizadas e seladas apresentam uma morfologia diferente observando-se no caso das amostras seladas o aparecimento de cristais em forma de pétala.

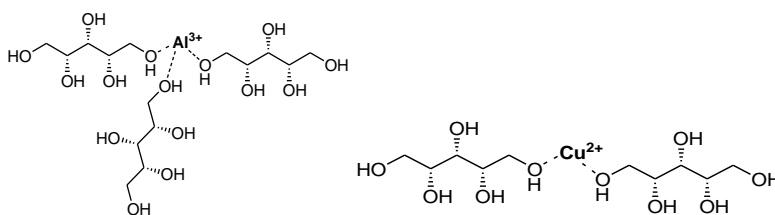


Fig. 2 - Proposta de uma possível interação entre o xilitol e os iões metálicos de alumínio e de cobre.

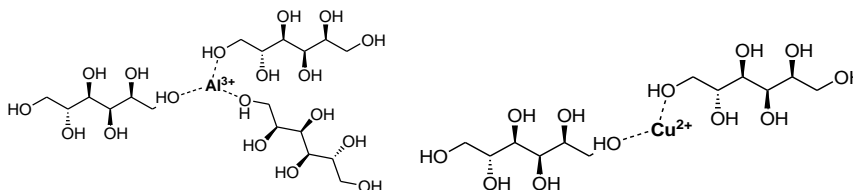


Fig.3 - Proposta de uma possível interação entre o sorbitol e os iões metálicos de alumínio e de cobre.

### 3. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos foi possível concluir que os filmes de conversão produzidos nos banhos de anodização na presença destes novos aditivos naturais, xilitol e sorbitol, surgem como uma alternativa promissora para a prevenção da corrosão uma vez que apresentam boa capacidade de inibição da corrosão. Uma das vantagens da utilização destes produtos está relacionada com o facto de estes serem considerados produtos com valor acrescentado, uma vez que, sendo extraídos da biomassa, contribuem para um aumento da economia circular. O facto de as condições da conversão de superfícies em ligas de alumínio serem as mesmas dos processos de conversão eletroquímica realizados presentemente em contexto industrial, é de certa forma bastante vantajoso, uma vez que diminui o tempo necessário para uma implementação, qualificação e certificação, quer das instalações, quer dos colaboradores que desempenham funções na área dos processos especiais em aeronáutica.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e Tecnologia pelos fundos atribuídos no âmbito dos projetos UIDB/00100/2020, UIDP/00100/2020 (Centro de Química Estrutural) e LA/P/0056/2020 (Instituto de Ciências Moleculares).

### REFERÊNCIAS

- [1] K. Vollhardt, N. Schore, Organic Chemistry: structure and function, *W.H. Freeman and Company* (1999) ISBN:0-7167-2721-8.
- [2] L. Ribeiro, Valorização catalítica de biomassa lenhocelulósica por hidrogenação hidrolítica em produtos de valor acrescentado, *Boletim da Sociedade portuguesa de Química* 42 (2018) 150.
- [3] M.A. Arenas, A. Conde, J. Damborenea, Effect of acid traces on hydrothermal sealing of anodising layers on 2024 aluminium alloy, *Electrochim. Acta* 55 (2010) 8704-8708, <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2010.07.089>
- [4] M. Curioni, Role of tartaric acid on the anodizing and corrosion behaviour of AA 2024 T3 aluminium alloy, *J. Electrochem. Soc.* 156 (4) (2009) C147-C153, <https://doi.org/10.1149/1.3077602>