

## ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO DE ALUMINA DEPOSITADA VIA OXIDAÇÃO ELETROLÍTICA A PLASMA NA LIGA AA2024-T3

III Congresso Online de Engenharia de Materiais. inscrições encerradas, 4ª edição, de 27/04/2021 a 30/04/2021  
ISBN dos Anais: 978-65-89908-00-5

**LUCAS; Rafael Resende <sup>1</sup>, MOTA; Rogério Pinto <sup>2</sup>, ABRAHÃO; Ana Beatriz Ramos Moreira <sup>3</sup>, BOTELHO; Edson Cocchieri <sup>4</sup>, JR.; Pedro William Paiva Moreira <sup>5</sup>, REIS; Jonas Frank <sup>6</sup>**

### RESUMO

#### RESUMO

A oxidação eletrolítica à plasma (PEO) é um tratamento superficial que vem ganhando grandes adeptos devido a operação ambientalmente amigável com utilização de soluções alcalinas e gerando como produto filmes com características até superiores que processos convencionais. Neste estudo, substratos de AA2024-T3 foram tratados em diferentes tensões (150V, 265V e 380V) e tempo de 210 segundos, tendo seus filmes caracterizados por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR). Os filmes formados possuem em sua composição alumina ( $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), além de hidróxidos formados durante o processo eletrolítico, além de grupos funcionais Si-O-Si.

#### ABSTRACT

Plasma electrolytic oxidation (PEO) is a superficial treatment that has been gaining great adherents due to environmentally friendly operation with the use of alkaline solutions and generating as a product films with characteristics even superior than conventional processes. In this study, substrates of AA2024-T3 were treated at different voltages (150V, 265V and 380V) and time of 210 seconds, and their films were characterized by Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR). The films formed have in their composition alumina ( $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), in addition to hydroxides formed during the electrolyte process, in addition to functional groups Si-O-Si.

### INTRODUÇÃO

O alumínio é um metal que possui naturalmente uma alta resistência química, isso devido a formação de uma camada nanométrica de alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), porém ligas da família 1XXX não possuem grande aplicabilidade devido a sua baixa resistência mecânica, sendo então necessário o incremento de elementos de liga como Cu, Mg, Ti, Mn etc.; como ocorre na liga 2024-T3 Al-Cu (majoritariamente). Porém com este incremento o alumínio perde significativamente sua resistência a corrosão, pela formação de micro pares galvânicos, acarretando em corrosão localizada “pites” [1]. A oxidação eletrolítica a plasma, popularmente conhecida como “anodização a plasma” é um tratamento ambientalmente amigável, devido a sua utilização como eletrólitos alcalinos, não havendo necessidade de pré-tratamentos dos substratos com materiais cancerígenos, como ocorre em processos anódicos convencionais, produz filmes da ordem de micrometros com características tribológicas iguais ou superiores a filmes produzidos pelo processo convencional, porém com menor tempo de processamento [2].

<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), rr.lucas@unesp.br

<sup>2</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), rogerio.mota@unesp.br

<sup>3</sup> Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba (FATEC), ana.abrahao@fatec.sp.gov.br

<sup>4</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), edson.botelho@unesp.br

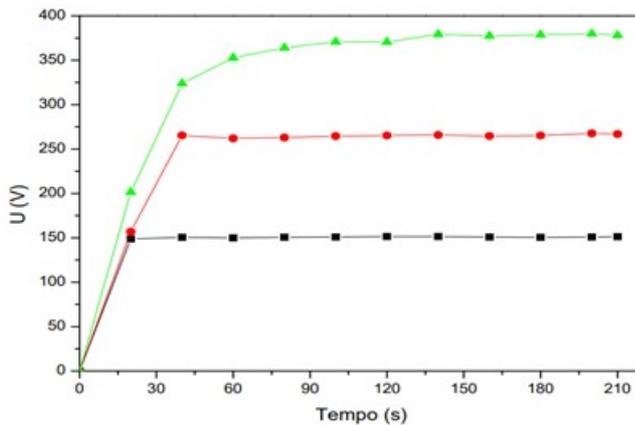
<sup>5</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), pedro\_kcond28@hotmail.com

<sup>6</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), jonas.frank@unesp.br

## METODOLOGIA

Substratos de alumínio AA2024-T3 com dimensões de 25x25x3 mm foram submetidos a limpeza em cuba ultrassônica com álcool isopropílico por 20 minutos, secas em temperatura ambiente e posteriormente foram submetidos ao tratamento de oxidação eletrolítica a plasma em solução alcalina (pH=13), contendo silicato de sódio (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) e Fosfato Trissódico (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) nas concentrações de 15,0 g/l e 1,5 g/l respectivamente. Neste trabalho foram realizados 3 processos em diferentes tensões (150V, 265V e 380V) com tempo de 210 segundos, representados na figura 1; após os processos as amostras foram secas e armazenadas em placas de petri com papel macio para que fossem caracterizadas posteriormente. A caracterização para este estudo ocorreu a partir da espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR), realizada na Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP) – Câmpus de Guaratinguetá, no laboratório de plasma com espectrômetro Perkin Elmer Spectrum 100 FT-IR com módulo ATR.

Figura 1 – Gráfico de tensão x tempo



Fonte: Dos Autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na fig. 2 espectros de dados extraídos dos filmes foram analisados no intervalo de 4000 a 650 cm<sup>-1</sup>; no espectro natural do filme da liga AA2024-T3 sendo observado poucas bandas de absorção originadas da camada de óxido nanométrico nativa. Também, a partir desta avaliação, observa-se que com a variação de tensão aplicada os filmes apresentaram espectros distintos; a banda de absorção presente no intervalo de 3650 ~ 3300 cm<sup>-1</sup> podem ser atribuídos a vibrações de ligações -OH originados de hidróxidos formados durante o processo, como NaOH, Al-OH até mesmo de água absorvida pelo filme de alumina, sendo está confirmada pelo pico de absorção presente em 1650 cm<sup>-1</sup> [2]; no espectro de 380V há evidente uma região de absorção centralizado em 1380 cm<sup>-1</sup>, sendo atrelado a ligações COx - sendo consideradas contaminações do filme, assim como também a região de absorção entre 2350 ~ 2000 cm<sup>-1</sup> [3].

Figura 2 – FT-IR de filmes de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> produzidas via PEO em 210 s.

<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), rr.lucas@unesp.br

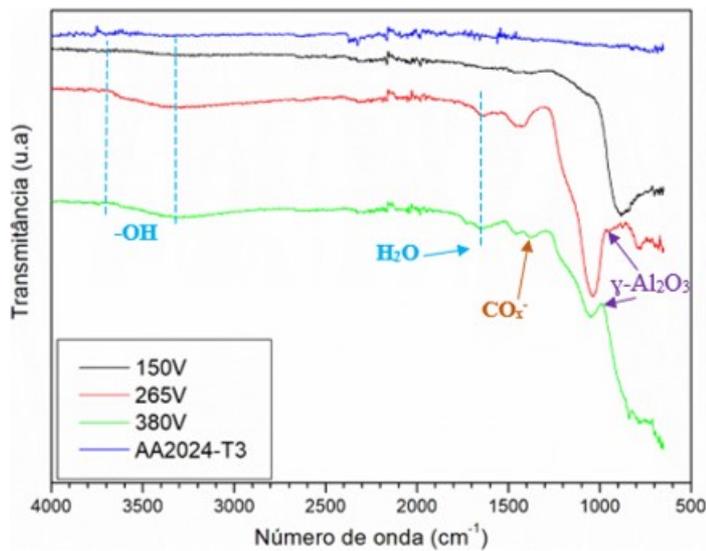
<sup>2</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), rogerio.mota@unesp.br

<sup>3</sup> Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba (FATEC), ana.abrahao@fatec.sp.gov.br

<sup>4</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), edson.botelho@unesp.br

<sup>5</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), pedro\_kcond28@hotmail.com

<sup>6</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), jonas.frank@unesp.br



Fonte: Dos Autores.

Absorções presentes abaixo de 1000  $\text{cm}^{-1}$  estão relacionadas com a presença de alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) em diferentes orientações atômicas, além de estiramentos Si-O e mulita ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ), assim como os picos de absorções presentes em 970  $\text{cm}^{-1}$  sendo intimamente atrelados a fase cristalina de  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  [2;4].

## CONCLUSÕES

De acordo com os espectros, observa-se que o processo garantiu a formação de filmes óxidos ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) com incrementos de sílica ( $\text{SiO}_2$ ), além de outros grupos de hidróxidos ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{Al-OH}$  etc.). Pode-se inferir, a partir destes espectros, que o filme possui micro porosidade elevada devido as bandas de absorções atreladas a  $\text{H}_2\text{O}$  encontradas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ELABAR, D. et al. Anodizing of aluminium and AA 2024-T3 alloy in chromic acid: Effects of sulphate on film growth. Artigo. *Surface & Coating Technology* 309 (2017) 480- 489. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2016.11.108>;
- [2] LUCAS, R. R. et al. Caracterização morfológica e química de filmes óxidos produzidos por anodização a plasma da liga de alumínio 5052 em solução contendo silicato de sódio e fosfato de sódio. 2020. Artigo Técnico. (Revista Brasileira de Aplicação no Vácuo). Doi: <http://dx.doi.org/10.17563/rbav/v39i1.1154>;
- [3] ZHANG, G. et al. Active corrosion protection by a smart coating based on a MgAllayered double hydroxide on a cerium-modified plasma electrolytic oxidation coating on Mg alloy AZ31. Artigo. *Corrosion Science* 139 (2018) 370-382. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2018.05.010>;
- [4] MORAES, G. FTIR ATR aplicado à discriminação de microalgas planctônicas verdes cocóides. 2014. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo financiamento do programa de pós-graduação em engenharia mecânica e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa

**PALAVRAS-CHAVE:** AA2024-T3, PEO, Tratamento superficial

<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), rr.lucas@unesp.br  
<sup>2</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), rogerio.mota@unesp.br  
<sup>3</sup> Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba (FATEC), ana.abrahamo@fatec.sp.gov.br  
<sup>4</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), edson.botelho@unesp.br  
<sup>5</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), pedro\_kcond28@hotmail.com  
<sup>6</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), jonas.frank@unesp.br

<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), rr.lucas@unesp.br  
<sup>2</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), rogerio.mota@unesp.br  
<sup>3</sup> Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba (FATEC), ana.abrahao@fatec.sp.gov.br  
<sup>4</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), edson.botelho@unesp.br  
<sup>5</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), pedro\_kcond28@hotmail.com  
<sup>6</sup> Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (FEG/UNESP), jonas.frank@unesp.br