

## Filmes Superhidrofóbicos em Substrato de Alumínio

**FERNANDO MORAES**<sup>1</sup>; **CAROLINE SCHMECHEL**<sup>2</sup>; **PEDRO LOVATO GOMES**<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – ferengmat2013@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – carol\_schmechel@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – pedro.lovato@ufrgs.br*

### 1. INTRODUÇÃO

Ligas de Alumínio são muito utilizadas em diversas áreas, como por exemplo: construções, utensílios domésticos, automóveis, bicicletas entre outros. Porém, em alguns casos específicos, a aplicação de filmes e funcionalização da superfície do alumínio, podem trazer maiores benefícios para estes casos. O processo de funcionalização basicamente é a deposição de um filme sobre a superfície com baixa energia livre que proporciona certa proteção ao metal. Estes filmes com uma fina camada de um ou vários reagentes químicos se ligam covalentemente ao metal proporcionando então a propriedade hidrofóbica impedindo a adesão de compostos químicos na superfície do metal (Michels, et al., 2010).

Um exemplo muito comum é a funcionalização com um filme de PTFE (Teflon) na superfície de panelas e frigideiras de alumínio, para transformar a superfície hidrofóbica e então antiaderente. Muitos trabalhos já foram realizados na área de filmes em substratos de alumínio, porém na maioria das vezes são utilizados Teflon como material para funcionalização. O que não é muito interessante, pois além de caro, de acordo com a Green Living Ideas (2012), quando o PTFE, por exemplo, é utilizado em uma panela antiaderente, este é degradado com o tempo e libera um agente químico altamente tóxico, podendo provocar danos ao fígado e á tireoide. Apesar destes fatos, o PTFE continua sendo largamente utilizado em panelas e frigideiras antiaderentes no mundo inteiro.

O objetivo deste trabalho é desenvolver e realizar a deposição por dip-coating de um filme homogêneo com uma boa resistência mecânica e boa adesão, ou seja, não seja retirado facilmente, e que conceda, após a funcionalização, uma propriedade superhidrofóbica para a superfície do alumínio, tornando-o um material antiaderente. Esta propriedade superhidrofóbica é a mesma observada na folha de lótus, onde uma gota de água sobre a superfície com uma baixa área de contato entre o sólido e o líquido, apresenta um angulo de contato  $> (150^\circ - 160^\circ)$  e o angulo que inclinação para que deslize  $< (5^\circ - 10^\circ)$  Erbil et al. (2013).

Como objetivo secundário visamos a comparação das propriedades de molhabilidade e das propriedades mecânicas e topográficas de diferentes deposições de óxidos sob a ação de desbastamento químico, mantendo-se constantes as características químicas e estruturais do agente funcionalizante.

## 2. METODOLOGIA

Os filmes foram sintetizados pelo processo de sol-gel. Foram produzidas soluções de alumina, sílica e titânia e depositadas por dip-coating em chapinhas de alumínio 6061, polidas e limpas. Um desbastamento químico foi realizado para aumentar a rugosidade destas superfícies e depois estas foram funcionalizadas com silano. A alumina, a sílica e a titânia foram escolhidas por apresentarem uma deposição homogênea, boa adesão ao substrato e, no caso da Sílica e da Titânia, boa resistência mecânica. Estes óxidos em conjunto com o Silano, diferem do PTFE, pois não apresentam toxicidade, podendo ser utilizados em panelas e frigideiras<sup>4,5</sup>.

### 2.1 MATERIAIS

Os reagentes utilizados para fazer o sol-gel de sílica foram: TEOS (tetraethyl orthosilicate), ácido clorídrico (HCl), água destilada (H<sub>2</sub>O) e álcool etílico absoluto (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O). Para a funcionalização foi utilizado o silano (trimethoxy-propyl-silane) e para o etching foi utilizado ácido fluorídrico 2% dissolvido em água destilada (v/v). (acerescerntar receita alumina)

### 2.2 PREPARO DO SOL-GEL

Para o preparo do sol-gel de sílica foram utilizados na proporção em mols de (1/ 2 /0,12) os reagentes: álcool, água e TEOS, respectivamente. Primeiramente foi adicionado o álcool e o TEOS em um bêquer com um agitador magnético. Antes da adição da água na solução, esta teve seu ph controlado em ph 3 com o ácido clorídrico, só então depois por ultimo ela foi adicionada. A solução permaneceu no agitador magnético por três horas na temperatura ambiente, para ocorrer a completa hidrólise da solução.

### 2.3 PREPARAÇÕES DOS SUBSTRATOS E DEPOSIÇÃO

Foram cortados chapinhas de alumínio no tamanho de 15 x 40 x 3 mm. Depois de cortadas às amostras foram lixadas em cinco lixas com diferentes granulometrias para melhor perfeição do acabamento com o objetivo de eliminar riscos e marcas mais profundas da superfície, dando um acabamento a esta superfície, e preparando-a para o polimento. As granulometrias utilizadas foram: 120, 280, 400, 600 e 1200. Depois de lixadas as amostras foram polidas em uma Politriz, para acabamento superficial polido isento de marcas.

Também foram utilizados, lâminas de vidro como substrato, uma vez que para testes, lâminas de vidro são mais baratas. Os substratos de alumínio e vidro foram colocados em acetona e álcool isopropílico no ultrassom Figura 1, por meia hora em cada solução, para eliminação da gordura e limpeza dos substratos, e posteriormente secos em estufa a 80°C.

Depois de limpos e secos, estes foram colocados no dip-coating, e então foram depositados os filmes de alumina, sílica e titânia, com diferentes parâmetros de velocidade de subida, velocidade de descida e tempo de imersão. Após a deposição o substrato com o filme é colocado em um forno mufla, a uma temperatura de 400°C por 20 minutos, para secagem do filme e ocorrer às ligações dos filmes com os substratos.



Figura 1 – Ultrassom à esquerda e Dip-coating à direita.

## 2.4 ETCHING E FUNCIONALIZAÇÃO

De acordo com Menini, et al. (2011), o etching é um ataque químico que aumenta a rugosidade da superfície, propriedade necessária para obter uma superfície superhidrofóbica. Então foi realizado etching com ácido fluorídrico em diferentes concentrações (0,5; 1 ; 2 ; 10 e 20%) de volume em água destilada, e com diferentes tempos de imersão dos substratos. O etching foi realizado antes e/ou depois da deposição do filme.

Para funcionalização foi utilizado o silano (trimethoxy-propyl-silane), álcool etílico e água destilada em diferentes concentrações de volume: (0.1/1/1); (0.1/1/0.5); (0,1/1/2) e diversas outras. Os líquidos foram adicionados em um bêquer e foram agitados magneticamente por trinta minutos e sucessivamente agitados em ultrassom por mais trinta minutos antes da deposição nos substratos com os filmes Figura 4.



Figura 4 – Substratos de Aluminio: o superior com filme de sílica, etching de 2%HF e funcionalização; inferior apenas polido e limpo.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras já foram enviadas para caracterização. Serão realizadas as medidas de ângulo de contato e histerese, morfologia, topografia e resistência mecânica. Foi possível obter um filme homogêneo, e foi possível aplicá-lo nos substratos de alumínio e vidro. Porém, o resultado obtido visualmente na Figura 5, onde foi pingado gotas de água com uma pipeta, aparenta ser um filme hidrofóbico aproximando-se do objetivo que são filmes superhidrofóbicos, mas, ainda assim, o resultado é promissor, Figura 5.



Figura 5 – Filme de Sílica com etching e funcionalizado com silano.

#### 4. CONCLUSÕES

Foi possível obter um filme hidrofóbico, com boa adesão, e este ainda pode ser melhorado, pois as caracterizações da topografia e da molhabilidade deste filme podem indicar um caminho mais promissor.

Um dos processos que ainda deve ser estudado é o etching na superfície do filme, porque o tipo e a concentração de ácido, bem como, o tempo de imersão mudam a topografia do filme de acordo com o substrato, o filme aplicado e a espessura do mesmo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Green Living Ideas. **How Toxic is Teflon?**. Sustainable Enterprises Media, Inc., 16 jun. 2012. Especiais. Acessado em 10 jul. 2016. Online. Disponível em: <https://www.greenme.com.br/alimentar-se/alimentacao/4-o-teflon-solta-substancias-quimicas>
2. MICHELS, A. F., et al., **Processo de preparação de superfícies superhidrofóbicas e auto-limpantes**. Creative Commons License, 03 jan 2012. Especiais. Acessado em 6 de junho de 2016. Online. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/62496>
03. ERBIL, H.Y.; DEMERIEL, A.L.; AVCI, Y. and MERT, O. Transformation of a Simple Plastic into a Superhydrophobic Surface, **Science**, v.299, n.5611, p.1377-1380, 2003.
4. MENINI, R.; ZAHIRA G.; MASOUD, F. Highly resistant icephobic coatings on aluminum alloys. **Cold Regions Science and Technology**, Canada, v.65 n. 1, p. 65-69, 2011.
5. JIANG, X., et al., Preparation of Ordered Mesoporous Alumina-Doped Titania Films with High Thermal Stability and Their Application to High-Speed Passive-Matrix Electrochromic Displays, **Chemistry—A European Journal**, v19, n.33, p.10958-10964, 2013.