

# Efeito da temperatura de cura e da dupla camada em filmes híbridos modificados com plastificante aplicados em folhas de flandres

Juliana Grolli Lucca\*  
Iduivirges Lourdes Muller\*\*

## INTRODUÇÃO

Os revestimentos híbridos obtidos pelo processo sol-gel baseiam-se em duas importantes reações: hidrólise e condensação. A cinética das reações de hidrólise e condensação varia com a modificação da temperatura de cura havendo alterações nas propriedades intrínsecas do gel, podendo-se obter um aumento na espessura da camada e um melhor efeito barreira contra a corrosão das folhas de flandres utilizadas no setor de embalagens. Além disso, pode-se obter esse mesmo efeito aumentando-se o número de camada, mas tendo o cuidado de evitar problemas de delaminação. Assim, o objetivo do trabalho é revestir a folha de flandres com um filme híbrido obtido a partir de um sol constituído pelos precursores alcoóxidos: 3-(trimetoxisililpropil)metacrilato (TMSM), com adição de nitrato de cério (0,01M) e do plastificante de di-isodecil adipato na concentração de 2% na formulação do sol. Os filmes foram obtidos pelo processo de *dip-coating*, aplicando-se mono e dupla camada e foram curados em diferentes temperaturas (60 e 90°C) durante 20 minutos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

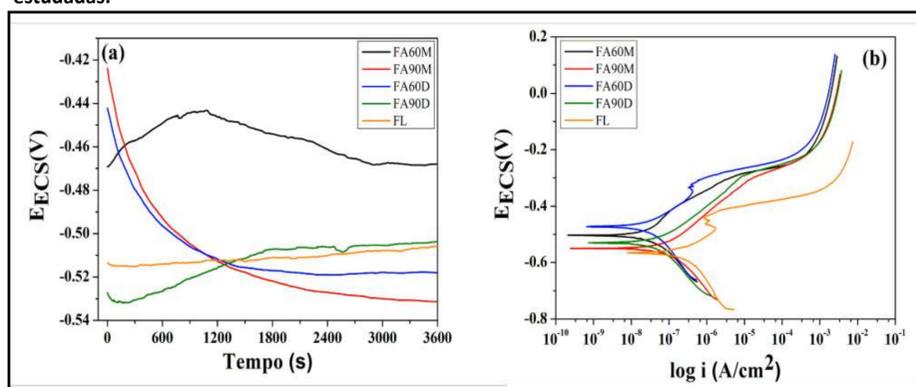
### Preparação das amostras

Para a elaboração dos filmes híbridos, as reações de hidrólise dos filmes híbridos através dos precursores silanos (TEOS) tetraetoxisilano (C<sub>8</sub>H<sub>20</sub>SiO<sub>4</sub>) e (TMSM) 3-(trimetoxisililpropil)metacrilato (C<sub>10</sub>H<sub>20</sub>SiO<sub>5</sub>) foram conduzidas em soluções TEOS/TMSM/álcool/água na proporção de concentração molar (mol/L) de 1:0,125:10,327:7,875, respectivamente, com adição de nitrato de cério na concentração de 0,01M e 2% do flexibilizante di-isodecil adipato. A aplicação das soluções contendo os silanos hidrolisados foi realizada pelo processo de *dip-coating*, com velocidade de entrada e retirada de 10 cm.min<sup>-1</sup>. O tempo de permanência do substrato no sol foi de 5 minutos. Os filmes híbridos foram curados por tratamento térmico analisando-se duas temperaturas de cura 60 e 90 °C, por 20 minutos, e verificou-se a influência da aplicação de monocamada e dupla camada. A tabela abaixo mostra a descrição das amostras utilizadas neste trabalho.

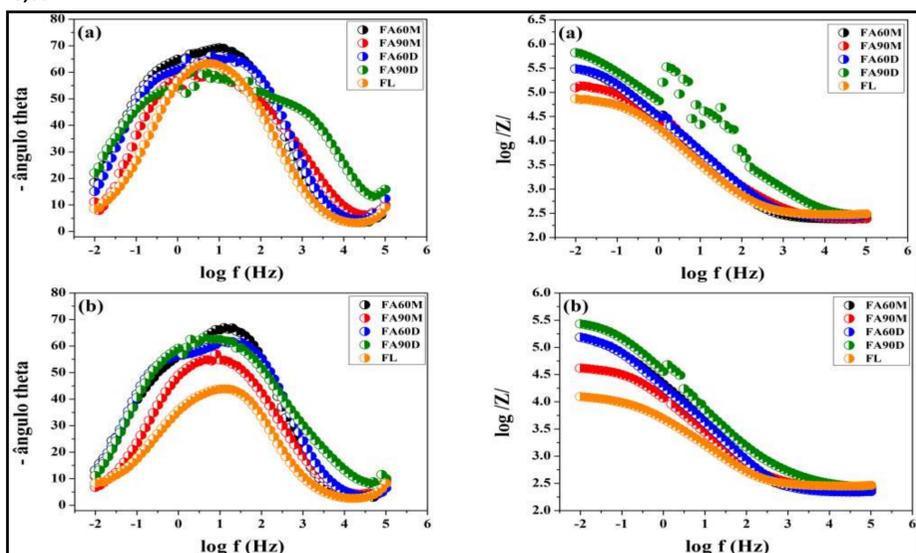
### Nomenclatura adotada para descrever as amostras

Amostra	Descrição
FA60M	Folha de flandres revestida filme híbrido curada a 60°C por 20 minutos com aplicação de monocamada
FA90M	Folha de flandres revestida filme híbrido curadas a 90°C por 20 minutos com aplicação de monocamada
FA60D	Folha de flandres revestida filme híbrido curada a 60°C por 20 minutos com aplicação de dupla camada
FA90D	Folha de flandres revestida filme híbrido curada a 90°C por 20 minutos com aplicação de dupla camada
FL	Folha de flandres sem revestimento com filme híbrido

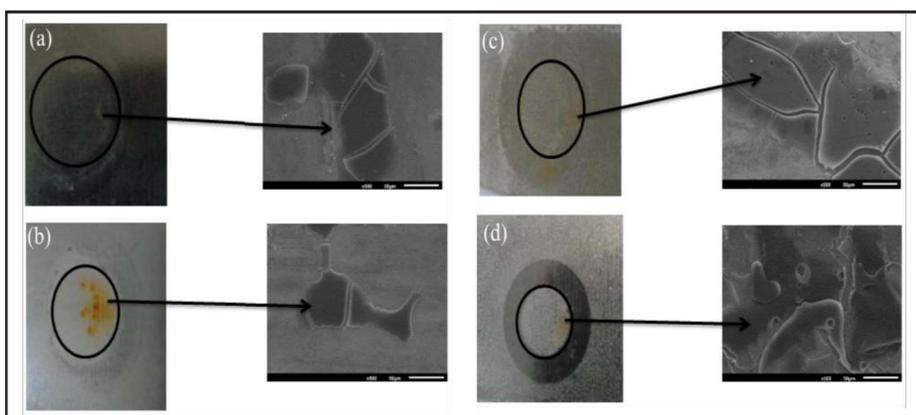
Monitoramento do potencial de circuito aberto (a) e curva de polarização (b) para as amostras estudadas.



Diagramas de Bode obtidos em (a) 24 horas de imersão e (b) 96 horas de imersão em solução de NaCl 0,05M.

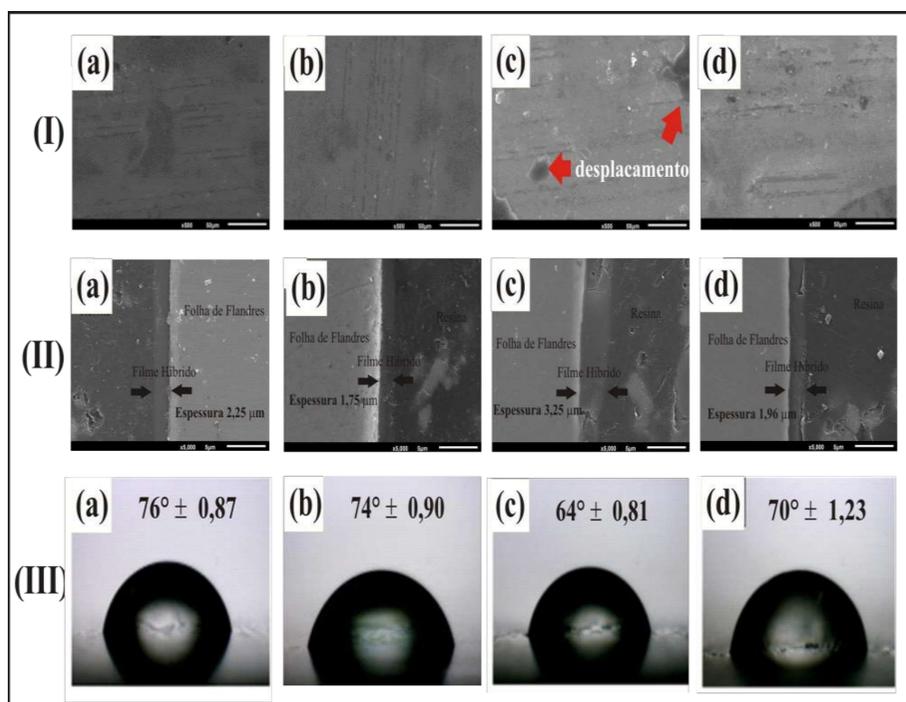


MEV obtido após 96 horas do teste de impedância eletroquímica para as amostras: (a) FA60M, (b) FA90M, (c) FA60D e (d) FA90D.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Micrografias obtidas por MEV da superfície das amostras (I), espessura de camada (II) e ângulo de contato (III) para os filmes híbridos: (a) FA60M, (b) FA90M, (c) FA60D e (d) FA90D.



## CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados com os filmes híbridos, conclui-se que a elevação da temperatura de cura dos filmes híbridos não causa grandes melhorias nos sistemas com monocamada. Para os sistemas de dupla camada, pode-se observar que a elevação da temperatura de cura de 60°C para 90°C promoveu uma melhora na adesão da segunda camada sob a primeira, garantindo um filme protetivo uniforme, sem fissuras nem deslocamento. Os resultados, também mostraram que a temperatura e o número de camadas interferem no efeito barreira contra a corrosão, sendo o filme híbrido obtido na temperatura de 90°C e com a aplicação da dupla camada o que apresentou o melhor desempenho nos ensaios eletroquímicos.