

# REVESTIMENTOS HÍBRIDOS PARA A PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO DE FOLHAS DE FLANDRES

Maurício Aguiar Del Vecchio\*  
Célia de Fraga Malfatti\*\*

## 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 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 (TMSPMA) e tetraetoxisilano (TEOS), 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.

## METODOLOGIA

### Preparação da amostra

Para a elaboração dos filmes híbridos, as reações de hidrólise dos filmes híbridos através dos precursores silanos (TEOS) tetraetoxisilano ( $C_8H_{20}SiO_4$ ) e (TMSPMA) 3-trimetoxisililpropil metacrilato ( $C_{10}H_{20}SiO_5$ ) foram conduzidas em soluções TEOS/TMSPMA/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.

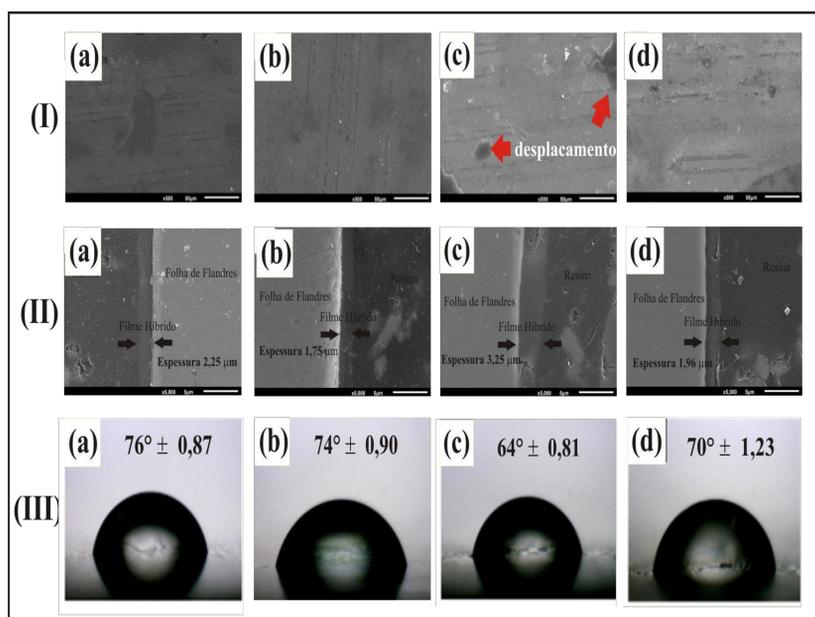
### Nomenclatura adotada para descrever as amostras

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

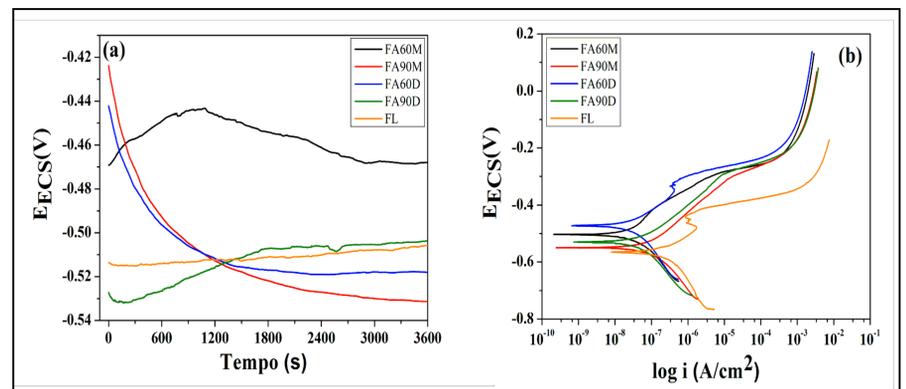
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização eletroquímica incluiu monitoramento do potencial de circuito aberto (OCP), polarização potenciodinâmica e espectroscopia de impedância eletroquímica (EIS). A morfologia dos revestimentos foi avaliada com uso de microscopia eletrônica de varredura (MEV). O ângulo de contato foi medido pelo método da gota sésil.

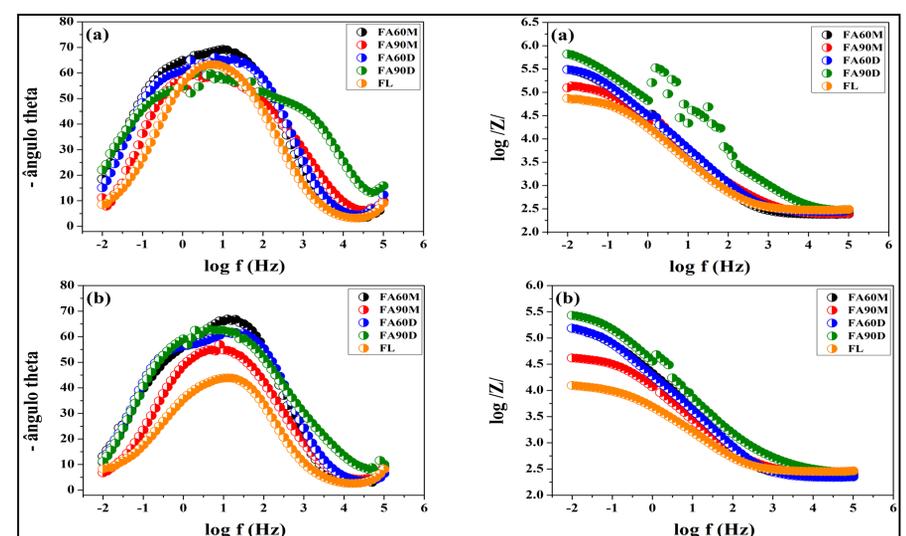
Micrografias obtidas por MEV da superfície das amostras (I), espessura de camada (II) e ângulo de contato (III) para os filmes híbridos: (a) FA60M, (b) FA90M, (c) FA60D e (d) FA90D.



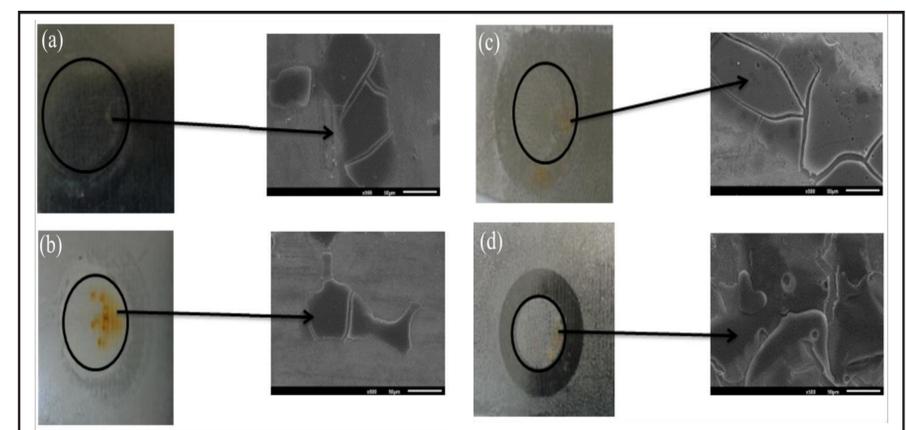
Monitoramento do potencial de circuito aberto (a) e curva de polarização (b) para as amostras estudadas.



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.



## CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados com os filmes híbridos, concluiu-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 protetor uniforme. Os resultados também mostraram que a temperatura e o número de camadas interferem no efeito barreira contra a corrosão.