

Resistência à corrosão de filmes híbridos siloxano-PMMA aplicados sobre folhas de flandres: influência da adição de TEOS

Paloma Bertoli*
Sandra R. Kunst
Célia F. Malfatti**
Iduvirges L. Muller***

Os pré-tratamentos baseados nos sistemas siloxano-PMMA têm mostrado resultados promissores atraindo também a atenção das indústrias nos últimos anos, pois esses revestimentos híbridos melhoram as características de proteção contra a corrosão das folhas de flandres e as propriedades de adesão dos revestimentos orgânicos sobre esse substrato, além de provocar menores impactos ambientais comparados à cromatização. O objetivo do presente trabalho é revestir as folhas de flandres com um filme híbrido obtido a partir de um sol constituído pelos precursores alcoóxidos: 3-(trimetoxisililpropil)metacrilato (TMSM), poli(metacrilato de metila) PMMA e tetraetoxissilano (TEOS) variou-se em três níveis a concentração de TEOS (1, 2 e 3). Os filmes foram obtidos pelo processo de *dip-coating* e tratados termicamente por 3 horas numa temperatura de 160 °C.

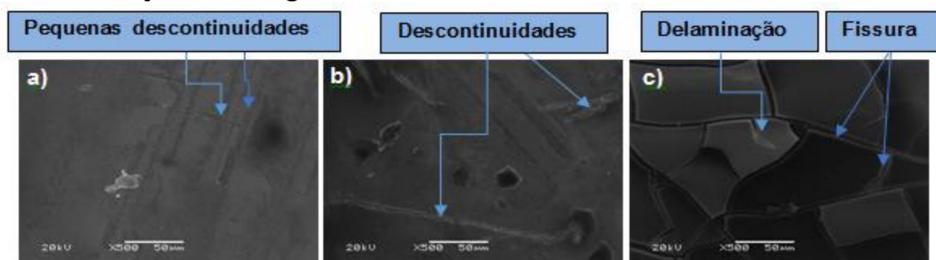
MATERIAIS E MÉTODOS

Os filmes híbridos foram obtidos sobre o substrato de folhas de flandres a partir de um sol constituído pelos precursores silanos: 3-(trimetoxisililpropil)metacrilato (TMSM - $C_{10}H_{20}O_5Si$) e tetraetoxissilano (TEOS - $C_8H_{20}O_4Si$), com adição de metacrilato de metila (MMA). A metodologia sol-gel foi empregada na preparação dos materiais híbridos orgânico-inorgânicos. Na preparação da fase inorgânica, foi realizada a síntese dos precursores TEOS e TMSM esses foram misturados a 60°C por 1 hora e a hidrólise foi efetuada em meio de pH=3, utilizando ácido nítrico como catalisador e etanol e água como solventes. Os filmes foram obtidos pelo processo de *dip-coating*, com velocidade de retirada 14 cm.min⁻¹. Posteriormente, os substratos revestidos foram tratados termicamente (cura) a uma temperatura próxima de 160°C por 3 horas sob uma taxa de aquecimento de 5°C/minuto.

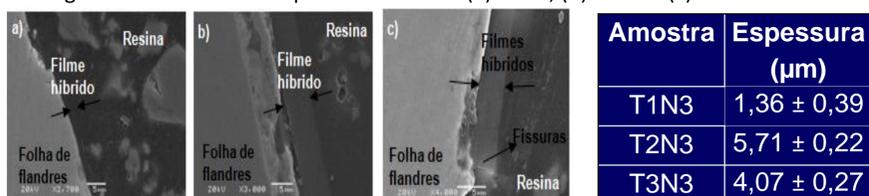
Amostra	Descrição
T1N3	Folha de flandres revestida c/ filme híbrido c/ adição de TEOS (nível 1), c/ ácido nítrico e pH=3
T2N3	Folha de flandres revestida com filme híbrido com adição de TEOS (nível 2, maior concentração de TEOS em relação ao nível 1), c/ ácido nítrico e pH=3.
T3N3	Folha de flandres revestida c/ filme híbrido c/ adição de TEOS (nível 3, maior concentração de TEOS em relação ao nível 2), c/ ácido nítrico e pH=3.
FI	Folha de flandres sem revestimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

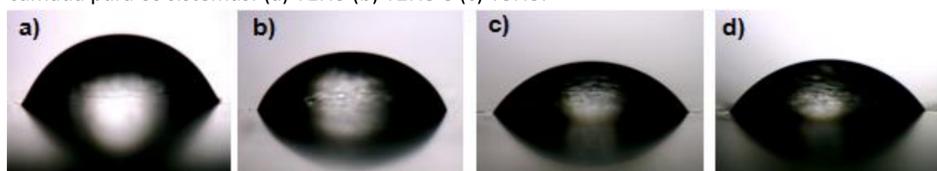
Caracterização morfológica



Micrografias obtidas ao MEV para os sistemas: (a) T1N3, (b) T2N3 e (c) T3N3.



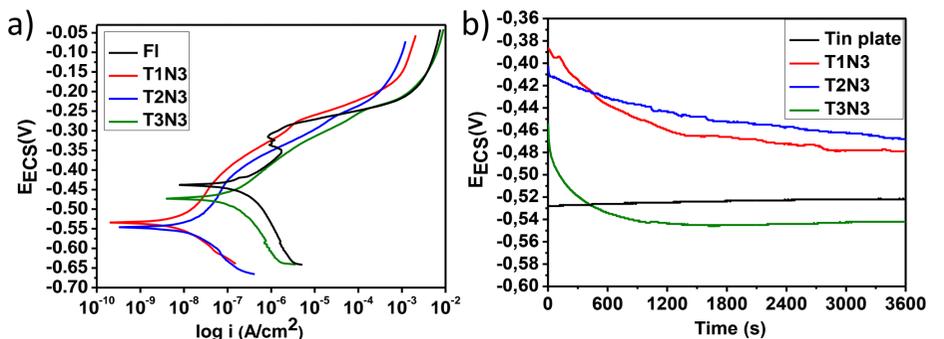
Micrografias obtidas por MEV com corte transversal para a determinação da espessura de camada para os sistemas: (a) T1N3 (b) T2N3 e (c) T3N3.



Amostra	Ângulo de contato
T1N3	69°±0,5
T2N3	65°±0,6
T3N3	58°±0,4
FI	73°±1,9

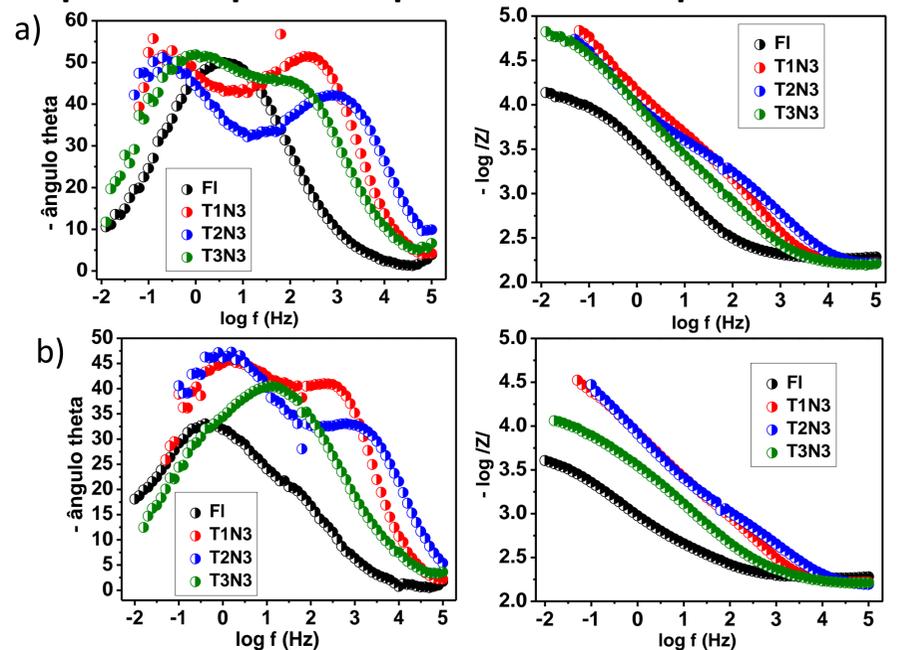
Imagens obtidas para determinação do ângulo de contato: (a) FI, (b) T1N3, (c) T2N3 e (d) T3N3.

Potencial de Circuito aberto e curvas



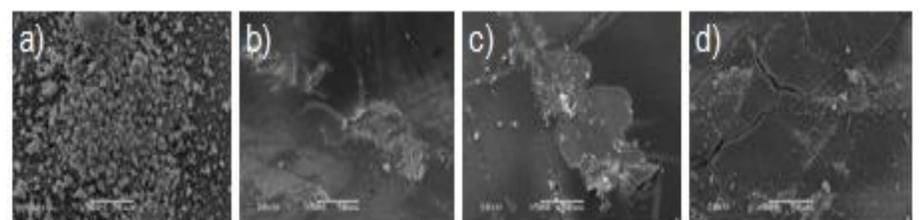
Gráficos: (a) medida de potencial de circuito aberto e (b) curvas de polarização.

Espectroscopia de Impedância Eletroquímica



Diagramas de Bode obtidos para a folha de flandres sem revestimento e pós-tratado com os filmes híbridos siloxano-PMMA em solução de NaCl 0,05 M: (a) 24 horas de imersão e (b) 96 horas de imersão.

Amostras	i_{corr} (A/cm ²)	E_{corr} (mV)	R_p (Ω)
FI	$4,71 \times 10^{-7}$	-439	$5,54 \times 10^4$
T1N3	$1,87 \times 10^{-8}$	-534	$1,40 \times 10^6$
T2N3	$3,25 \times 10^{-8}$	-547	$8,01 \times 10^6$
T3N3	$2,62 \times 10^{-7}$	-472	$1,01 \times 10^5$



Imagens obtidas após 96 horas de impedância eletroquímica para as amostras: (a) FI, (b) T1N3, (c) T2N3 e (d) T3N3.

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que as amostras T1N3 e T2N3 apresentaram o melhor desempenho nos testes eletroquímicos. Para esses filmes híbridos não foram observadas a presença de fissuras. O filme de siloxano-PMMA híbrido obtido com maior concentração de TEOS (T3N3) apresentou fissuras devido à intensa densificação do filme promovida pela adição excessiva de TEOS, comprometendo desse modo a resistência à corrosão.

*lomabertoli@hotmail.com

**celia.malfatti@ufrgs.br

***ilmuller@ufrgs.br