

REVESTIMENTOS HÍBRIDOS OBTIDOS POR SOL-GEL PARA A PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO DO AÇO GALVANIZADO: INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CÉRIO E DO pH

Karine Parise*
Sandra Raquel Kunst*
Célia de Fraga Malfatti*

Introdução

Revestimentos híbridos obtidos por processo sol-gel têm sido propostos como uma alternativa para o pós-tratamento de revestimentos de zinco, a fim de substituir processos de cromatização e fosfatização. O desempenho dos revestimentos híbridos pode ser melhorado a partir da adição de inibidores de corrosão. Uma variável importante para a formação dos filmes híbridos é o pH da solução, que é considerado o parâmetro responsável pela estabilidade do sistema em solução aquosa. O objetivo do presente trabalho é revestir o aço galvanizado com um filme híbrido obtido pelo processo de dip-coating a partir de um sol constituído pelos precursores alcoóxidos 3-(trimetoxisililpropil)metacrilato (TMSPMA) e Tetraetoxisilano (TEOS) variou-se em dois níveis o pH da solução de hidrólise (1 e 3) e ambos os sistemas foram avaliados sem e com a adição de nitrato de cério na concentração de 0,01M. Os resultados obtidos mostraram que a adição do inibidor de corrosão (nitrato de cério 0,01M) melhorou o desempenho anticorrosivo e propriedades barreira do filme. Os sistemas em função da variável do pH, os revestimentos obtidos em meio mais ácido (pH=1) apresentaram um melhor desempenho eletroquímico e valores maiores de espessura de camada.

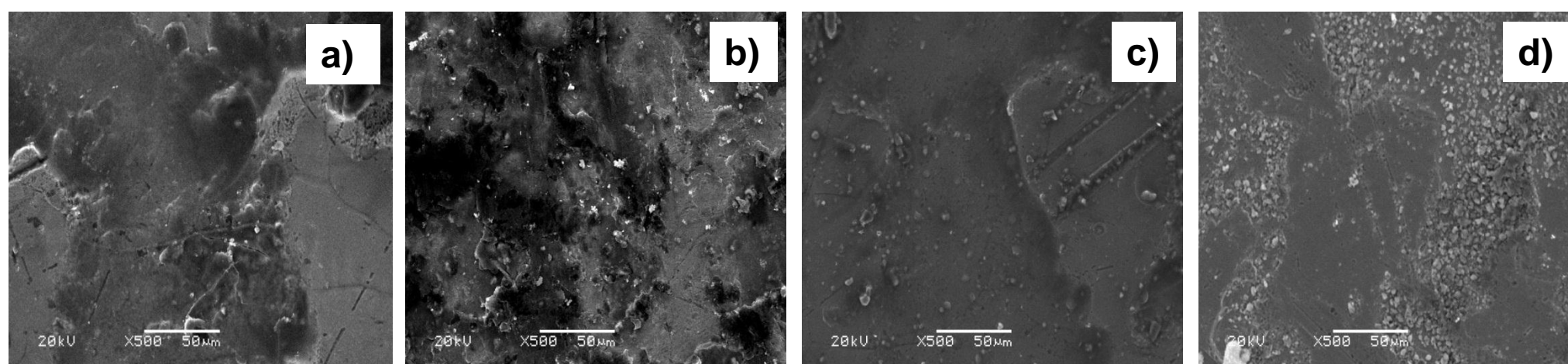
Materiais e Métodos

As reações de hidrólise do filme híbrido foram conduzidas com os precursores silanos (TMSPMA) 3-(trimetoxisililpropil)metacrilato ($C_{10}H_{20}SiO_5$) e (TEOS) Tetraetoxisilano ($C_8H_{20}SiO_4$) variou-se em dois níveis o pH da solução de hidrólise (1 e 3) e ambos os sistemas foram avaliados sem e com a adição de nitrato de cério na concentração de 0,01M. A aplicação das soluções contendo a Solução híbrida hidrolisada foi realizada pelo processo de *dip-coating*, com velocidade de retirada de $10 \text{ cm}\cdot\text{min}^{-1}$ e com tempo de permanência na solução de 10 minutos. Após o processo de *dip-coating*, os substratos pré-tratados com os filmes híbridos foram curados empregando-se o mecanismo de cura térmica à temperatura de $60^\circ\text{C} \pm 2$ por 20 minutos em estufa.

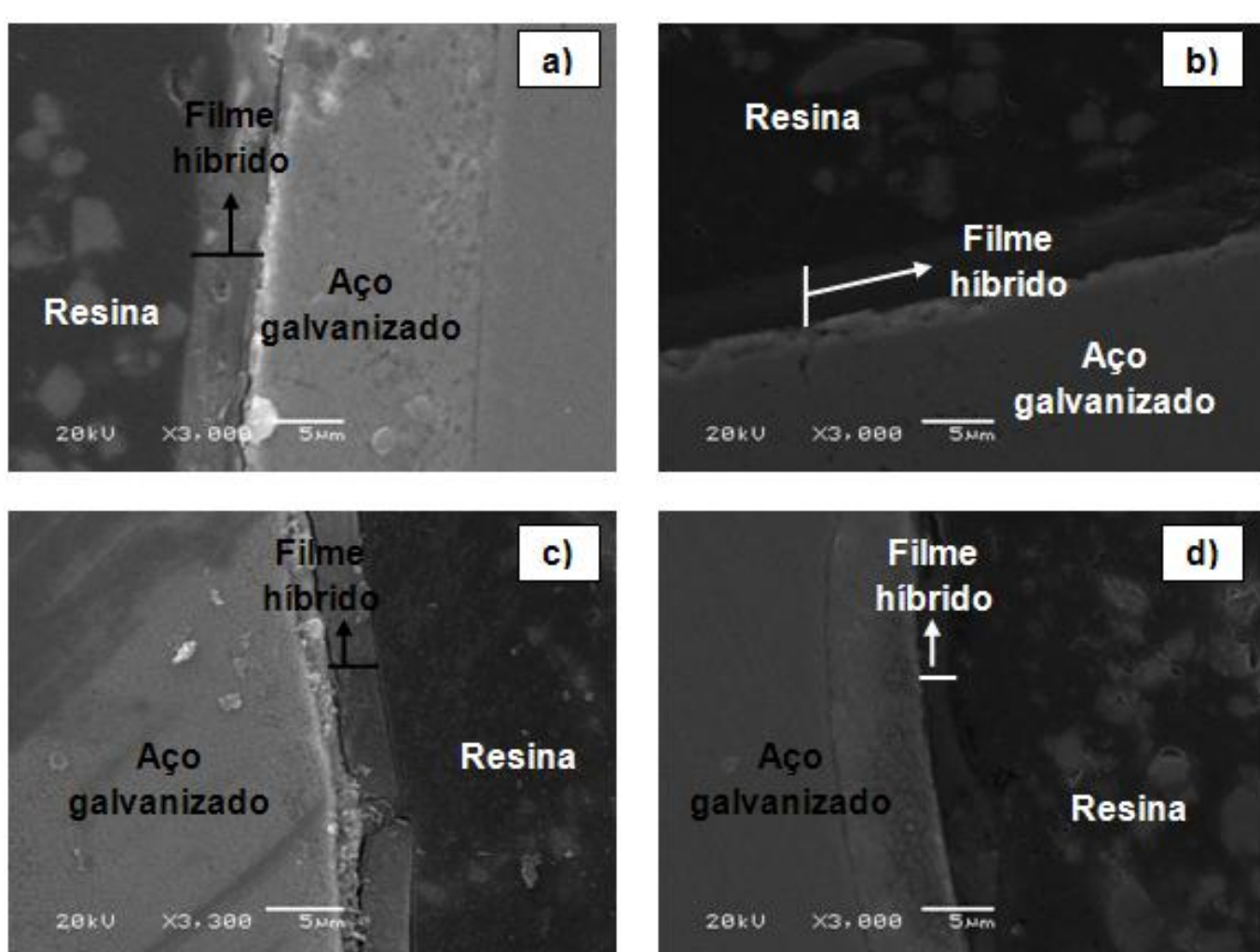
Amostra	Descrição
AG	Aço galvanizado sem filme híbrido
P1CI	Aço galvanizado revestido c/ filme híbrido pH=1 e c/ inibidor.
P1SI	Aço galvanizado revestido c/ filme híbrido pH=1 e s/ inibidor.
P3CI	Aço galvanizado revestido c/ filme híbrido pH=3 e c/ inibidor.
P3SI	Aço galvanizado revestido c/ filme híbrido pH=3 e s/ inibidor.

Resultados e Discussão

Caracterização morfológica



Micrografias obtidas ao MEV para os sistemas: (a) P1CI, (b) P1SI, (c) P3CI e (d) P3SI.



Amostra	Espessura (μm)
P1CI	$4,77 \pm 0,46$
P1SI	$4,14 \pm 0,38$
P3CI	$3,28 \pm 0,27$
P3SI	$2,17 \pm 1,45$

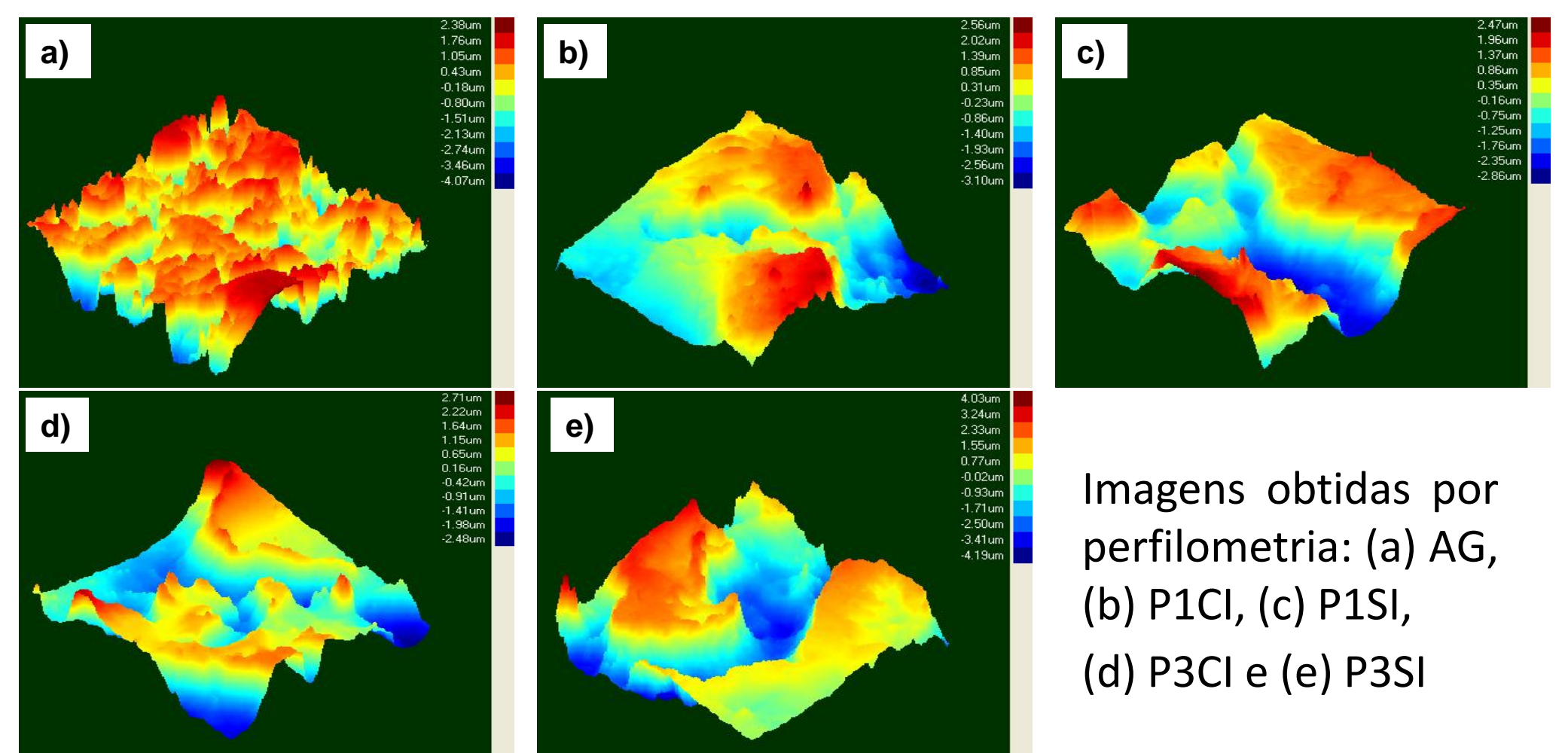
Micrografias obtidas por MEV com corte transversal para a determinação da espessura de camada para os sistemas: (a) P1CI (b) P1SI (c) P3CI e (d) P3SI.

Molhabilidade

Amostra	Ângulo
P1CI	$76^\circ \pm 0,44$
P1SI	$61^\circ \pm 1,34$
P3CI	$78^\circ \pm 0,93$
P3SI	$59^\circ \pm 0,62$
AG	$66^\circ \pm 0,53$

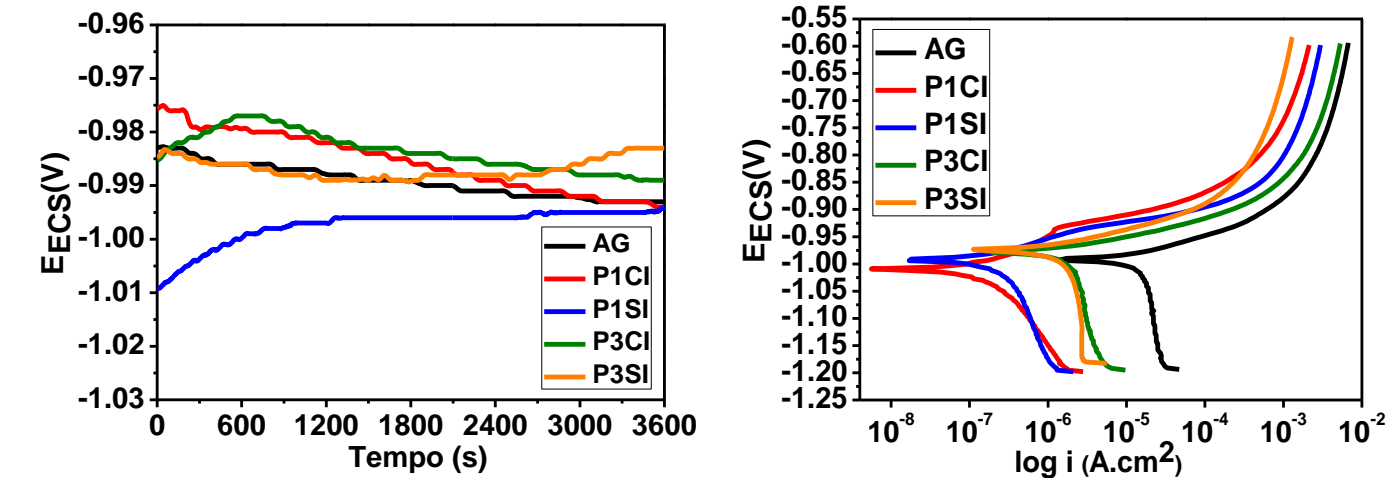
Ângulo de contato médio obtido.

Perfilometria



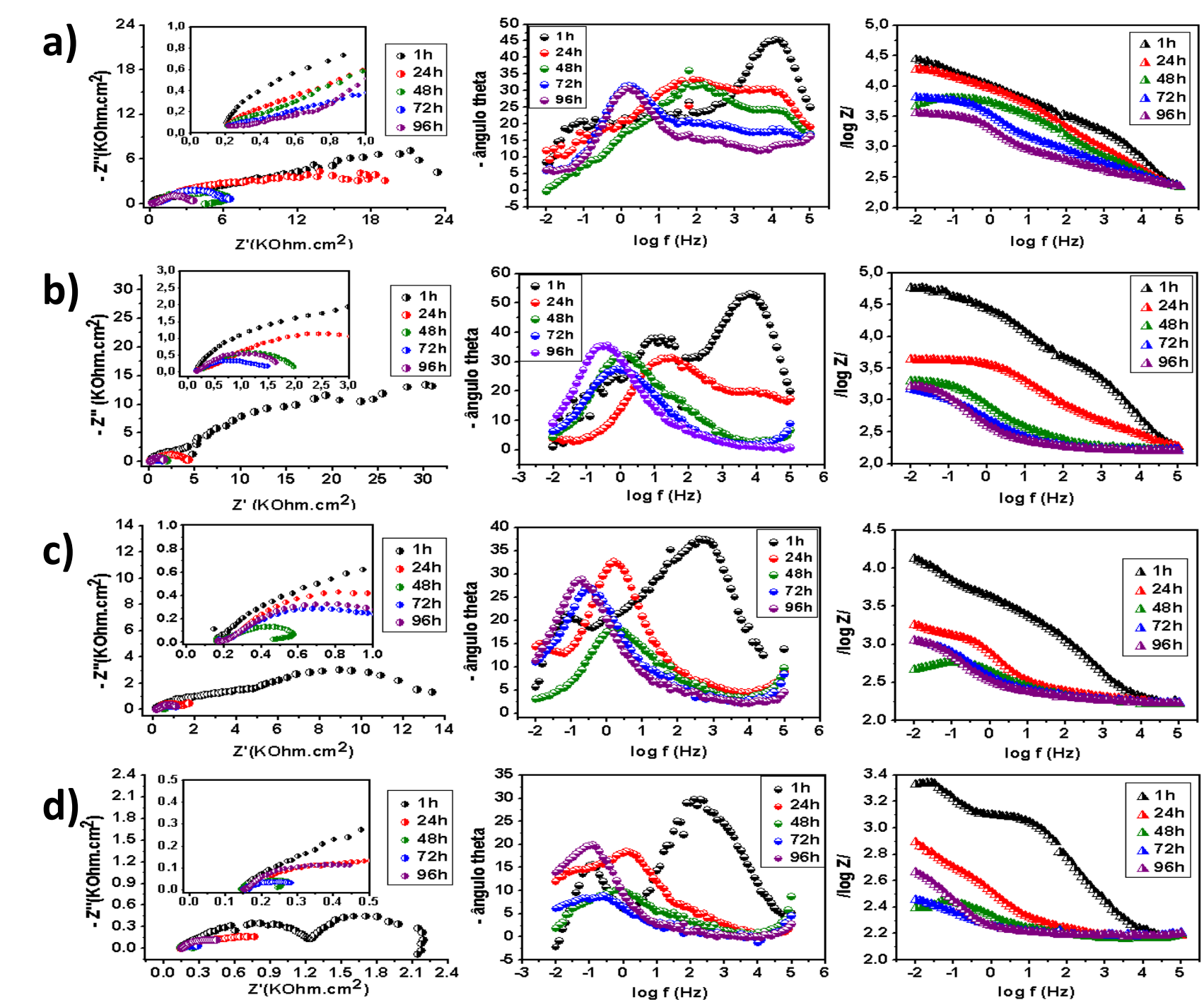
Imagens obtidas por perfilometria: (a) AG, (b) P1CI, (c) P1SI, (d) P3CI e (e) P3SI

Potencial de Circuito aberto e curvas de polarização



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

Espectroscopia de Impedância Eletroquímica



Diagramas de impedância obtidos em função do tempo de exposição em solução de NaCl 0,05M: (a) P1CI, (b) P1SI, (c) P3CI e (d) P3SI.

Conclusões

Os resultados mostraram que a adição do inibidor de corrosão (nitrato de cério 0,01M) melhorou o desempenho anticorrosivo e propriedades barreira do filme em relação aos sistemas sem inibidor nos dois sistemas de pH estudados. Analisando os sistemas em função da variável do pH, os revestimentos obtidos em meio mais ácido (pH=1) apresentaram um melhor desempenho eletroquímico e valores maiores de espessura de camada. Portanto, esses resultados estão de acordo conforme reportado na literatura, que o pH mais ácido da solução tem a máxima velocidade de hidrólise das moléculas de silano e a mínima velocidade de condensação das moléculas de silano já hidrolisadas (silanol) em solução auxiliando numa maior formação de grupos siloxanos responsáveis pela formação da camada barreira, aumento de espessura do filme e melhorando o desempenho anticorrosivo.