

## Selagem das microtrincas em camadas de carbono tipo diamante (DLC) eletrodepositadas sobre ligas de alumínio 2024-T3

Augusto Versteg; Sílvia M. Tamborim

### INTRODUÇÃO

O tratamento superficial com DLC (diamante tipo carbono) tem atraído grande interesse, tanto de pesquisadores quanto no ambiente industrial e tecnológico, devido a importantes propriedades conferidas ao material, como alta dureza, baixo coeficiente de atrito e resistência ao desgaste e à corrosão [1, 2].

O presente trabalho objetivou estudar o comportamento tribológico e eletroquímico de ligas de alumínio 2024-T3 previamente recobertas por filmes de DLC eletrodepositados a partir de etanol absoluto. Além de aumentar a eficiência anticorrosiva através da selagem de possíveis microtrincas na camada de DLC com 3,5-difenil isoxazol.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Para eletrodeposição do filme foi utilizada uma célula eletrolítica (figura 1). O tempo de eletrodeposição foi de 24 horas, aplicando-se um potencial constante de 1200 V.

Os ensaios tribológicos foram realizados em tribômetro CETR localizado no LAPEC (Laboratório de Processos Corrosivos). Utilizou-se como parâmetros 0,5 N de carga aplicada, 1 Hz e 2 mm de caminho de trilha percorrida.

Para eletrodeposição de 3,5-difenil isoxazol (figura 2) sobre a liga de AA2024-T3 com camada de DLC foi aplicado um potencial constante de -2,8 V durante 20 minutos a partir de uma solução contendo 0,5 M de 3,5-difenil isoxazol e 0,05 M de tetrabutilamônio tetraflúorborato em acetonitrila. Medidas de espectroscopia de impedância eletroquímica foram utilizadas para avaliar a resistência contra a corrosão em meio contendo NaCl 0,1 M.

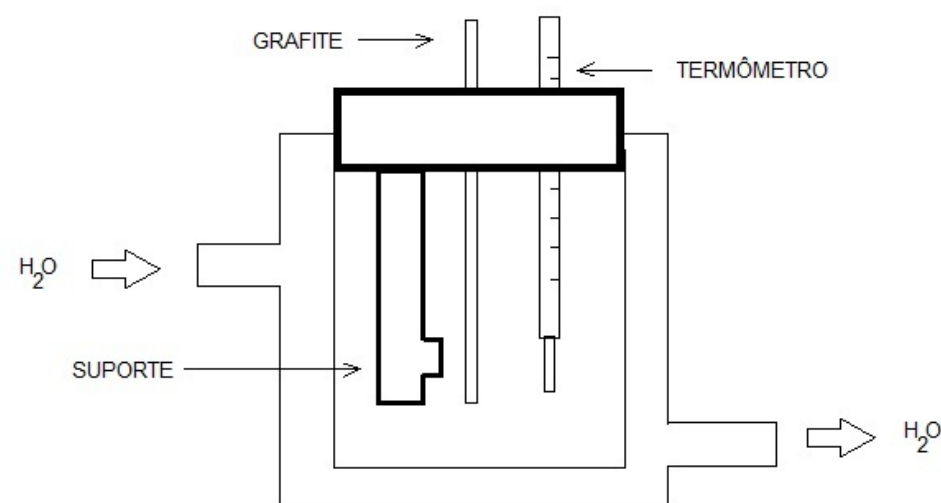


Figura 1. Representação esquemática da célula eletrolítica utilizada.

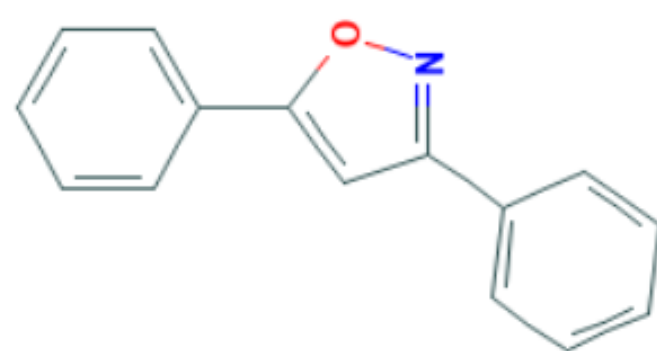


Figura 2. Fórmula estrutural da molécula de 3,5-difenil isoxazol.

### RESULTADOS

Os ensaios tribológicos (tabela 1) não apresentaram mudanças entre a liga com e sem tratamento de DLC, exceto para os valores de microdureza.

Tabela 1. Valores de microdureza, coeficiente de atrito, volume de desgaste e velocidade de desgaste da liga de AA2024-T3 sem e com camada de DLC.

Material	Microdureza (HV 100 g, 10 s)	COF	Volume de desgaste (mm <sup>3</sup> )	Velocidade de desgaste (mm <sup>3</sup> .m <sup>-1</sup> )
AA2024-T3	136,62	0,484	8,32 x 10 <sup>-3</sup>	1,155 x 10 <sup>-3</sup>
	SD= 5,86	SD= 0,0380	SD= 1,68 x 10 <sup>-3</sup>	SD= 2,333 x 10 <sup>-4</sup>
DLC 1200 V 24 h	166,02	0,463	7,39 x 10 <sup>-3</sup>	1,027 x 10 <sup>-3</sup>
	SD= 3,22	SD= 0,0466	SD= 1,06 x 10 <sup>-3</sup>	SD= 1,470 x 10 <sup>-4</sup>

Os diagramas de Bode (figura 3) apresentam um aumento no valor da impedância nas mais baixas frequências na presença de 3,5-difenil isoxazol e não ocorre a dispersão de pontos indutivos para 20 minutos de imersão associada a corrosão por pites.

Em 3 dias de imersão (figura 4), a camada de DLC já apresenta dispersão de pontos associada a corrosão por pites nas microtrincas e/ou heterogeneidades do revestimento. A presença de 3,5-difenil isoxazol impede a corrosão por pites para esse tempo de imersão.

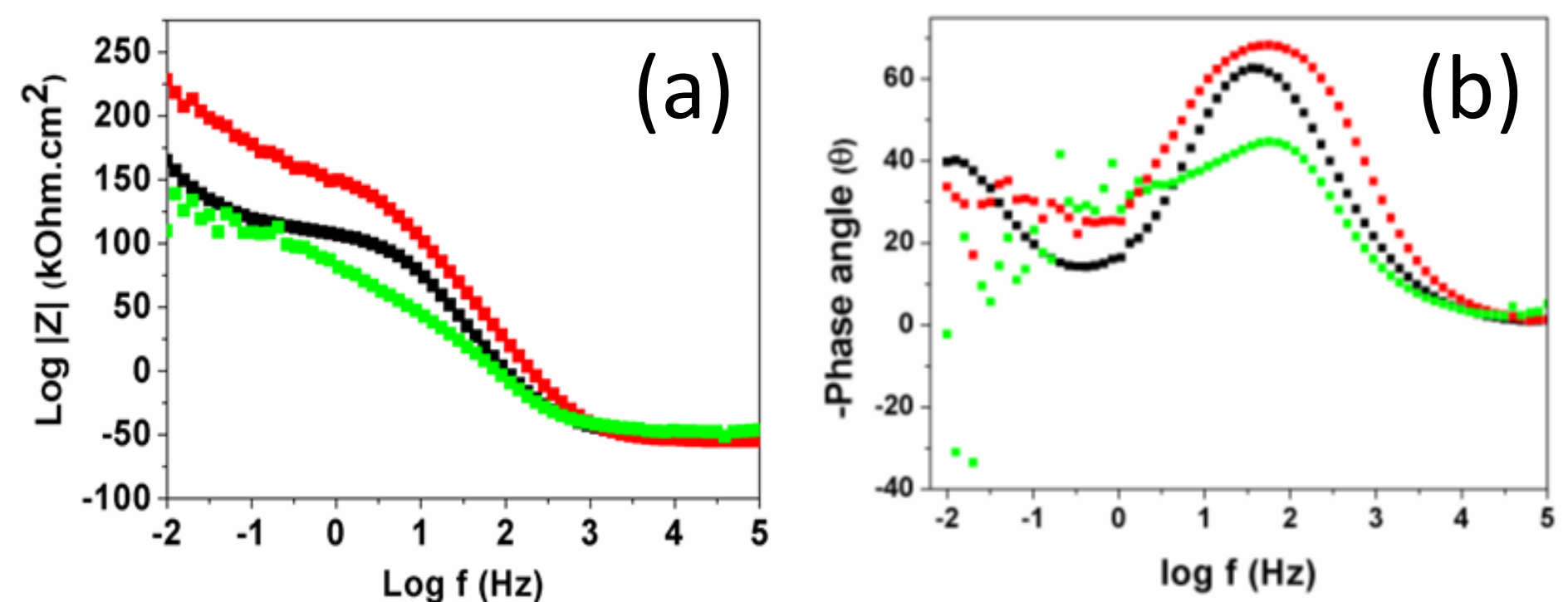


Figura 3. (a) Diagrama de Bode para liga de AA2024-T3 sem tratamento (verde), com DLC (preto) e com DLC e isoxazol (vermelho); (b) Ângulo de fase x log f. Para 20 minutos de imersão.

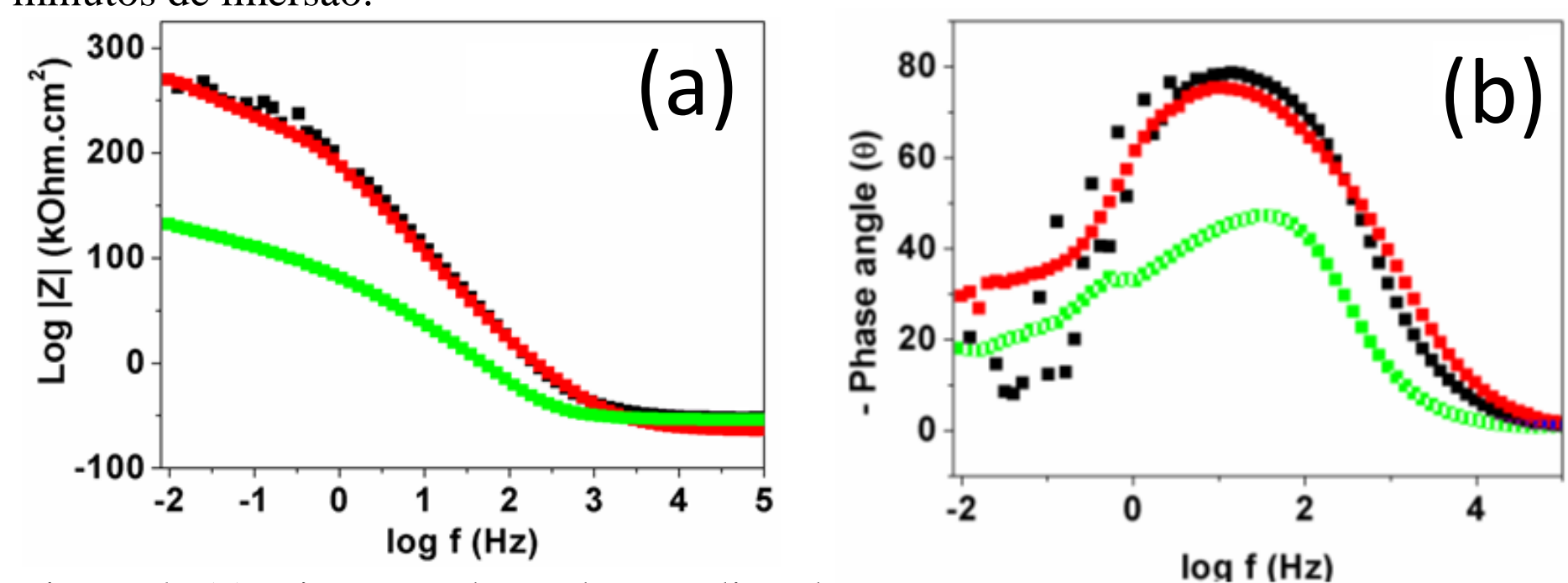


Figura 4. (a) Diagrama de Bode para liga de AA2024-T3 sem tratamento (verde), com DLC (preto) e com DLC e isoxazol (vermelho); (b) Ângulo de fase x log f. Para 3 dias de imersão.

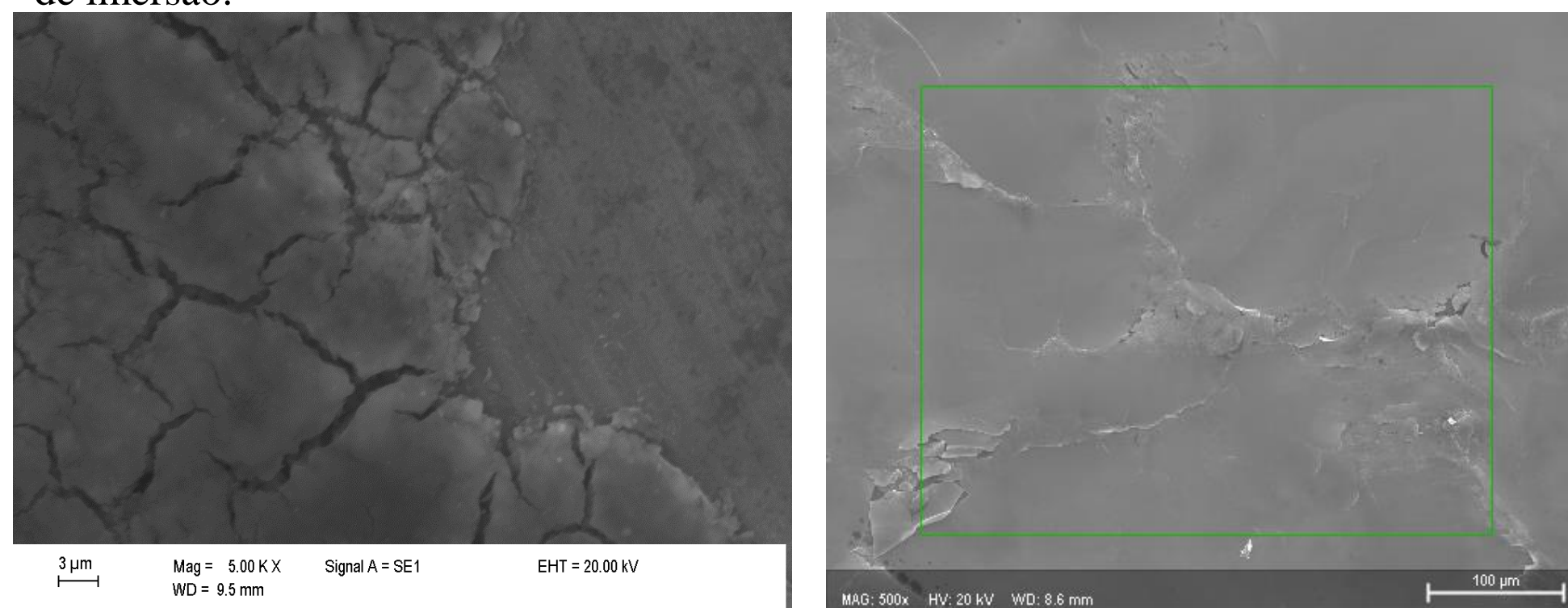


Figura 5. MEV da superfície da liga de AA2024-T3 com camada de DLC com 5000 X de aumento (esquerda); MEV da liga de AA2024-T3 com camada de DLC e 3,5-difenil isoxazol com 2500 X de aumento (direita).

### CONCLUSÕES

Os ensaios tribológicos indicaram diferenças significativas entre as amostras com e sem filmes de DLC apenas na microdureza Vickers, que aumentou com a presença do filme. Análises de espectroscopia de impedância eletroquímica confirmaram que a selagem das camadas de DLC com 3,5-difenil isoxazol aumentou a resistência contra a corrosão das ligas de AA 2024-T3.

### REFERÊNCIAS

- Robertson, J. Diamond-like amorphous carbon. *Materials Science and Engineering*, v. 37, p. 129-281, 2002
- Manhabosco, T.M.; Martins, L.A.M; Tamborim, S.M.; Ilha, M; Vieira, M.Q.; Guma, F.C.R.; Müller, I.L. Cell response and corrosion behavior of electrodeposited diamond-like carbon films on nanostructured titanium. *Corrosion Science*, v. 66, p.169 – 176, 2013

### AGRADECIMENTOS