cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Eletrodeposição de revestimentos de ligas Cu-Sn a partir de banho misto ambientalmente não agressivo contendo tartarato e citrato de sódio

Priscila Santos da Silva, Camila Santos da Silva, Lilian Ferreira de Senna, Dalva Cristina. B. do Lago
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Introdução

Revestimentos de ligas Cu-Sn apresentam propriedades anticorrosivas, mas sua obtenção pode envolver eletrólitos tóxicos que contêm cianeto. Uma alternativa seria a eletrodeposição desses revestimentos com eletrólitos alternativos, como citrato (Cit) ou tartarato (Tar) de sódio. A proposta deste trabalho é produzir filmes anticorrosivos de Cu-Sn sobre aço carbono por meio de banhos mistos de citrato e tartarato de sódio (CitTar).

Objetivos

Avaliar a influência da densidade de corrente (j) na composição, morfologia, estrutura e resistência à corrosão de sistemas de revestimento Cu-Sn/aço carbono AISI 1020, produzidos por eletrodeposição em corrente contínua (DC), utilizando um banho misto de CitTar como agente complexante.

Metodologia

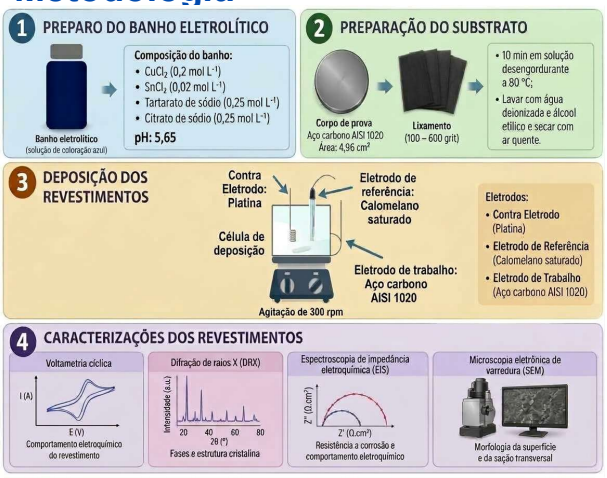


Figura 1. Representação esquemática das etapas de deposição e caracterização dos revestimentos.

Solução	$CuCl_2$ (mol.L^{-1})	$SnCl_2$ (mol. L^{-1})	Tar (mol.L^{-1})	Cit (mol.L^{-1})	CitTar (mol.L^{-1})	pH
1	0,2	0,02	0,5	-	-	5,65
2	0,2	0,02	-	0,5	-	6,00
3	0,2	0,02	-	-	0,25 - 0,25	5,65

Tabela 1. Composição química e valores de pH das soluções utilizadas como banhos eletrolíticos.

Resultados e Discussão

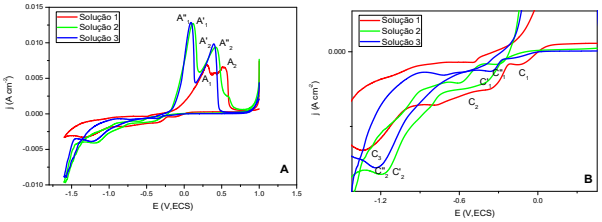


Figura 2. (A) Voltamogramas cíclicos do grafite nas Soluções 1, 2 e 3; (B) Ampliação dos picos catódicos da Figura (A).

j (A m^{-2})	% m/m Cu	% m/m Sn	Ef (%)
20	100.00	-	95
50	98.39	1.62	100
80	95.27	4.73	100
100	98.12	1.88	79
200	96.21	3.78	58

Tabela 2. Teores de Cu e Sn nos revestimentos Cu-Sn produzidos com diferentes j

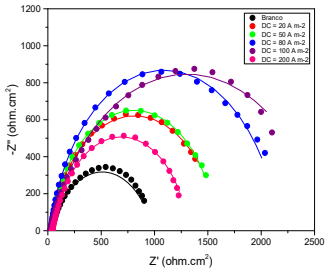


Figura 3. Diagramas de Nyquist para os revestimentos Cu-Sn e para o aço carbono, em de NaCl 0.5 mol L^{-1}

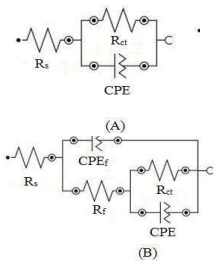


Figura 4. Circuitos usados para simular os dados de EIE.

Amostra	Circuito	R_{CT}	R_{poro}	C_{DL}	C_{rev}	P
		(Ω cm^2)		(F cm^{-2})		(%)
Aço	[R(RQ)]	960	-	1.43x10^{-3}	-	-
20 A m^{-2}	[R([R(RQ)]Q)]	1587	15	1,24x10^{-3}	8,06x10^{-2}	0.07
50 A m^{-2}	[R([R(RQ)]Q)]	1468	93	9,72x10^{-4}	1,03x10^{-3}	0.15
80 A m^{-2}	[R([R(RQ)]Q)]	2143	18	2,14x10^{-4}	4,67x10^{-3}	0.25
100 A m^{-2}	[R([R(RQ)]Q)]	2619	6	3,94x10^{-4}	2,54x10^{-3}	0.20
200 A m^{-2}	[R([R(RQ)]Q)]	918	42	1,58x10^{-3}	6,34x10^{-2}	0.56

Tabela 3. Resultados da simulação dos dados de EIE das amostras.

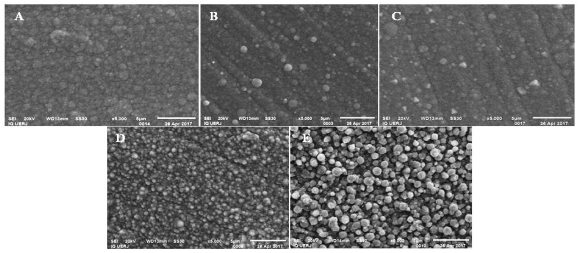


Figura 6. Microscopias dos revestimentos de Cu-Sn: (A) j = 20 A m^{-2}; (B) j = 50 A m^{-2}; (C) j = 80 A m^{-2}; (D) j = 100 A m^{-2}; (E) j = 200 A m^{-2}.

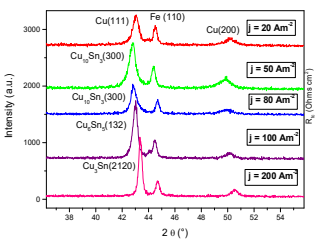


Figura 7. Difratogramas dos revestimentos de Cu-Sn

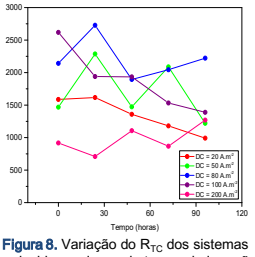


Figura 8. Variação do R_{TC} dos sistemas produzidos ao longo do tempo de imersão no meio corrosivo.

Conclusões

Foram obtidos revestimentos Cu-Sn sobre aço carbono AISI 1020 utilizando banho misto de tartarato e citrato de sódio. A densidade de corrente influenciou as características dos filmes, destacando-se os revestimentos obtidos em 80 e 100 A m^{-2} pelo melhor desempenho anticorrosivo.

Referências e Agradecimentos

SILVA, C. S. et al. Production of Cu-Sn Alloy Coatings Onto AISI 1020 Carbon Steel Substrate Using Sodium Citrate Bath and SPC Electrodeposition. **Materials Research**, v. 28, e20250149, 2025. DOI: 10.1590/1980-5373-MR-2025-0149.

JIAO, X. et al. Electrodeposition and Corrosion Behavior of Cu-Sn Alloys in 3.5 wt.% NaCl and 0.1 M HNO3 Solutions. **Metals**, v. 15, n. 4, p. 426, 2025. DOI: 10.3390/met15040426.

KUMAR, R. et al. Innovative Electrodeposition of Bimetallic Cu–Sn in a Stable Nonelectroactive Pyrophosphate-Based Bath: Reduction and Nucleation Growth Analysis. **The Journal of Physical Chemistry C**, v. 127, n. 41, p. 20360–20372, 2023. DOI: 10.1021/acs.jpcc.3c05151.

CNPq FAPERJ inovUerj CAPES PPG-EQ