

## AValiação DO PROCESSO DE ELETRODEPOSIÇÃO DA LIGA METÁLICA Ni-Cu USANDO CORRENTE PULSADA

Thales A. Amarante, Thayane C. M. Nepel, Ambrósio F. de Almeida Neto

### Resumo

O trabalho consistiu na síntese de ligas Ni-Cu por eletrodeposição sob corrente pulsada, para avaliar a influência da concentração de níquel, do pH e da corrente elétrica, na eficiência de eletrodeposição, composição e características da liga. A eletrodeposição ocorreu sobre um substrato de cobre e foi utilizado um banho eletrolítico com sulfatos de cobre e de níquel e citrato de amônio como complexante. As ligas foram analisadas por MEV e EDX e obteve-se uma liga com concentração próxima a da liga comercial Monel-200, com eficiência de eletrodeposição de 81%.

**Palavras-chave:** Eletrodeposição, Níquel, Cobre

### Introdução

A síntese de materiais nanoestruturais por eletrodeposição tem recebido grande interesse nos últimos anos (Baskaran, *et al.*, 2015), pois esses materiais podem substituir revestimentos obtidos de Cromo, material considerado prejudicial ao ambiente, mutagênico e carcinogênico (CETESB, 2009). Nesse sentido, a liga de níquel e cobre se destaca por suas propriedades magnéticas e térmicas, resistência à corrosão e aplicação decorativa (Alper *et al.*, 2008). A obtenção dessa liga por eletrodeposição por corrente pulsada tem se mostrado eficiente para obter maior resistência à corrosão (Gosh *et al.*, 2000). Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência dos parâmetros operacionais na eficiência de eletrodeposição e nas características das ligas. Os resultados obtidos poderão ser úteis para a recuperação de metais, de resíduos industriais, pela formação de um material com valor comercial.

### Resultados e Discussão

A pesquisa seguiu um planejamento fatorial de  $2^3$  com 3 experimentos no ponto central, variando a concentração de níquel no banho eletrolítico, o pH e a corrente elétrica (Tabela 1). As eletrodeposições ocorreram sobre placas de cobre, de 8 cm<sup>2</sup> de área e com corrente pulsada. As eficiências e composições obtidas pela análise de EDX são apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 1.** Níveis do planejamento

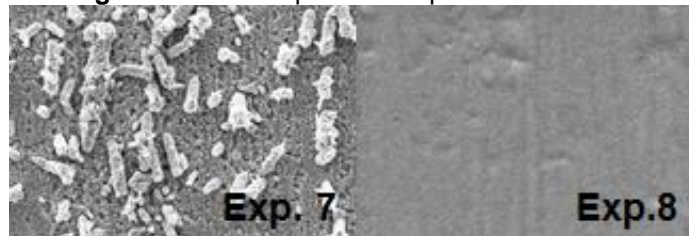
Variáveis	Níveis		
	-1	0	+1
pH	2,0	5,5	9,0
C <sub>Ni</sub> (mol/L)	0,030	0,065	0,100
I (mA)	200	400	600

**Tabela 2.** Composição e eficiência da deposição

Exp	C <sub>Ni</sub>	pH	I	Ni (%m)	Cu (%m)	Eficiência (%)
1	-1	-1	-1	0,00	100,00	81,83
2	+1	-1	-1	0,00	100,00	78,46
3	-1	+1	-1	0,38	99,62	-3,38
4	+1	+1	-1	5,33	94,67	14,41
5	-1	-1	+1	0,73	99,27	21,67
6	+1	-1	+1	1,71	98,29	25,06
7	-1	+1	+1	62,67	37,33	57,38
8	+1	+1	+1	62,52	37,48	81,04
9 (C)	0	0	0	0,67	99,33	37,57
10 (C)	0	0	0	0,67	99,33	36,72
11 (C)	0	0	0	0,67	99,33	38,41

De forma geral, a eficiência tende a aumentar com o aumento dos níveis das variáveis (Exp 8). Uma boa eficiência também foi obtida no menor nível das variáveis (Exp 1), mas isso forçou a eletrodeposição do cobre metálico, enquanto ao utilizar os níveis máximos é possível obter a liga metálica desejada, com a eficiência de 81%. A composição obtida no experimento 8 se assemelha à liga comercial Monel, reconhecida por sua alta resistência à corrosão. Esta composição também foi obtida no Exp 7. Uma comparação entre as ligas dos Exp 7 e 8 pode ser observada na Figura 1, mostrando que a liga do Exp 8 apresentou maior uniformidade e homogeneidade.

**Figura 1.** Microscopias dos experimentos 7 e 8



### Conclusão

Os parâmetros que permitiram a maior eficiência de deposição e obtenção de uma liga com a composição desejável, próxima à liga comercial Monel-400, foram os máximos níveis de pH, concentração de níquel e corrente. Nestes parâmetros a liga se mostrou uniforme. Os resultados obtidos estabeleceram um potencial para eletrodeposição utilizando resíduos industriais, garantindo assim o tratamento do resíduo em conjunto com a obtenção de um material de valor comercial.

### Agradecimentos

Ao CNPq pelo auxílio financeiro.

ALPER, M.; KOCKAR, H.; SAFAK, M.; BAYKUL, C. Comparison of Ni-Cu alloy films electrodeposited at low and high pH levels. *Journal of Alloys and Compounds*, v. 453, p. 15-19, 2008.

BASKARAM, I.; SANKARA, T. S. N.; STEPHEN, A. Pulsed electrodeposition of nanocrystalline Cu-Ni alloy films and evaluation of their characteristic properties. *Materials Letters*, v. 60, p. 1990-1995, 2006

CETESB. Qualidade das águas no interior do estado de São Paulo. *Séries de Relatórios*, Apêndice A. São Paulo, 2009, p.9.

GHOSH, S. K.; GROVER, A. K.; DEY, G. K.; TOTLANI, M. K. Nanocrystalline Ni-Cu alloy plating by pulse electrolysis. *Surface and Coatings Technology*, v. 126, p. 48-63, 2000.