

# PAINEL

## 2

*Flotação de Mercúrio  
Proveniente de  
Rejeitos de  
Amalgamação*

**Marcelo M. da Fonseca**  
Bolsista de Inic. Científica, Eng. Química,  
UERJ

**Marisa B. de Mello Monte**  
Orientadora, Eng<sup>a</sup> Química, M.Sc.

**Antonieta Middea**  
Orientadora, Eng<sup>a</sup> Química

### 1. INTRODUÇÃO

Os rejeitos de amalgamação, processo freqüentemente utilizado nas operações garimpeiras, representam hoje um dos grandes problemas ambientais. No processo de amalgamação utilizado nas unidades garimpeiras, o mercúrio é introduzido em calhas rifladas (altamente ineficientes e poluidoras), onde ocorre a aderência do ouro ao mercúrio e, em seguida, separa-se o amálgama formado, descartando-se o rejeito contaminado para o meio ambiente. É comum, também, a remoagem desses rejeitos para o reprocessamento, aumentando-se, assim, a dispersão desse metal e a sua concentração nas frações mais finas do material contaminado. Os focos de contaminação mercurial nos solos apresentam teores variados de 1 a 25 ppm de mercúrio (1).

Dados de literatura (2) apresentam vários métodos para a pré-concentração de mercúrio, baseados em diferentes princípios físico-químicos; no entanto, pouco se sabe com relação ao processo de concentração de mercúrio por flotação, sendo restrito o conhecimento sobre os mecanismos envolvidos no processo.

Para et al. (3) estudaram o efeito de vários espumantes na flotação de mercúrio na presença de etil xantato de potássio. Eles obtiveram a máxima flotabilidade do metal ( $\approx 100\%$ ) para uma concentração de  $10^{-4}$  M de etil xantato de potássio, com adições de  $\alpha$ -terpineol em torno de  $2 \times 10^{-4}$  M.

Skrilev et al. (4) utilizaram aminas secundárias de cadeia longa como coletores na flotação de mercúrio proveniente de um rejeito contaminado da indústria de cloro/soda. Em uma série de experimentos, a bentonita foi também utilizada antes da adição do coletor, para aumentar a eficiência do processo de flotação. De fato, 85% do metal foram removidos somente quando na presença de bentonita, que adsorveria inicialmente o mercúrio contido no rejeito.

Em um outro trabalho, Skrylev et al. (5) investigaram a possibilidade de utilização do oleato de potássio na flotação do mercúrio iônico. Seus estudos demonstraram que a faixa ótima de pH para a ligação de íons do metal com oleato é determinada pela região de estabilidade do complexo oleato de mercúrio formado.

Monte (6) estudou o efeito de alguns coletores na flotação de mercúrio metálico puro. Foram realizados ensaios de microflotação na presença de diversos surfatantes. Os resultados desses ensaios, na presença de brometo de cetil trimetil amônio, apresentaram um aumento da flotabilidade do mercúrio na faixa ácida, enquanto que na presença de oleato de potássio obtiveram-se melhores resultados em meio alcalino.

No presente trabalho investigou-se a possibilidade de remoção de mercúrio metálico, proveniente de rejeitos de amalgamação, empregando-se o processo de flotação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra proveniente de uma unidade garimpeira de Peixoto de Azevedo - MT, cerca de 50 kg, foi inicialmente peneirada a úmido, secada, homogeneizada, retirando-se amostras representativas, de 300 g, que foram utilizadas nos ensaios de flotação, análises químicas e granulométricas. O difratograma de raios-X dessa fração indicou a predominância dos minerais quartzo e muscovita, e, em menor quantidade, hematita e pirita. As análises químicas foram conduzidas com amostras duplicatas. O teor médio de mercúrio analisado para essa fração do material foi de 25,7 ppm (Tabela 1).

A Tabela 1 apresenta as distribuições granulométrica e de teor de Hg para a amostra do rejeito (material  $< 74 \mu\text{m}$ ) utilizado nos ensaios de flotação. As frações granulométricas foram obtidas através do uso de cicloclassificadores de fabricação CIMAQ.

Todos os reagentes utilizados nos ensaios de flotação em bancada eram de grau técnico. O coletor usado foi o oleato de potássio. Como regulador de pH foi usado o hidróxido de sódio. Utilizou-se, também, óleo de pinho como espumante.

Na realização dos ensaios de flotação utilizou-se uma célula de laboratório Galigher, Agitair, Mod. L. A. 500, em conjunto com uma cuba com um volume nominal de 3 L e amostras de 300 g. A aeração foi efetuada através de injeção de ar comprimido, sendo a pressão e a vazão controladas por meio de um rotâmetro e um manômetro mecânico. O controle de pH foi efetuado através de um medidor digital da marca Ingold Mod. 1500. A Tabela 2 apresenta as condições mantidas nos ensaios de flotação. A variável estudada foi o pH da polpa, sendo efetuados os ensaios de flotação em duplicata.

**Tabela 1 - Distribuições granulométricas e de teor de mercúrio na alimentação dos ensaios de flotação (fração -74 µm) da amostra proveniente de Peixoto de Azevedo-MT.**

Granulometria (µm)	Retido(%)	Passante (%)	Teor de Hg (ppm)	Hg Dist. (%)
-74 +53	8,0	92,0	5,4	1,7
-53 +43	9,5	82,5	5,2	1,9
-43 +37	4,7	77,8	7,8	1,4
-37 +27	1,4	76,4	5,6	0,3
-27 +20	11,7	64,7	2,9	1,3
-20 +14	7,5	57,2	3,2	1,0
-14 +10	9,1	48,1	4,6	1,6
-10	48,1	-----	48,39*	90,8
Total	100		25,65	100

\*valor calculado

**Tabela 2 - Condições mantidas nos ensaios de flotação.**

massa da amostra	300 g
% de sólidos	10 %
vazão de aeração	3,6 L/min
velocidade do rotor	800 rpm
oleato de potássio	1000 g/t
óleo de pinho	50 g/t
tempo de condicionamento	5 min
tempo de flotação	6 min

### 3. RESULTADOS OBTIDOS

A Tabela 3 apresenta os resultados dos ensaios de flotação de mercúrio, realizados em duplicata, tendo como variável o pH da polpa. Uma abordagem adequada à análise de resultados de separação seletiva de materiais contaminados é o uso do "coeficiente de separação" (CS) (7), que, no presente caso, é definido como:

$$CS = \frac{\text{Dist. de Hg no Concentrado (\%)} - \text{Dist. de Massa no Concentrado (\%)}}{\text{Concentrado (\%)}}$$

Teoricamente, CS deveria alcançar 100%, ou seja, todo o contaminante concentrado numa massa mínima. Os valores de

CS, calculados a partir da Tabela 2, estão apresentados na Figura 1, na qual se verifica que em pH = 12 houve a melhor separação de mercúrio.

Explicações plausíveis para o baixo desempenho desse processo são descritas na literatura (8, 9), pela dificuldade de recuperar partículas muito finas por flotação. Conforme demonstrado na Tabela 1, o mercúrio concentra-se nas frações da amostra com granulometria mais fina. A remoção do mercúrio da fração fina e superfina poderia talvez ser melhorada através do aumento da concentração do coletor, do tempo de condicionamento e de flotação.

**Tabela 3 - Resultados dos ensaios de flotação de mercúrio utilizando a amostra proveniente da Reserva Garimpeira Peixoto de Azevedo - M.T.**

Flotação (pH = 6,0)			
Produtos	Massa	Mercúrio	
-	%	ppm	Dist.
Conc.	12,65	58,85	23,7
Rej.	87,35	27,25	76,3
Aliment.	100,0	31,2	100,0
Flotação (pH = 8,0)			
Produtos	Massa	Mercúrio	
-	%	ppm	Dist.
Conc.	22,5	47,38	34,0
Rej.	78,5	26,95	66,1
Aliment.	100,0	31,55	100,0
Flotação (pH = 10,0)			
Produtos	Massa	Mercúrio	
-	%	ppm	Dist.
Conc.	7,25	43,13	10,0
Rej.	92,75	29,2	90,0
Aliment.	100,0	30,1	100,0
Flotação (pH = 12,0)			
Produtos	Massa	Mercúrio	
-	%	ppm	Dist.
Conc.	37,4	43,3	50,6
Rej.	62,6	24,1	49,4
Aliment.	100,0	30,55	100,0

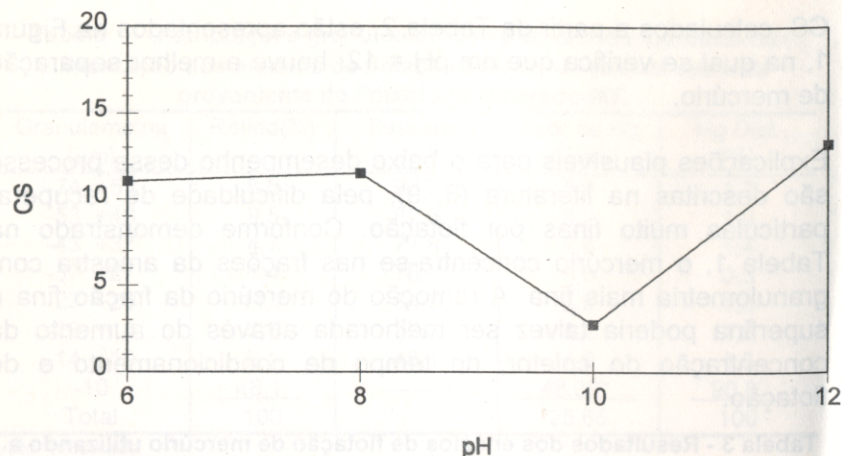


Figura 1 - Curva pH versus Coeficiente de Separação

#### 4. CONSIDERAÇÕES GERAIS.

O melhor resultado dos ensaios de flotação com oleato de potássio foi obtido em pH 12, apresentando um coeficiente de separação de 13,2. No entanto, o rejeito da flotação não apresenta as características adequadas ao seu descarte para o meio ambiente. As características do material em estudo não permitiram que se obtivesse a seletividade desejada, determinando estudos adicionais concernentes à metodologia do processo.

#### BIBLIOGRAFIA

1. VEIGA, M.M e FERNANDES, F.R.C. Poconé: Um Campo de Estudos do Impacto Ambiental de Garimpo. Tecnologia Mineral. 2ª ed. Rev., Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 113p 1991.
2. SIMONOVA, L.N.; BRUSINCA, I.M.; IVANOV, V.N. Preconcentration of Mercury in its Determination in Environments Samples. *Journal of Analytical Chemistry of the USSR*, September, 20, 1989.

3. PARA, G.; ZEMBALA, M.; POMIANOWSKI, A. Physico Chemical Aspects on The Model Mercury Flotation. Part III An Attempt at Explaining The Flotation Activity of Some Frothers. *Polish Journal of Chemistry*. 54: pp. 77-86. (1980)
4. SKRILEV, L.D.; BABINETS, S.K.; PURICH, A.N. Flotation of Finely Dispersed Mercury with Secondary Aliphatic Amines as Collectors. *Sov. J. Non-Ferrous Met. Res.* 11: pp 253-257, 1983.
5. SKRILEV, L.D.; LOPATENKO, L.M.; SIN'KOVA, L.A. Fundamental Relationships Governing The Flotation of Mercury Ions with Potassium Oleate as Collector. *Sov. J. Non-Ferrous Met. Res.* 13 (3): pp. 186-187, (1985).
6. MONTE, M.B.M.; Flotação de Mercúrio Antropogênico. Relatório de Projeto. RP-03/92. DTM / CETEM / CNPq
7. CLIFFORD, S.R.; Removal of Organic Contamination from Buffalo River Sediment by Froth Flotation. *Minerals and Metallurgical Processing*. pp. 195-199 (1993).
8. TRAHAR, W.J. and WARREN, L.J. - The Flotability of Very Fine Particles - A Review. *International Journal of Mineral Processing*, 3 pp. 103-131 (1976).
9. HEMMINGS, C.E.; An Alternative Viewpoint on Flotation Behaviour of Ultrafine Particles. *Trans. Inst. Min. Metall.* September, 1980. England.