

INTRODUÇÃO

A pesquisa envolvendo nanobolhas está em crescimento devido às diversas aplicações, especialmente na indústria da mineração. Na área ambiental, são necessários estudos básicos e outros validando a utilização destas bolhas para remoção de íons e reagentes residuais aquosos, na forma de precipitados coloidais ou nanopartículas. Este trabalho investigou a remoção de precipitados de ferro de soluções aquosas por flotação com micro e nanobolhas conjuntas e isoladas (considerado o primeiro relato técnico, na área).

METODOLOGIA

Os ensaios de precipitação (pH 7) e flotação de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ foram realizados no aparato experimental a seguir, utilizando diferentes concentrações iniciais de íons ferro (5 – 30 mg.L^{-1}). Microfotografias dos precipitados de ferro em dispersões de NBs foram tiradas utilizando um microscópio óptico acoplado a uma câmera digital.

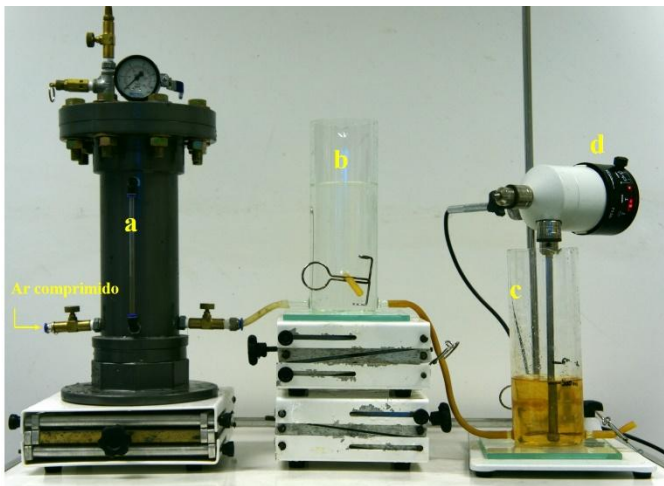


Fig. 1. Aparato e procedimento experimental (a) Vaso saturador; (b) Coluna de separação de bolhas; (c) Célula de precipitação/flotação; (d) Agitador mecânico

RESULTADOS

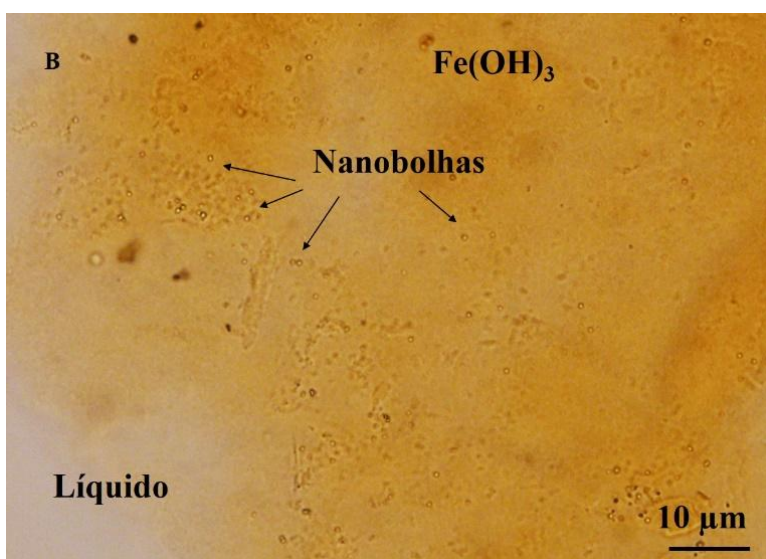


Fig. 2. Microfotografia de precipitados de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ gerados em pH=7 ($C_0 = 30 \text{ mg.L}^{-1}$) após a injeção de nanobolhas.

Tabela 1: Caracterização de nanopartículas de $\text{Fe}(\text{OH})_3$: tamanho e concentração (médias)

Concentração inicial de ferro total, mg.L^{-1}	Concentração de nanopartículas média, $\text{nanopartículas.mL}^{-1}$	Tamanho (diâmetro) médio de nanopartículas, nm
5,4	5,47E+07	215
9,8	7,80E+07	210
15,2	8,60E+07	209
29,8	1,95E+08	194

Tabela 2: Remoção de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ em duas P_{sat} na flotação com MBs e NBs (pH 7; 5 min de flotação).

Concentração inicial de ferro total (mg.L^{-1})	Eficiência de remoção, % (desvio padrão)		Concentração residual média de ferro total, mg.L^{-1} (desvio padrão)	
	$P_{\text{sat}} = 2 \text{ bar}$	$P_{\text{sat}} = 4 \text{ bar}$	$P_{\text{sat}} = 2 \text{ bar}$	$P_{\text{sat}} = 4 \text{ bar}$
5,5	64	42	1,9	3,3
9,6	77	65	2,1	2,5
15,7	99	84	1,6	2,6
29	99	94	1	1,7

Tabela 2: Remoção de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ na flotação com NBs isoladas (pH 7; 10 min de flotação).

Concentração inicial de ferro total (mg.L^{-1})	Eficiência média de remoção de ferro, %	Concentração residual média de ferro total, mg.L^{-1}
5,6	5,1	5,4
9,5	66,1	3,6
14,9	76,3	3,5
30,1	91,2	2,7

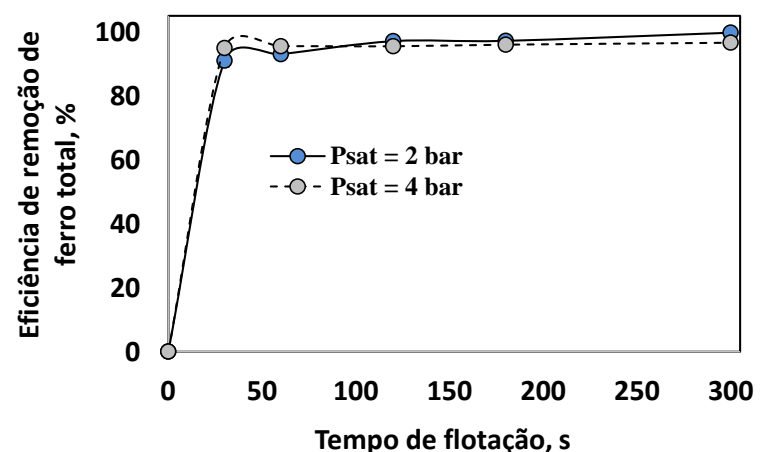


Fig. 3. Cinética de flotação de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ em duas P_{sat} . pH 7; Taxa de reciclo = 23%; $[\text{Fe total}]_0 = 30 \text{ mg.L}^{-1}$

Tabela 3: Tempo e velocidade de ascensão de $\text{Fe}(\text{OH})_3$. $[\text{Fe total}]_0 = 30 \text{ mg.L}^{-1}$; pH 7.

	$P_{\text{sat}} = 2 \text{ bar}$	$P_{\text{sat}} = 4 \text{ bar}$
Tempo médio de ascensão (s)	142	80
Velocidade média de ascensão (cm.s^{-1})	0,07	0,13

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A remoção de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ foi mais elevada com o uso de baixas P_{sat} , $< 3 \text{ bar}$, onde são geradas concentrações maiores de NBs (até $3 \times 10^8 \text{ NBs.mL}^{-1}$). Acredita-se que esta técnica possui um grande potencial no tratamento de águas contaminadas com íons e nanopartículas. A pesquisa continua na flotação no tratamento de efluentes líquidos.