

FLOTABILIDADE DA HEMATITA E DO QUARTZO COM OLEATO DE SÓDIO NA PRESENÇA DE QUEBRACHO

M. L. Alexandre¹, R. M. F. Lima², M. M. F. Lima³,

¹Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto
Campus Universitário - Morro do Cruzeiro., S/Nº. Ouro Preto - MG - CEP.: 35.400-000. E- mail:
marcelaalexandre@hotmail.com

²Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto
Campus Universitário - Morro do Cruzeiro., S/Nº. Ouro Preto - MG - CEP.: 35.400-000. E- mail:
rosa@demin.ufop.br

³Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Ouro Preto
Campus Universitário - Morro do Cruzeiro., S/No. Ouro Preto - MG - CEP.: 35.400-000. E- mail:
margarida@em.ufop.br

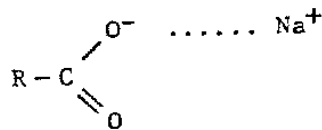
RESUMO

Nesse trabalho são apresentados os resultados dos ensaios de microflotação em tubo de Hallimond modificado, efetuados com os minerais hematita e quartzo, usando o oleato de sódio como coletor e o Floatan M3 (quebracho comercial) para os valores de pH 7 e 9, onde foi obtida máxima flotabilidade para a hematita e quartzo, respectivamente com a dosagem de 50 mg/L de oleato de sódio. Observou-se que o Floatan M3 deprimiu fortemente os dois minerais e que a depressão foi mais acentuada no valor de pH 9. Logo, não há possibilidade de separação seletiva entre os mesmos para esse sistema de reagente estudado. Posteriormente, através de medidas de potencial zeta dos dois minerais na ausência e presença de reagentes, inferiu-se que a adsorção do quebracho e do oleato sobre a superfície de ambos minerais estudados é de caráter específico.

PALAVRAS-CHAVE: Flotação, hematita, quartzo, quebracho.

1. INTRODUÇÃO

Os sais de ácidos carboxílicos são coletores aniônicos de ampla aplicação. São utilizados na flotação de minerais levemente solúveis, tais como apatita, fluorita, carbonatos (calcita, dolomita, rodocrosita), sais solúveis (silvita, halita), óxidos (pirolusita, hematita, goethita, magnetita), silicatos (rodonita, berilo, caulinita, piroxênio, quartzo previamente ativado com sais de metais polivalentes). A fórmula química estrutural desse reagente é (Fuerstenau e Palmer, 1976):



(1)

Onde: R representa a cadeia hidrocarbônica

Lopes e Lima (2009), em estudos de microflotação efetuados com hematita e quartzo verificou que a máxima flotabilidade da hematita com oleato de sódio ocorreu em valor de pH 7 para dosagem de $1,76 \times 10^{-4}$ M (50 mg/L). Para o quartzo a máxima flotabilidade foi obtida no valor de pH 9 e dosagem de coletor de $2,46 \times 10^{-4}$ M (70 mg/L). Nos ensaios com o depressor metassilicato de sódio para as dosagens de máxima flotabilidade dos dois minerais, verificou-se que a depressão da hematita foi maior do que a depressão do quartzo. Esse comportamento foi confirmado nos ensaios de flotação em bancada com uma amostra de minério de ferro de baixo teor, o que evidenciava a baixa seletividade entre a hematita e quartzo, usando o metassilicato de sódio como depressor e o oleato de sódio como coletor.

Luz (1996) investigou o desempenho de ácidos graxos, especialmente o óleo de rícino saponificado na flotação direta de minério de ferro. Nesses estudos, verificou-se que a faixa de pH promissora para a flotação direta de minério de ferro com ácidos graxos encontrava-se na faixa de pH entre 6 e 8 e que dentre os depressores testados (silicato de sódio, hexametáfosfato de sódio e ácido tânico), o tanino foi o mais seletivo, pois produziu concentrados mais puros.

O quebracho primariamente foi utilizado como depressor de calcita na flotação de fluorita com ácidos graxos e como depressor da esfalerita e ganga carbonática na flotação de galena (Rao, 2004). O mesmo é utilizado também na depressão de minerais de ferro em flotação catiônica da sílica (Nagaraj e Ravishankar, 2007).

Andrade (2010) em estudos de microflotação efetuados com amostras de rodocrosita, rodonita e quartzo, usando oleato de sódio como coletor e uma amostra de quebracho comercial (Floatan M3, fabricado pela Unilan) verificou que a ordem de eficiência na depressão desses minerais com esse reagente foi: quartzo > rodonita > rodocrosita.

Nesse trabalho, são apresentados os resultados dos ensaios de microflotação dos minerais hematita e quartzo, usando como coletor o oleato de sódio e como depressor uma amostra de quebracho em valores de pH 7 e 9. Posteriormente, foram efetuadas medidas de potencial zeta dos minerais condicionados com os reagentes estudados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Nos ensaios de microflotação em tubo de Hallimond modificado foi utilizada a fração entre 53 e 43 μm das amostras minerais de hematita e quartzo, cujas composições químicas, que foram determinadas por ICP – Laboratório de Geoquímica Ambiental do DEGEO/UFOP, estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela I – Composição química das amostras de hematita .

Composto/Elemento químico	Teor (%)	
	Hematita compacta	QuartzoTaboões
Fe _{Total}	68,89	-
FeO	0,37	-
SiO ₂	0,2718	99,39
Al ₂ O ₃	0,1675	-
Cu ₂ O ₃	-	0,0005
Cr ₂ O ₃	-	0,0005
CoO	-	0,1273
CaO	0,0684	0,26
BaO	-	0,0001
TiO ₂	0,0165	0,0024
MgO	0,0286	0,1468
Na ₂ O	-	0,0163
K ₂ O	-	0,0352
Mn	0,0732	-
P	0,0156	-
S	-	0,0117
PPC	0,35	-

SiO₂ – determinado por diferença

Através de cálculos estequiométricos efetuados com os resultados da análise química da hematita, apresentados na Tabela 1, conclui-se que na amostra de hematita compacta há a presença de magnetita (1,2%), goethita (3,46%), hematita (94,78%), além de uma pequena proporção de Al₂O₃ e SiO₂, que podem estar relacionadas com caulinita (aluminossilicato).

Para os ensaios de adsorção e posterior determinação de potencial zeta, que foi efetuado pelo Zetasizer Nano – ZEN 2600 da marca Malvern do Laboratório de Propriedades Interfaciais do DEMIN/UFOP, as amostras minerais foram puerizadas em grau de ágata até a obtenção de granulometria 90% abaixo de 10 μm (análise granulométrica efetuada pelo granulômetro a laser da marca Cilas – modelo 1064 do Laboratório de Propriedades Interfaciais do DEMIn/UFOP).

Como coletor, foi utilizado o ácido oléico (Cromoline Química Fina) saponificado com NaOH, cujo diagrama de estabilidade de espécies para concentração de 5×10^{-3} M está apresentado na Figura 1. As espécies predominantes para valores de pH alcalinos são os ânions RCOO^- , $(\text{RCOO})_2^{2-}$. Para os valores de pH entre 7 e 9 observa-se também máxima concentração dos ânion $(\text{RCOO})_2\text{H}^-$; veja Figura 1.

Como depressor, foi utilizado o Floatan M3, fabricado pela Unilan, que após a análise do espectro no infravermelho, efetuada por Andrade (2010), concluiu-se que o mesmo é um quebracho. Como moduladores de pH foram utilizados o NaOH e o HCl, ambos de grau analítico.

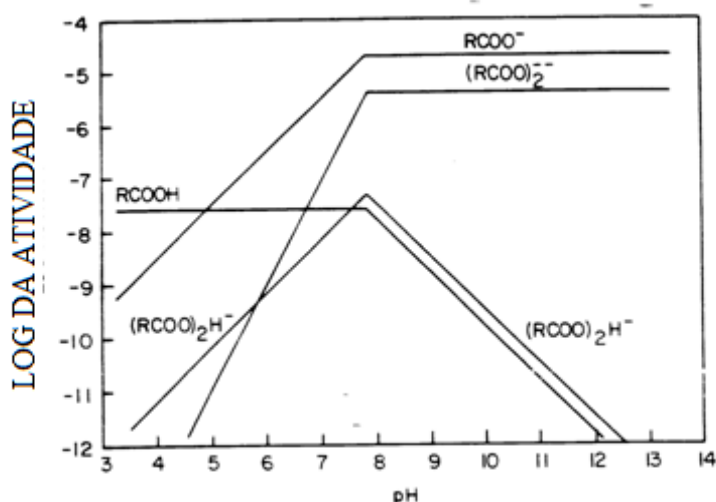


Figura 1 - Diagrama de distribuição de espécies para oleato de sódio na concentração de 5×10^{-3} M (Fuerstenal, 1976).

Nos ensaios de microflotação para a verificação da influência do Floatan M3 sobre a flotabilidade da hematita e do quartzo, a dosagem de oleato de sódio foi fixada em 50 mg/L e tempo de condicionamento de 4 minutos. Foram levantadas as curvas de flotabilidade dos dois minerais nos valores de pH 7 e 9, que foram os valores de pH máxima flotabilidade da hematita e do quartzo, respectivamente determinados por Lopes e Lima (2009). Em uma primeira fase, determinou-se o tempo de condicionamento com o depressor, que foi de 6 minutos para a hematita e 4 minutos para o quartzo (Alexandre, 2011). A vazão de nitrogênio foi fixada em 60 mL/min.

Para determinação de potencial zeta foram preparadas suspensões das amostras minerais (hematita e quartzo) a 0,5% p/v, usando soluções de coletor ou depressor e depressor/coletor, simultaneamente nas dosagens ótimas determinadas nos ensaios de microflotação. O pH dessas soluções foram ajustados para os valores de pH 7 e 9, adicionando soluções diluídas dos reguladores de pH, a dispersão (mineral/reagente) foi mantida em agitação nos tempos previamente determinados nos ensaios de microflotação com cada um dos minerais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta as curvas de flotabilidade da hematita, usando oleato de sódio como coletor para os valores de pH 7 e 9 em função da dosagem de Floatan M3. Os valores de potencial zeta desse mineral na ausência e presença dos reagentes estudados em pH 7 e 9 estão apresentados na Figura 3.

Conforme pode ser observado pela Figura 1, o Floatan M3 deprimiu fortemente a hematita para ambos valores de pH testados, pois houve queda de flotabilidade da mesma acima de 90% em relação à máxima flotabilidade do mineral (100%) com oleato de sódio, determinada por Lopes e Lima (2009). Observa-se também que a depressão do mineral foi ainda maior para o valor de pH 9, exceto para a dosagem de 20 mg/L, que pode estar relacionado com algum erro experimental. Logo, o Floatan M3 impediu ou diminuiu acentuadamente a adsorção do coletor sobre a superfície da hematita.

Em pH 7 o potencial zeta da hematita, que na ausência de reagente era cerca de 7,5 mV, após o condicionamento com Floatan M3 foi de -33 mV, devido a adsorção do reagente sobre a superfície do mineral. No valor de pH 9, o potencial zeta do mineral foi mais negativo (-35 mV). Como o ponto isoelétrico do mineral ocorreu no valor de pH 7,5 (Lopes e Lima, 2009), pode-se dizer que a adsorção do Floatan M3 sobre a superfície da hematita é de caráter específico. O mesmo pode ser afirmado em relação a adsorção do oleato. Porém os valores de potencial zeta do mineral para pH 7 com o oleato foi mais negativo do que com o Floatan M3. Na presença de coletor e depressor, os valores de potencial zeta foram menos negativos do que aqueles dos minerais condicionados individualmente com cada reagente.

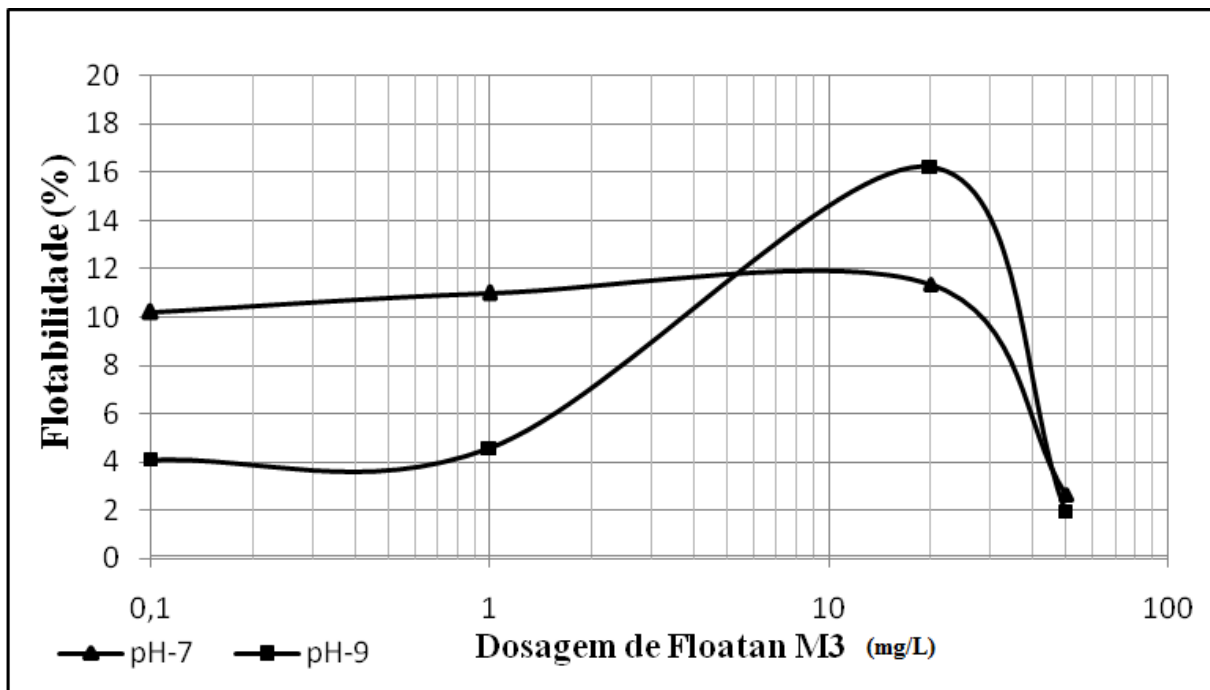


Figura 2 - Flotabilidade da hematita em função da dosagem de Floatan M3 para os valores de pH 7 e 9.

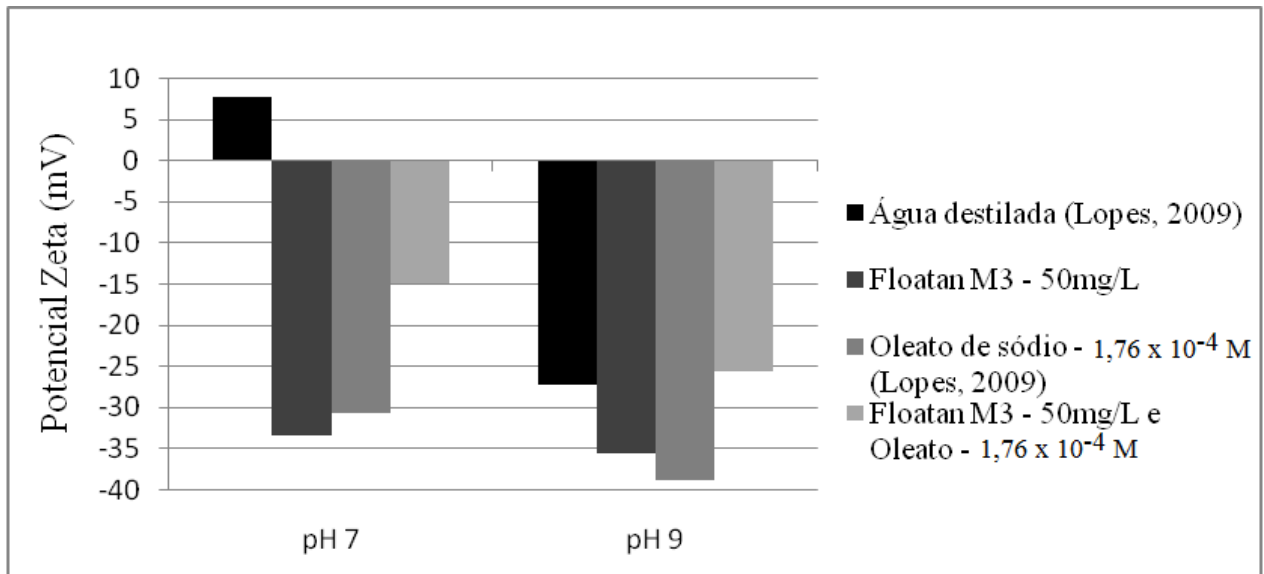


Figura 3 - Potencial zeta da hematita na ausência e presença de reagentes para os valores de pH 7 e 9.

A Figura 4 apresenta as curvas de flotabilidade do quartzo, usando oleato de sódio como coletor para os valores de pH 7 e 9 em função da dosagem de Floatan M3. Os valores de potencial zeta desse mineral na ausência e presença dos reagentes estudados em pH 7 e 9 estão apresentados na Figura 5.

Pela Figura 4, fica evidente a alta afinidade do depressor Floatan M3 com o quartzo, uma vez que com baixas dosagens do reagente, a máxima flotabilidade estava em torno de 16 %. Da mesma forma do que ocorreu com a hematita (Figura 2), a flotabilidade do mineral caiu com o aumento do pH. Ou seja, a eficiência na depressão dos dois minerais estudados com Floatan M3 foi maior para o valor de pH 9. Pode-se afirmar também que o Floatan M3 tem maior afinidade com a hematita do que com o quartzo, pois há de se lembrar que a dosagem de coletor em que o quartzo teve flotabilidade de cerca de 100% foi de $2,46 \times 10^{-4}$ M (Lopes e Lima, 2009).

Pela Figura 5 observa-se que houve aumento acentuado do valor negativo do potencial zeta do quartzo na presença do quebracho (entre -70 e -74 mV) para ambos valores de pH estudados em relação ao potencial zeta do mineral na ausência de reagentes (-37,3 mV em pH 7 e -39,2 mV em pH 9). Logo, pode-se afirmar que há adsorção específica do Floatan M3, carregado negativamente, com a superfície do quartzo. Após o contato do mineral com Floatan M3 e oleato de sódio, ao contrário do que ocorreu com a hematita, verifica-se que os valores de potencial zeta ficaram praticamente inalterados em relação aos valores de potencial zeta do mineral condicionado com Floatan M3.

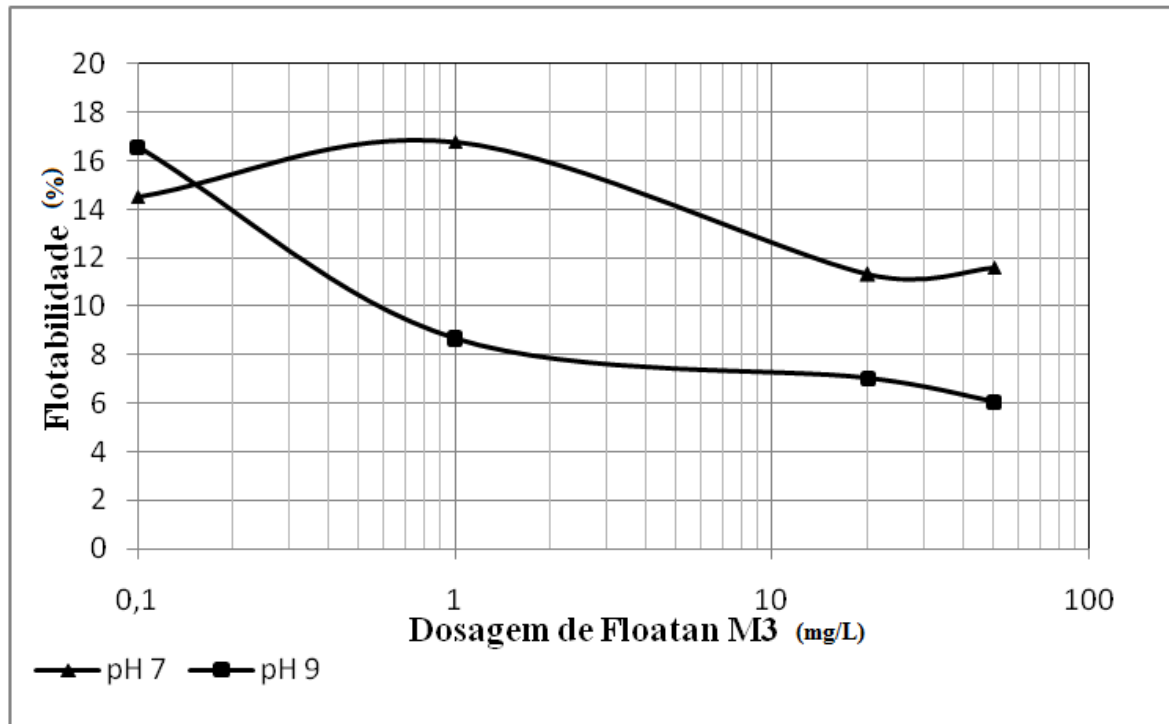


Figura 4 - Flotabilidade do quartzo em função da dosagem de Floatan M3 para os valores de pH 7 e 9.

De uma maneira geral, pode-se afirmar que o quebracho deprime tanto a hematita quanto o quartzo quando utiliza-se como coletor o oleato de sódio. Logo, não há possibilidade de separação seletiva entre esses dois minerais, utilizando esse reagente como depressor na flotação aniônica de minério de ferro. Mas o mesmo pode ser utilizado para deprimir tanto óxido de ferro (hematita) e quartzo presentes em ganga de minério de manganês, por exemplo.

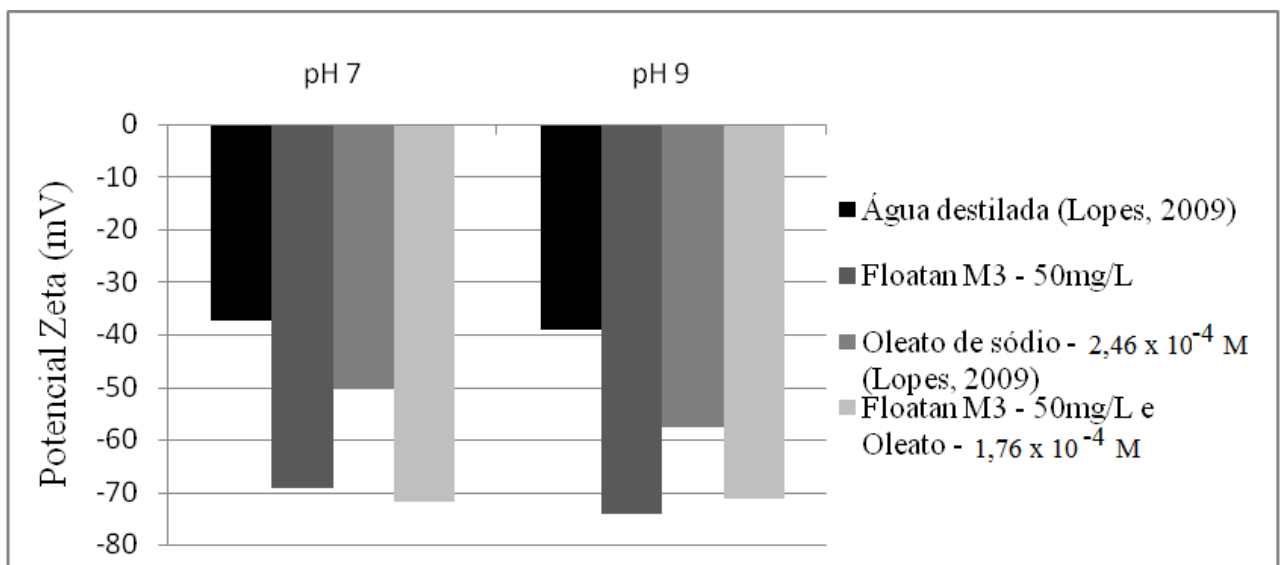


Figura 5 - Potencial zeta do quartzo na ausência de reagentes e após condicionamento com coletor e depressor.

4. CONCLUSÕES

Através dos estudos de flotabilidade e determinação de potencial zeta, efetuados com as amostras de hematita e quartzo, pode-se concluir que:

- i - O Floatan M3 é um forte depressor tanto para a hematita quanto para o quartzo.
- ii – Não há possibilidade de separação seletiva entre a hematita e o quartzo na flotação de minério de ferro, usando oleato de sódio como coletor.
- iii – A adsorção do floatan M3 sobre a superfície de ambos minerais estudados é de caráter específico.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Fapemig pela bolsa de iniciação científica para a aluna Marcela Lara Alexandre e pelos recursos para compra dos equipamentos do Laboratório de Propriedades Interfaciais do DEMIN, que foram usados nesse trabalho e ao CNPq, pelos recursos para montagem do sistema de microflotação do Laboratório de Flotação do DEMIN.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, E.M. Estudo de depressores na flotação de finos de minério de manganês com oleato de sódio. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, Universidade Federal de Ouro Preto, 125p. 2010.

Alexandre, M. L. Estudo de depressores na flotação direta de minério de ferro. Relatório de pesquisa. Departamento de Engenharia de Minas. Universidade Federal de Ouro Preto. 29p. 2011.

Fuerstenau, M.C. (Ed.). Flotation: A.M. Gaudin Memorial Volume. New York: American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, 621p. v.1. 1976.

Lopes, G. M. Flotação Direta de Minério de Ferro. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, Universidade Federal de Ouro Preto.. 175p, 2009.

Lopes, G.M., Lima, R. M. F. Flotação direta de minério de ferro com oleato de sódio. REM:, 62(3), p. 323-329, 2009.

Luz, J. A. M. Flotação aniônica de rejeito de itabirito: Estudo de reagentes alternativos e modelamento polifásico do processo. Tese de doutorado. Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais. 500p, 1996.

Nagaraj, D. R., Ravishankar, S. A. Flotation reagents – a critical overview from industry perspective. In: Froth Flotation A Century of Innovation. SME. Fuerstenau, M.C., Jameson, G., Yoon, R.H. editors. p. 375-5424, 2007.

Rao, S.R. Surface chemistry of froth flotation. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers. 744 p. 2004.