

O APROVEITAMENTO DE LAMAS DE MINÉRIO DE FERRO POR FLOTAÇÃO COLUNAR

J. Martins¹, R.M.F. Lima², A.A.M. Borges³, A.A. Borges⁴, G.G.O. Junior⁵

1 – Professor Ph.D – Departamento de Engenharia de Minas - Escola de Minas - Universidade Federal de Ouro Preto.
Campus Universitário. CEP 35400-000, Ouro Preto – MG.

Email: jadermar@zaz.com.br

2 – Professora Dr^a – Departamento de Engenharia de Minas - Escola de Minas - Universidade Federal de Ouro Preto.
Campus Universitário. CEP 35400-000, Ouro Preto – MG.

Email: rosa@degeo.ufop.br

3 – Engenheiro de Minas – Minerações Brasileiras Reunidas

Email: abo@mbr.com.br

4 – Acadêmico de Engenharia de Minas – Departamento de Engenharia de Minas - Escola de Minas - Universidade Federal de Ouro Preto. Campus Universitário. CEP 35400-000, Ouro Preto – MG.

Email: aa.borges@bol.com.br

5 - Acadêmico de Engenharia de Minas – Departamento de Engenharia de Minas - Escola de Minas - Universidade Federal de Ouro Preto. Campus Universitário. CEP 35400-000, Ouro Preto – MG.

Email: cajati@mailbr.com.br

RESUMO

A exploração de minério de ferro em Minas Gerais representa muito em termos econômico e em termos de geração de empregos. A maioria das empresas de mineração tem utilizado o processo de concentração por flotação, sendo que o Brasil é o país que possui o maior número de colunas de flotação de minério de ferro do mundo.

Grande parte do material alimentado nas usinas de concentração por flotação de minério de ferro no Quadrilátero Ferrífero se perde na forma de lamas. Em algumas minerações, 45 % da alimentação que corresponde a 8000 toneladas por dia é despejado nas bacias de rejeitos. Estas lamas têm algumas características muito interessantes, tais como teores de ferro mais elevados que a alimentação e teores de sílica mais baixos.

Além do aspecto econômico, a recuperação destas lamas por flotação colunar reduziria o volume de material a ser depositado nas bacias de rejeitos, solucionando um grande problema ambiental e ainda aumentando a vida útil das jazidas.

É importante salientar que o aproveitamento deste material é muito interessante no que se refere a sua posterior utilização na pelotização, pois já se encontra em uma granulometria adequada.

O material considerado lamas nestes rejeitos possuem granulometria menor que 30 μm e somente com um corte em 5 μm , já é possível elevar o teor do mesmo..

A flotação em coluna é uma técnica muito interessante para este tipo de material, tendo em vista o seu excelente desempenho com materiais finos. Modificações nas etapas do processamento foram levadas a cabo para se conseguir um melhor desempenho no processo de separação das lamas de minério de ferro por flotação colunar. Uma comparação entre testes realizados em célula convencional e uma coluna operando em batelada foi realizada e os resultados indicam que a coluna apresenta melhor recuperação.

PALAVRAS – CHAVE: flotação, lama, reaproveitamento

1. INTRODUÇÃO

Grande parte das mineradoras do Brasil tem utilizado o processo de concentração por flotação, dando-nos o título de país com o maior número de colunas de flotação em minério de ferro e um dos pioneiros na flotação em coluna.

Em algumas mineradoras 45% da alimentação diária é despejada em bacias de rejeito sob a forma de lamas, que possuem teores de ferro mais elevados que a alimentação e teores de sílica mais baixos.

O material considerado lama nestes rejeitos possuem granulometria menor que 40 μm e somente com um corte do

material abaixo de 5 μm já é possível elevar o teor do mesmo.

Importante salientar que o aproveitamento desse material é muito interessante no que se refere à sua posterior utilização na pelotização, pois, o mesmo já se encontra em granulometria adequada para se efetuar esta operação.

Ressalta-se também que a flotação é uma técnica muito apropriada para este tipo de material, tendo em vista o seu excelente desempenho com materiais finos, além dos vários aspectos citados acima. A recuperação de lamas não só reduzirá o volume de material a ser depositado em bacias de rejeito, solucionando um problema ambiental, como também aumentará a vida útil das jazidas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O material em estudo, lamas de minério de ferro, é proveniente de uma das minerações da região do quadrilátero ferrífero.

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tratamento de Minérios do Departamento de Engenharia de Minas-DEMIN da Universidade Federal de Ouro Preto, que constou das seguintes etapas:

- Deslamagem
- Caracterização
- Testes em célula de flotação
- Testes em coluna de flotação

O início do trabalho foi dado com o quarteamento da lama e posteriormente feito a deslamagem com o objetivo de se efetuar um corte em 5 μm . O material acima de 5 μm (afundado) foi utilizado para os testes em coluna, e o abaixo de 5 μm (ultrafino) descartado.

A caracterização da lama teve por objetivo conhecer a análise granulométrica dos seguintes materiais: lama, afundado e ultrafino. Antes de executar essas análises foram determinadas as densidades das três espécies de material acima citados, utilizando-se o método do picnômetro.

A análise granulométrica foi realizada no Sedigraph e as figuras 1 e 2 que seguem abaixo trazem a distribuição granulométrica da lama e do afundado respectivamente, já o material ultrafino não foi possível ser analisado devido a problemas técnicos.

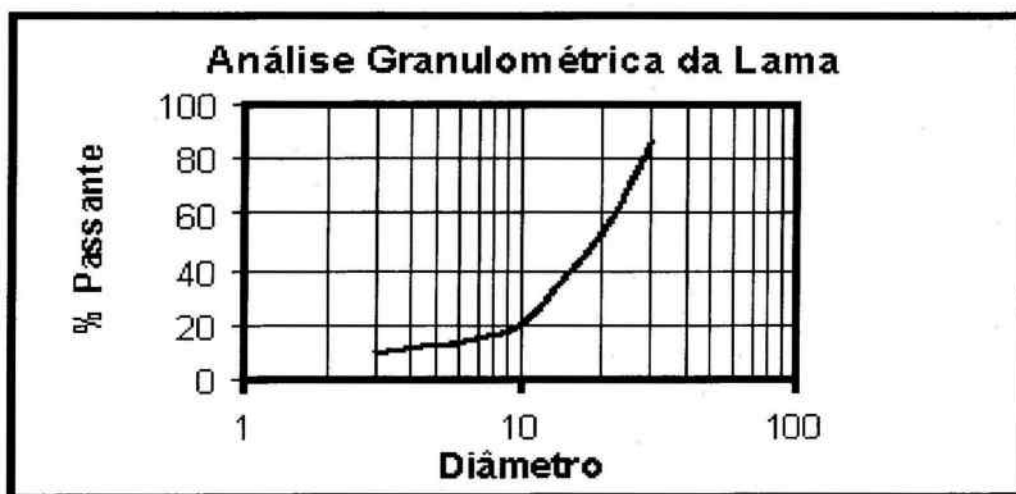


Figura 1 - Análise granulométrica da lama

Todos os testes em célula de flotação convencional foram realizados com a mesma dosagem de amido (500g/t) e com pH igual a 10. Variações foram feitas na porcentagem de sólidos na polpa (35 e 40%); dosagem de amina (50, 75 e 100g/t) e rotação (1200 e 1500 rpm).

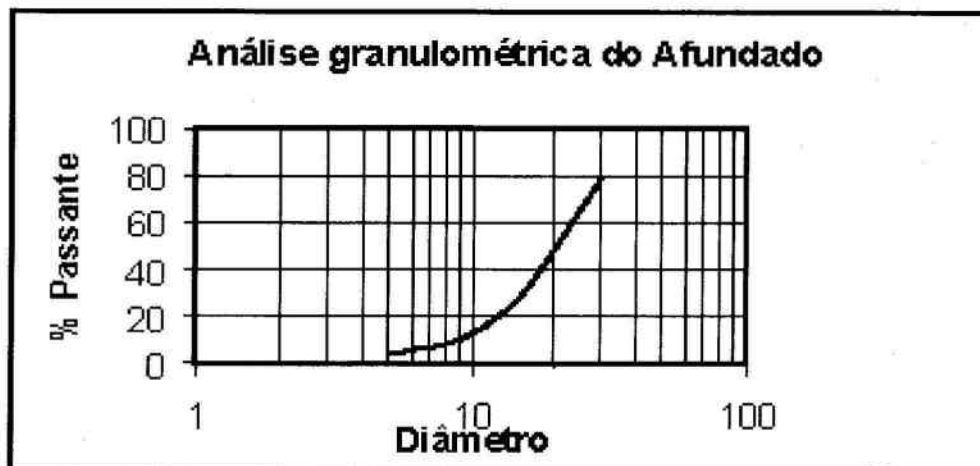


Figura 2 - Análise granulométrica do afundado

Em relação aos testes em coluna, o equipamento utilizado foi uma coluna de flotação com as seguintes características: diâmetro de 5 cm, altura efetiva de 1 m e volume de três litros. O controle da injeção de ar foi feito através de um registro que fornece a vazão instantaneamente. Acoplado a coluna se tem uma bomba peristáltica; todo o material afundado durante o processo vai sendo recirculado pela mesma, fazendo com que o teste seja em batelada. Os testes foram realizados com a dosagem fixa de amido (500g/t). Houve variações na dosagem de amina (60 e 80 g/t); a percentagem de sólidos na polpa variou de 20 e 40% e testes com e sem escubagem.

Para o caso dos testes com escubagem, a mesma se processava antes do condicionamento, onde se manteve a polpa em agitação durante 10 minutos com o pH igual a 10, com percentagem de sólidos igual a 60%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da análise granulométrica é visto que aproximadamente 12,6% da lama é composta por partículas de tamanho menor que 5 µm, e nos testes de deslamagem o valor obtido foi em torno 9,0%, logo a deslamagem foi satisfatória. Isto também é confirmado através da análise granulométrica do afundado, onde 4,0% do material está abaixo de 5 µm, obtendo assim um corte eficiente.

Também em relação a deslamagem podemos salientar que a mesma fez uma pré-concentração na lama, que antes de ser deslamada apresentava um teor médio de 63,73% de ferro e após o mesmo apresentou um teor de 66,00% (afundado) e o ultrafino em torno de 38,1%, isto nos dá uma recuperação metalúrgica na ordem de 95%, como mostrado na Tabela I:

Tabela I - Balanço Metalúrgico da Deslamagem

Material	Massa (g)	Teor de Fe (%)	Rec. Metalúrgica(%)
Lama	288,25	63,73	100
Afundado	260,25	66,02	95,10
Ultrafino	28,00	38,10	4,90

Na célula convencional foram realizados 12 testes em duplicata, sendo apresentados na Tabela II os resultados obtidos em alguns deles.

Com esses resultados é possível se fazer um estudo comparativo entre as variáveis envolvidas no processo.

1) Percentagem de Sólidos na Polpa: É verificada uma maior recuperação metalúrgica com menor percentagem de sólidos. Isto é devido a uma dispersão mais eficiente das partículas, dessa maneira flota-se menos hematita, que possivelmente poderiam estar aderidas à partículas de quartzo.

2) Rotação: Em todos os testes foi visto que se obtém maior recuperação metálica com menor rotação (1200 rpm), provavelmente isto é justificado pelo fato de que com maior rotação pode ocorrer uma agitação excessiva e assim partículas de hematita podem ser carreadas. Outra possibilidade é a remoção do amido da superfície da partícula.

3) Dosagens de Amina: Em todos os casos a maior recuperação metalúrgica foi obtida com a menor dosagem de amina e

a maior recuperação mássica foi obtida com maior dosagem de amina, portanto, de acordo com a teoria, onde uma maior quantidade de amina é usada flota-se além do quartzo a hematita, o que de forma alguma é interessante.

Tabela II - Resultados dos testes em célula

Testes	Amena/Rot./% Sól	Teor de FE (%)	Rec. Massa (%)	Rec. Metal.(%)
1a	100/1500/40	C = 68,00	63,8	33,9
		F = 66,20		
1b		C = 68,00	58,7	34,9
		F = 65,90		
2a	100/1500/35	C = 68,00	54,5	35,9
		F = 65,40		
2b		C = 67,60	54,9	36,9
		F = 66,30		
3a	100/1200/40	C = 68,00	66	37,9
		F = 66,30		
3b		C = 68,10	63,8	38,9
		F = 66,60		
7a	75/1200/40	C = 68,40	53,9	45,9
		F = 64,80		
7b		C = 68,40	54,6	46,9
		F = 65,00		
8a	75/1200/35	C = 68,50	33,4	47,9
		F = 64,20		
8b		C = 68,50	34,2	48,9
		F = 64,40		
9a	50/1500/40	C = 68,10	43,9	49,9
		F = 65,40		
9b		C = 67,90	47,4	50,9
		F = 65,90		

Na coluna foram realizados nove testes, sendo que oito foram feitos com o material devidamente preparado (afundado, proveniente da deslamagem da lama original), e um teste com a lama original, isto é, sem passar pelo processo de deslamagem. Os resultados são apresentados na Tabela III:

Ao se avaliar a tabela II algumas observações podem ser feitas:

1) ao se comparar os testes com escrubagem e sem escrubagem é verificado que se tem maior recuperação mássica nos testes em que não foram realizadas a escrubagem. Isto mostra que ao se efetuar a escrubagem as partículas ficam mais dispersas diminuindo a probabilidade de uma partícula de hematita estar aderida a uma de quartzo e esta ser flotada, que aumentaria a recuperação mássica e diminuiria a recuperação metalúrgica. Talvez com uma maior dosagem de amido, melhores resultados poderiam ter sido conseguidos. Com a escrubagem é verificada uma menor recuperação mássica, mas em contrapartida se tem uma maior recuperação metalúrgica, tornando assim o processo mais seletivo.

2) uma maior porcentagem de sólidos apresenta uma maior recuperação mássica, não afetando consideravelmente a seletividade, como já foi comentado anteriormente por Martins (1998).

3) não ficou muito claro o efeito da quantidade de coletor sobre a recuperação. Outros testes deverão ser realizados de modo a poder se conhecer melhor esta variável

Ao defrontar os resultados da célula com a coluna é visto que ambas apresentaram maior recuperação com maior porcentagem de sólidos com já foi encontrado por outros autores (Dobby and Finch,1987; Houot,1977) . Em relação à quantidade de coletor, na célula ficou bem definido qual a melhor dosagem, já na coluna isto não ficou totalmente claro, possivelmente ao restrito número de testes realizados e também a pequena variação de dosagens realizadas. Quanto a

recuperação, a coluna é mais eficiente, mostrando uma excelente recuperação metalúrgica.

Tabela III - Resultados dos testes em coluna

Testes	%Sól./Escrubagem/Amina	Teor de Fe (%)	Rec.Máss. (%)	Rec.Metal. (%)
01	40/esc/80	C = 66,42	4,33	94,97
		F = 59,28		
02	20/esc/80	C = 67,20	7,41	92,05
		F = 54,86		
03	40/sem esc./80	C = 67,51	29,10	72,81
		F = 62,32		
04	20/sem. Esc/80	C = 67,42	13,29	87,93
		F = 57,06		
05	40/esc/60	C = 66,69	12,95	86,67
		F = 59,77		
06	20/esc/60	C = 67,69	11,50	85,49
		F = 57,64		
07	40/sem esc/60	C = 67,13	24,16	83,99
		F = 60,75		
08	20/sem esc/60	C = 67,32	12,40	90,64
		F = 55,62		
Lama	20/esc/80	C = 64,50	10,90	87,09
		F = 58,98		

4. CONCLUSÕES

A lama estudada apresenta um elevado potencial de aproveitamento.

A deslamagem da fração abaixo de 5 μm aumenta consideravelmente o teor de ferro contrariando os resultados apresentados por outros tipos de lama, onde o ferro se concentra na fração mais fina.

Fica evidente que o sistema turbulento (convencional) dificulta a seletividade de partículas mais finas.

A operação de escrubagem da lama antes da flotação é uma etapa importante para se conseguir os bons resultados na concentração por flotação.

5. OBSERVAÇÕES FINAIS

O presente trabalho só leva em consideração o teor de ferro, não sendo avaliados a presença de minerais e elementos deletérios tais como fósforo e alumina, e como é sabido, esta última tem a tendência de se concentrar nas porções mais finas. Este fato podendo inviabilizar o reaproveitamento da lama.

Importante também ressaltar, que a concentração da lama neste experimento foi realizada em um único estágio

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARTINS, J. Alguns Aspectos Hidrodinâmicos de Flotação Colunar de Partículas Grossas. REM, 51(4), out.1998, pp27-29.

DOBBY, G.S., FINCH, J.A. Particle Size Dependence in Flotation Derived from a Fundamental Model of the Capture. Int. J. Miner. Process. - 21, 1987, pp.241-260.

HOUOT, R. Beneficiation of Iron Ore Flotation - Review of Industrial and Potential Applications. International Journal of

Mineral Processing, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam - Printed in Netherlands, 4, 1977, p.89-98.