

INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA NO PROCESSO DE CONCENTRAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO POR FLOTAÇÃO EM COLUNA ⁽⁰¹⁾

Reginaldo Lúcio Carlos de Medeiros ⁽⁰²⁾

William Whitaker ⁽⁰²⁾

Jader Martins ⁽⁰³⁾

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar a influência do tamanho da partícula no processo de concentração de minério de ferro por coluna de flotação.

Foram realizados ensaios de concentração em coluna de flotação na escala piloto, com uma amostra de minério de ferro coletada no concentrado da flotação convencional, com 66,12% de ferro e 58% da massa retida em 0,044 mm proveniente da planta de beneficiamento de uma empresa de mineração do Quadrilátero Ferrífero.

A influência da granulometria foi averiguada nos ensaios em escala piloto através de comparações com resultados obtidos nos ensaios realizados em quatro diferentes faixas granulométricas de quartzo que foi adicionado como contaminante.

Palavras chave: Flotação em Coluna, Minério de Ferro.

(01) - Trabalho a ser apresentado no I Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro: Caracterização, Beneficiamento e Pelotização, Ouro Preto, MG, 14 a 17 de outubro de 1996.

(02) - Alunos do Curso de Engenharia de Minas da Escola de Minas - UFOP.

(03) - Engenheiro Químico, Ph.D. - Chefe do Departamento de Engenharia de Minas da Escola de Minas - UFOP.

INTRODUÇÃO

Com a exaustão das jazidas de alto teor de minério de ferro do Quadrilátero Ferrífero, tem se procurado aprimorar as técnicas de concentração de minério de ferro de médio e baixo teores.

Dentre estes processos de concentração, se destaca a flotação em coluna, que está amplamente difundida, como um meio eficaz de recuperar minérios, até recentemente, considerado inaproveitáveis.

A flotação reversa de minério de ferro, por se tratar de um tema pouco explorado fora do Brasil, ainda se apresenta muito incipiente no que se refere ao seu desenvolvimento. Pouco, tem se investigado sobre o efeito de variáveis de processo, tais como granulometria, densidade de polpa e etc..

Este trabalho teve como objetivo, realizar um estudo exploratório, do efeito da granulometria da sílica sobre a recuperação de minério de ferro em coluna de flotação. No caso particular de minério de ferro, a granulometria do minério é importante, uma vez que o concentrado final deverá ser encaminhado para a pelotização, e é plenamente conhecido que o material adequado para a aglomeração requer moagem muito mais fina do que a necessária para concentração.

METODOLOGIA

Amostras

Foi utilizada nos ensaios de concentração em coluna de flotação, realizados em escala piloto, uma amostra de minério de ferro coletada no concentrado da flotação convencional de uma planta de beneficiamento de uma empresa de mineração do Quadrilátero Ferrífero. Nossa metodologia consistiu na contaminação da amostra original com quartzo puro, em quatro faixas granulométricas diferentes, +0,104mm, -0,104/+0,052mm, -0,052/+0,044mm e -0,044mm.

Preparação das Amostras

As amostras foram preparadas da seguinte maneira, segundo o fluxograma apresentado na Figura 1:



Figura 1 - Fluxograma de preparação das amostras

Na Tabela 1 são apresentados os teores dos principais componentes químicos da amostra utilizada nos ensaios, antes e após a contaminação por SiO_2 e, na Tabela 2 sua distribuição granulométrica.

Tab. 1 - Teores dos principais componentes químicos da Amostra

Teores dos Elementos ou Compostos (%)	Amostra antes da contaminação por SiO_2	Amostra após contaminação por SiO_2
Fe	66,12	55,10
SiO_2	2,31	18,59
Al_2O_3	0,83	0,69
P	0,017	0,014

Tab. 2 - Distribuição granulométrica da Amostra

Tamanho (mm)	% Retida Acumulada
0,589	0,12
0,417	0,93
0,295	2,87
0,208	10,32
0,147	16,52
0,104	25,71
0,074	37,01
0,052	50,37
0,044	57,30

Na Tabela 3, apresentada a seguir, pode-se verificar o teor de sílica por faixa granulométrica, no minério, antes da contaminação por sílica.

Tab. 3 - Teor de sílica no minério antes da contaminação.

Faixa Granulométrica (mm)	% Retida de Sílica
0,417	20,8
0,295	14,2
0,208	8,06
0,147	3,24
0,104	1,48
0,074	1,03
0,052	0,69
0,044	0,59

Reagentes utilizados

Nos ensaios realizados em coluna de flotação, escala piloto, foi utilizado como depressor o amido de milho (solução 1%), como coletor a amina FLOTIGAN EDA-B da Hoechst (solução 1%) e como modulador de pH soda cáustica (solução 5%).

Ensaio em escala piloto

A coluna utilizada nos ensaios em escala piloto possui 6,30m de altura e 50mm de diâmetro interno. O conjunto é formado por um compressor que fornece ar para o sistema de aeração da coluna, por duas bombas peristálticas, uma utilizada para descarregar o afundado e a outra, utilizada para alimentar a polpa na coluna. Compõe ainda o conjunto dois condicionadores de polpa, sendo um condicionador pulmão e o outro condicionador principal.

Os ensaios foram realizados de acordo com os procedimentos apresentados a seguir:

- contaminação do minério a ser submetido à coluna, com sílica;
- condicionamento da polpa com amido, por cerca de seis minutos, em pH 10,5;
- regulagem da pressão e vazão de ar do aerador adequadas para a realização do ensaio;
- ajuste da vazão de água de lavagem;
- acionamento das bombas de alimentação de polpa e de descarga do afundado;
- regulagem da vazão de polpa da alimentação;
- ajuste da dosagem de amina;
- regulagem da vazão da descarga do afundado procurando manter a interface polpa-espuma estável e constante;
- coleta dos produtos, flotado e afundado;
- realização de amostragem, com o processo em regime.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio em escala piloto

Os resultados obtidos nos ensaios realizados em coluna piloto são apresentados na Tabela 4, a seguir.

Tab. 4 - Resultados dos ensaios realizados em coluna piloto.

Ensaio	Granulometria (mm)	Teor de Fe no Conc. (%)	Teor de SiO ₂ no Conc. (%)	Recup. de Massa (%)	Distribuição de Fe no Conc. (%)	Distribuição de SiO ₂ no Conc. (%)
01	-0,208/+0,104	59,80	11,00	74,90	81,28	44,31
02	-0,104/+0,052	64,00	6,00	80,78	93,82	26,07
03	-0,052/+0,044	68,20	2,50	76,63	94,84	10,30
04	-0,044	60,30	10,60	62,34	68,22	35,54

Condições em que foram realizados estes ensaios: Dosagem de Amido - 1000g/t; Dosagem de Amina - 150g/t; pH - 10,5; porcentagem de sólidos na polpa - 40%.

Uma das variáveis mais importantes que afetam o comportamento cinético e hidrodinâmico dos minerais e compromete a recuperação metalúrgica, é o tamanho das partículas.

A obtenção de concentrado na coluna com teor de Fe de 59,80% e de SiO₂ de 11,00% no ensaio 01, mostra que o minério contaminado com quartzo nessa granulometria(-0,208/+0,104mm), considerada grosseira, não apresentou bons resultados. Acredita-se que o alto teor de quartzo no concentrado se deveu ao efeito gravitacional que agiu sobre as partículas de quartzo, não permitindo uma boa interação partícula-bolha, provocando perda de seletividade no processo. Ainda, segundo Crawford e Raltson, as partículas mais grosseiras apresentam tempo médio de residência bastante inferior devido à sua maior velocidade de sedimentação, conforme lei de Stokes.

A obtenção de concentrados na coluna com teores de Fe de 64,00 e 68,20% e de SiO₂ de 6,00 e 2,50%, nos ensaios 02 e 03, respectivamente, mostra que o minério contaminado com quartzo nestas faixas granulométricas(-0,104/+0,052mm e -0,052/+0,044mm), pode-se obter excelentes concentrados com boa recuperação em Fe (94%).

A obtenção de concentrado na coluna com teor de Fe de 60,30% e de SiO₂ de 10,60% no ensaio 04, mostra que o minério contaminado com quartzo nessa granulometria(-0,044mm), considerada mais fina, também não produziu bons resultados. Para partículas mais finas observa-se uma tendência do tempo médio de residência estar bem próximo ao da fase líquida. A flotação de partículas mais finas apresenta desvantagens como um maior arraste de partículas de sílica para o concentrado, o que provoca perda de seletividade e perda de eficiência de coleta, influenciando na recuperação de Fe.

Segundo Rubio e Lopez, o efeito do tamanho de partícula pode ser explicado, argumentando que há um aumento na eficiência de colisão e de adesão para as partículas mais grossas até uma certa granulometria, onde a adesão é afetada pela massa da partícula. Por outro lado, com a diminuição do tamanho, as partículas finas colidem com as bolhas com uma baixa energia de colisão devido ao baixo "momentum", o que provoca perda de seletividade.

Vale lembrar que os ensaios foram realizados em condições operacionais e de processo, como dosagens de coletor e depressor, pH, além de outras, ainda não otimizadas, o que será realizado em etapa posterior do trabalho.

Outro ponto importante a considerar, é que os resultados se referem a um único estágio (rougher) de flotação. É provável que com um estágio cleaner o processo possa ser melhorado consideravelmente.

CONCLUSÕES

O trabalho apresentado mostra que para concentração de minério de ferro através de flotação reversa, a granulometria é uma variável que pode afetar consideravelmente o desempenho do processo.

Usando contaminação por sílica em faixas granulométricas intermediárias, abaixo de 0,104mm e acima de 0,044mm, observa-se que pode-se obter excelentes resultados em termos de teor e recuperação de Fe no concentrado.

Trabalhando com contaminação por sílica em faixas extremas, ou seja, mais grosseira e mais fina, os resultados obtidos são piores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PERES, A.E.C., **Físico-química de Superfícies**, Universidade Federal de Ouro Preto, 1995.
- Cominco Engineering Services Ltda. Colunas de Flotação. Manual de Operações da Samarco Mineração S. A.. Projeto Alegria. 1991.
- PERES, A.E.C.; ARAÚJO, A.C. . **Células de Flotação: Novas Tendências e Panorama Brasileiro**; Flotação, Fundamentos, Prática e Meio Ambiente; Anais do III Encontro do Hemisfério Sul sobre Tecnologia Mineral e XV Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia, São Lourenço, MG, Brasil, Publicação ABTM, p. 605-615, 1992.
- AQUINO, J.A.; SANTANA, A.N., **Flotação em Coluna Aplicada a um Minério de Ferro**; Flotação, Fundamentos, Prática e Meio Ambiente; Anais do III Encontro do Hemisfério Sul sobre Tecnologia Mineral e XV Encontro Nacional de

Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia, São Lourenço, MG, Brasil, Publicação ABTM, p. 467-493, 1992.

- CRAWFORD, R.; RALTON, J., **The Influence of Particles Size and Contact Angle in Mineral Flotation**, International Journal of Mineral Processing, p. 252-253, 1987.
- GUIMARÃES, R.C.; PERES, A.E.C., **Máquinas de Flotação**; Apostila físico-química de Superfícies, Universidade Federal de Ouro Preto, 1995.
- FINCH, J.A. ; DOBBY, G.S., **Particle Size Dependence in Flotation Derived From a Fundamental Mode of Capture Process**; International Journal of Mineral Processing; p. 252-253, 1987.
- RICE, R.; TUPPERAINEN, J.M.I.; HEDGE, R.M., **Dispersion and Hold-up in Bubble Column - Comparison of Rigid and Flexible Spargers**; The Canadian Journal of Chemistry Engineering; Vol. 59, p. 677-681, 1981.
- YANATOS, J.B.; BERGH, L.G., **Parametros de Diseno y Operacion de Columnas de Flotacion**; Flotação, Fundamentos, Prática e Meio Ambiente; Anais do III Encontro do Hemisfério Sul sobre Tecnologia Mineral e XV Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia, São Lourenço, MG, Brasil, Publicação ABTM, p. 511-528, 1992.
- FURTADO, J.R.V.; PERES, A.E.C., **Flotação em Coluna**; Curso de beneficiamento de Minérios; Associação Brasileira de Metais; Fundação Cristiano Ottoni. EEUFMG, p. 128-132, 1988.

THE EFFECT OF SIZE DISTRIBUTION ON CONCENTRATION OF IRON ORE BY COLUMN FLOTATION

ABSTRACT

This work aimed to investigate the particle size distribution on the concentration process of iron ore by column flotation.

Concentration tests were carried out using a pilot plant column, utilizing a sample of iron ore concentrate originated from a conventional flotation circuit with an iron content of 66,12% and 58,00% material plus 0,044mm.

The effect of particle size distribution was investigated using four different range of pure quartz wich was added as contaminant.

Key-words: Column Flotation, Iron ore.