

Avaliação da produção de um super-concentrado de minério de ferro

Vinícius Mendes Ferreira

*Engenheiro de Minas CQE, M.Sc., Consultor Técnico de Produtos da Gerência Geral de Marketing da Samarco Mineração S/A, Ponta de Ubu, Anchieta, ES
E-mail: vmendes@samarco.com.br*

Joaquim Donizetti Donda

*Engenheiro de Minas, CQE, M.Sc., Ph.D., Consultor Técnico da Gerência Geral de Operações da Samarco Mineração S/A, Germano, Mariana, MG
E-mail: donda@samarco.com.br*

Antônio Eduardo Clark Peres

*Engenheiro Metalurgista, M.Sc., Ph.D., Professor do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG
E-mail: aecperes@demet.ufmg.br*

Resumo

Visando à obtenção de um concentrado com teor de sílica inferior a 1,00%, foram realizados ensaios em laboratório a partir de uma amostra do concentrado da flotação mecânica da Samarco, que apresentou 3,08% de sílica. Efetuou-se um corte na granulometria de 105 μ m nesse concentrado. A fração -105 μ m, que representa 76,69% da massa inicial, foi submetida a uma outra etapa de flotação, gerando concentrado de teor de sílica de 0,61%. A fração +105 μ m, que representa 23,31% da massa inicial, foi moída a 100% -105 μ m, deslamada e submetida à flotação. Foram obtidos concentrados com teor de sílica de 0,90%. Ponderando as massas das respectivas frações com os teores de sílica obtidos, obtém-se um concentrado com 0,68% de sílica, que é um teor satisfatório para o objetivo desse trabalho. Percebe-se que uma grande parte da origem da sílica de 0,90% pode ser explicada pela presença do elemento silício encontrado na rede das goethitas e pela presença de lama residual, nos poros da hematita porosa.

Palavras-chave: flotação quartzo e flotação minérios de ferro.

Abstract

Aiming at producing a concentrate with a silica content lower than 1.00%, laboratory experiments were conducted using a sample of the concentrate from Samarco's mechanical flotation, which presented 3.08% silica content. This sample was split in two size ranges: +105 μ m and -105 μ m. The -105 μ m fraction, representing 76.69% of the initial mass, was submitted to another flotation, generating 0.61% silica content. The fraction +105 μ m, representing 23.31% of the initial mass, was ground 100% -105 μ m, deslimed, and submitted to flotation. Concentrates with 0.90% silica content were obtained. Considering the mass proportions of the two size fractions, the calculated silica content of the concentrate is 0.68%, which is considered satisfactory for the objective of this investigation. The major reasons for the 0.90% silica content are the presence of silicon in the lattice of goethites and the presence of residual slimes in the pores of porous hematite.

Keywords: quartz flotation and iron ore flotation.

1. Introdução

Nos últimos anos, uma das etapas do processo produtivo da Samarco que mereceu bastante investigação foi a flotação, sendo foco de estudo nessa área a influência da granulometria das partículas. Ao longo desse período, notou-se que a redução no teor de SiO_2 no concentrado de minério de ferro está intimamente relacionada com a granulometria das partículas do sistema de flotação e esta é a linha geral do estudo proposto neste trabalho.

2. Objetivo

Apesar de grandes avanços, atualmente ainda se mostra necessária uma redução no teor de sílica do concentrado final da Samarco para a obtenção de concentrados com teores inferiores a 1,00% de sílica.

O objetivo do presente trabalho é a avaliação da produção de um superconcentrado de minério de ferro, do minério proveniente da mina de Alegria.

3. Metodologia

O trabalho de redução no teor de sílica foi realizado a partir do concentra-

do da flotação mecânica. A metodologia desse estudo envolveu a caracterização da fração de difícil remoção de sílica no concentrado e a execução de ensaios de flotação, em escala de bancada, focando essa fração grosseira do concentrado.

4. Apresentação e discussão dos resultados

O concentrado de minério de ferro, obtido na flotação mecânica da Samarco, foi a amostra utilizada para os estudos desenvolvidos no presente trabalho.

4.1 Caracterização inicial da amostra

Conforme pode ser visto na Tabela 1, o concentrado apresentou 3,08% de SiO_2 . As malhas mais grosseiras, acima de $74\mu\text{m}$, apresentam alto teor de SiO_2 , Al_2O_3 , P e PPC. Na malha $74\mu\text{m}$, os teores são próximos da média e as malhas abaixo de $74\mu\text{m}$ apresentam menor conteúdo de contaminantes e maior de Fe. Em relação à presença de SiO_2 , interpreta-se essa presença como sendo devido a uma menor eficiência da flotação pro-

vavelmente devido ao tamanho da partícula, notadamente acima de $105\mu\text{m}$.

Ao se fazer um corte em $105\mu\text{m}$, nota-se que a massa referente ao retido nessa malha (23,31%) teria 8,64% de SiO_2 e a massa referente ao passante em $105\mu\text{m}$ (79,69%) apresentaria 1,26% de SiO_2 .

Na Tabela 1, são apresentados os resultados das análises químicas e granulométricas da amostra do concentrado da flotação mecânica e na Tabela 2 é apresentada a análise mineralógica quantitativa das frações descritas na Tabela 1.

Na Tabela 2, a maior presença de quartzo nas malhas mais grosseiras fica bem clara. Nota-se também que, nessas malhas, a presença de quartzo liberado é bem superior à de quartzo misto. Isso sugere que uma boa parte do conteúdo de SiO_2 nas malhas mais grosseiras é provavelmente devido ao tamanho da partícula. Nas malhas abaixo de $53\mu\text{m}$, a presença de quartzo misto, apesar de existente, é consideravelmente baixa.

4.2 Testes de laboratório

Inicialmente, foi aplicado um ensaio de flotação na amostra de concentrado

Tabela 1 - Distribuição granulométrica e análises químicas da amostra do concentrado da flotação mecânica.

Fração granulométrica					Teor %				
Peneiras		% Retida simples	% Acumulada	% Passante	Fe	SiO_2	Al_2O_3	P	PPC
Tyler	μm								
35	420	0,62	0,62	99,38	47,77	25,56	1,11	0,058	4,86
48	297	1,98	2,60	97,40	52,72	18,75	0,71	0,062	4,98
65	210	2,86	5,46	94,54	57,38	12,01	0,95	0,064	4,81
100	149	10,45	15,91	84,09	61,23	7,69	0,40	0,056	4,09
150	105	7,40	23,31	76,69	64,05	4,56	0,33	0,048	3,36
200	74	15,81	39,12	60,88	65,90	2,57	0,30	0,043	2,81
270	53	16,81	55,93	44,07	66,90	1,23	0,24	0,035	2,28
325	44	6,71	62,64	37,36	67,62	0,92	0,22	0,031	1,91
400	37	6,41	69,05	30,95	67,98	0,77	0,19	0,030	1,75
-400	-37	30,95	100,00	-	67,82	0,63	0,26	0,033	1,89
Cabeça calculada					65,67	2,93	0,31	0,040	2,60
Cabeça analisada					65,80	3,08	0,30	0,039	2,66

da flotação mecânica. Foram obtidos concentrados com teor de sílica em torno de 1,08%, que não é um teor satisfatório para o objetivo desse trabalho.

Os ensaios de flotação foram efetuados para verificar a influência da granulometria das partículas no sistema de flotação e esclarecer as seguintes dúvidas:

- Qual será o comportamento do material passante em 105µm, referente a 76,69% da massa da amostra e que ainda apresenta um teor de SiO₂ de 1,20%, quando submetido a uma nova etapa de flotação?
- Qual será o comportamento do material acima de 105µm, referente a 23,31% da massa da amostra e que apresentou um teor de SiO₂ relativamente alto (8,64%), quando reduzido de tamanho de tal forma que se apresente 100% passante nessa malha e novamente submetido à flotação?

Assim, peneirou-se manualmente o concentrado da flotação mecânica. Foram retiradas duas alíquotas do material passante em 105µm, granulometria considerada ideal para flotação de minérios de ferro, as quais foram submetidas a diversas condições de flotação.

Para a flotação do material passante em 105µm, foram obtidos concentrados com teor de sílica em torno de 0,60%.

Uma vez que com outra etapa de flotação realizada sobre a fração fina obtém-se concentrado com teor de sílica satisfatório para o objetivo desse trabalho, concentrou-se toda a investigação na fração grosseira do concentrado da flotação mecânica.

Foram realizados diversos ensaios de flotação na fração grosseira (+105µm) do concentrado da flotação mecânica, moído, reduzido a um tamanho adequado para a flotação (100% passante em 105µm) e deslamado. Para a flotação da fração grosseira moída, reduzida a 100% passante em 105µm e deslamada, foram obtidos concentrados com teor de sílica em torno de 0,90%.

Considerando a mesma condição de flotação para as frações -105µm natural e -105µm moído e deslamado e ponderando as massas das respectivas frações com os teores de sílica obtidos nessa condição, obtém-se um concentrado de sílica de 0,68%, que é um teor satisfatório para o objetivo desse trabalho.

4.3 Caracterização final da amostra

Efetuando-se caracterização mineralógica no concentrado da flotação da fração -105µm natural, foi notada a presença de partículas de quartzo mistas em uma proporção bem maior que a de quartzo liberado. Um teor de sílica inferior a

0,61% poderia ser obtido, caso fossem liberadas tais partículas de quartzo mistas.

Quanto ao concentrado da flotação realizada na fração -105µm moída e deslamada, percebe-se que o mesmo praticamente não apresentou partículas de quartzo, fato confirmado pela análise feita em contagem mineralógica, conforme é ilustrado na Tabela 3.

Assim, houve a necessidade de uma maior investigação de suas microestruturas e da tipologia das superfícies dos minerais presentes, visando a encontrar a origem do teor de 0,90% de sílica detectado na análise química. Assim, utilizando imagens no microscópio eletrônico de varredura e microsonda eletrônica, foi feita uma análise química pontual nas partículas de goethita.

Conforme é ilustrado na Figura 1, percebe-se a presença do elemento silício na rede da goethita e a maioria das contagens indicou presença do elemento silício em proporções que variavam até 6,0% na rede desse mineral.

A mesma análise foi realizada em partículas de hematita porosa. Percebe-se um teor relativamente alto de sílica e alumina nos poros dessas partículas da ordem de 18%, conforme mostra a Figura 2.

Tabela 2 - Análise granulométrica e mineralógica por faixa granulométrica da amostra do concentrado da flotação mecânica.

Fração granulométrica		Teor (% peso)							Total
		Hematita especular	Hematita porosa	Goethita	Magnetita	Quartzo liberado	Quartzo misto	Outros	
Tyler	µm								
48	297	13,48	21,74	41,38	2,03	19,37	1,73	0,28	100,00
65	210	21,26	30,91	34,21	4,34	8,22	0,94	0,12	100,00
100	149	24,52	40,43	28,11	3,99	2,52	0,43	0,00	100,00
150	105	26,83	48,92	20,11	2,97	0,73	0,30	0,14	100,00
200	74	31,03	51,33	12,88	3,08	1,27	0,41	0,00	100,00
270	53	34,70	50,94	11,38	2,65	0,31	0,02	0,00	100,00
325	44	46,58	42,01	10,37	0,62	0,31	0,11	0,00	100,00
-325	-44	52,42	39,20	8,11	0,16	0,09	0,02	0,00	100,00
Cabeça		37,85	43,24	15,85	1,74	1,21	0,11	0,00	100,00

Tabela 3 - Análise mineralógica do concentrado da flotação (0,90% de sílica) realizada na fração -105µm moída e deslamada.

Fração Granulométrica		Teor (% peso)						
Tyler	µm	Hematita especular	Hematita porosa	Goethita	Magnetita	Quartzo	Outros	Total
-150 moído	-105 moído	25,69	37,05	32,13	5,13	ND	ND	100

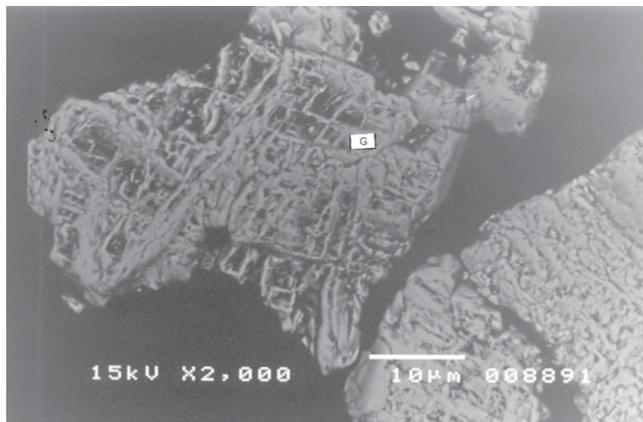


Figura 1 - Fotomicrografia da fração -105µm.

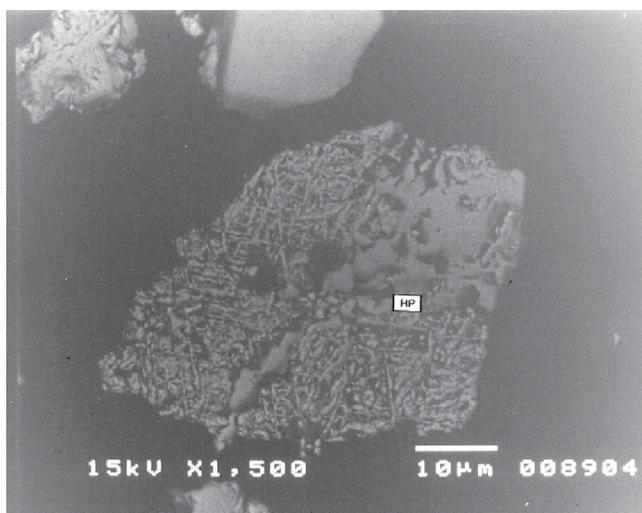


Figura 2 - Fotomicrografia da fração -105µm.

5. Conclusões

Em caracterização mineralógica realizada no concentrado da flotação mecânica da Samarco, a sílica e a alumina estiveram presentes em altas proporções nas malhas de abertura maior que 53µm. O quartzo e a caulinita são os minerais que apresentam a maior fração desses elementos.

Um superconcentrado com teor de 0,68% de sílica foi obtido em laboratório a partir de uma amostra do concentrado da flotação mecânica, principalmente através da redução da granulometria da fração considerada grosseira até -105µm, deslamagem, e reflotação dessa fração. A granulometria 105µm mostrou-se como a malha ideal de controle para a obtenção de superconcentrados.

Percebe-se que uma grande parte da origem da sílica de 0,90%, presente no concentrado da flotação realizada na fração -105µm moída e deslamada, pode ser explicada pela presença do elemento silício, encontrado na rede das goethitas terrosas analisadas, e pela presença de lama residual, portadora do elemento silício, nos poros da hematita porosa. Foi encontrada uma proporção de até 6% de silício, nas análises realizadas na maioria das partículas de goethita, e em torno de 17% de silício, nas análises realizadas em alguns poros das partículas de hematita porosa.

6. Referência bibliográfica

1. FERREIRA, V. M. *Avaliação da Produção de um Superconcentrado de Minério de Ferro*. Ouro Preto: Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mineral da UFOP, 2002. (Dissertação de Mestrado).

Artigo recebido em 08/05/2003 e aprovado em 11/09/2003.

REM - 67 anos
A revista técnica do setor minero-metalúrgico