

Interferência de cátions Ca^{2+} nas etapas de deslamagem e flotação de minério de ferro

Mauro Rodrigues de Carvalho

*Engenheiro de Minas, Engenheiro de Processo Sênior da Gerência de Beneficiamento da Samarco Mineração S.A., Unidade de Germano, Mariana, MG.
E-mail: mauroc@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 a verificar a possibilidade de alterar o ponto de adição da cal hidratada, dos tanques de estocagem de polpa do mineroduto para a alimentação dos espessadores de concentrado, coletou-se uma amostra da alimentação da usina de concentração da Samarco Mineração S.A., para verificar as possíveis interferências que os cátions Ca^{2+} , presentes na água recuperada, podem gerar nos processos de deslamagem e flotação. Realizaram-se ensaios de laboratório de moagem, dispersão, deslamagem e flotação, variando-se as dosagens de cal hidratada em função do pH da polpa. O valor-alvo de pH foi aquele necessário para atender ao controle da reologia da polpa durante o bombeamento pelo mineroduto (pH=11,4). Observou-se ser possível essa alteração, desde que ocorra um acompanhamento da performance da etapa de deslamagem, pois, quando as dosagens de cal hidratada aumentam significativamente, elevando o pH da polpa para valores acima de 10,5, esses cátions Ca^{2+} passam a atuar como coagulantes, afetando a sua performance, o que pode afetar a etapa de flotação, dificultando a obtenção de teores de SiO_2 no concentrado dentro das especificações.

Palavras-chave: cal hidratada, cátions cálcio, flotação quartzo.

Abstract

Aiming at the evaluation of the possibility to change the point of addition of hydrated lime, from the slurry stocking tanks of the pipeline to the feed of the concentrate thickeners, a sample of the feed material of Samarco's concentrator was collected. Laboratory experiments, involving grinding, dispersion, desliming and flotation, were carried out by varying the addition of hydrated lime as a function of the slurry's pH, to check out the interference generated by the Ca^{2+} cations present in the recovered water over the desliming and flotation processes. The pH targeted level was chosen to better comply with the slurry rheology control during the pumping process (pH=11,4). The results appointed the change as possible, given the performance of the desliming process receives a continuous control. If the increase in the level of the hydrated lime added is enough to increase the pulp pH level to values above 10,5, the Ca^{2+} cations start to act as coagulants, therefore promoting a negative effect over its own performance, affecting the flotation process and making it difficult to obtain the specified SiO_2 levels in the concentrate.

Keywords: hydrated lime, calcium cations, quartz flotation.

1. Introdução

Após a expansão ocorrida na usina de concentração da Samarco Mineração S.A. em 1997, a capacidade de bombeamento pelo mineroduto tornou-se, algumas vezes, o limitador da capacidade de produção do mesmo. Estudando o processo e a operação do mineroduto, viu-se a necessidade da utilização da cal hidratada para minimizar o risco de entupimento do mineroduto, se ocorresse alguma interrupção não planejada no bombeamento. Para evitar que os cátions Ca^{2+} , presentes na água recirculada, afetassem o processo da usina de concentração, optou-se por adicionar-se a cal hidratada nos tanques de estocagem de polpa do mineroduto e não na alimentação dos espessadores de concentrado (Carvalho, 2003).

Scott e Smith (1993) estudaram o efeito dos cátions cálcio na flotação de quartzo e magnetita, utilizando diamina como coletor e constataram que, para concentrações de $CaCl_2$ acima de 0,1 mol/l, a recuperação de ambos os minerais diminui. Iwasaki et al. (1980) estudaram os efeitos dos cátions cálcio e magnésio na flotação catiônica do quartzo contido em minérios de ferro, verificando que os íons cálcio, adsorvidos como $CaOH^+$, e os íons magnésio, unidos pela heterocoagulação como $Mg(OH)_2$, precipitado, foram responsáveis pela floculação do quartzo em suspensão e, conseqüentemente, pela depressão na flotação catiônica em soluções alcalinas.

2. Objetivo

Devido à necessidade de controlar a reologia da polpa bombeada com a utilização de cal hidratada e, necessitando aumentar a quantidade de polpa bombeada, esse trabalho objetiva estudar a alteração do ponto de adição dessa cal para a alimentação dos espessadores de concentrado. Sendo possível, ter-se-á um ganho na quantidade bombeada pelo mineroduto, visto não se diluir a polpa estocada e, reduzir o consumo de amido se substituindo-o pela cal na etapa de espessamento de concentrado.

3. Metodologia

A amostra de minério, utilizada nos ensaios de moagem, deslamagem e flotação, foi coletada na alimentação da usina, ou seja, sem nenhum contato com a água de processo. Essa amostra foi coletada durante uma campanha para a produção de *pellet feed* CNS (concentrado sílica normal), de um minério contendo altos teores de PPC (perda por calcinação) e Al_2O_3 , característicos de minério possuidores de grande quantidade de lama *in natura*. A análise granulométrica da amostra é apresentada na Tabela 1.

Para preparar a água, coletou-se uma amostra na alimentação dos espessadores de concentrado e dosou-se cal hidratada até atingir $pH=11,4$. A dosagem obtida (1064g/TMS – tonelada métrica seca) foi considerada a ideal e variou-se a mesma a cada 25% para mais, até 200%, e, para menos, até 0%, que seria a água deionizada. Após a adição da cal, deixaram-se as amostras sedimenta-

rem por 10min e sifonou-se a água. Em seguida, coletou-se água no “overflow” dos espessadores de lama e misturou-a com a água obtida anteriormente nas proporções de 75% e 25%, respectivamente. Essa água foi utilizada para os ensaios de moagem e deslamagem e, para os ensaios de flotação, utilizaram-se 5% da água gerada no “overflow” da deslamagem e 95% de água coletada na barragem de Santarém (água utilizada na flotação da usina que não contém cátions Ca^{2+} provenientes de etapas anteriores do processo). Esses 5% representam o “by-pass” da etapa de deslamagem. Para cada água preparada, retirou-se uma alíquota para medir a sua dureza.

Inicialmente, determinou-se o tempo de moagem necessário para retratar a condição operacional existente na usina (10% máximo retido em 100#). Utilizando-se as águas preparadas, conforme descrito anteriormente, cada alíquota da amostra-padrão foi moída e o produto dessa moagem encaminhado para os ensaios de deslamagem.

Tabela 1 - Análise granulométrica da amostra de minério de ferro.

Abertura μm	Malha Tyler	% retida simples	% retida acumulada	Fe %	SiO_2 %	PPC* %
1.680	10	26,67	26,67	61,74	7,77	3,45
1.190	14	2,10	28,78	61,48	7,96	3,59
1.000	16	1,61	30,39	61,50	7,95	3,59
840	20	1,86	32,25	61,69	7,62	3,60
595	28	1,86	34,10	61,61	7,74	3,60
420	35	2,68	36,78	60,71	8,99	3,60
297	48	2,43	39,21	57,02	14,53	3,28
210	65	2,43	41,64	48,46	27,44	2,83
149	100	7,09	48,73	34,74	48,16	1,87
105	150	5,21	53,94	28,15	58,14	1,38
74	200	10,28	64,22	29,86	55,73	1,35
53	270	7,70	71,92	38,32	43,55	1,41
44	325	5,96	77,88	47,74	29,84	1,54
37	400	2,20	80,08	54,31	20,44	1,62
-37	-400	19,92	100,00	59,98	9,99	2,92
Alimentação calculada				50,89	23,99	2,68
Alimentação analisada				50,59	24,40	2,73

* perda por calcinação

Determinou-se o pH ótimo de dispersão da amostra-padrão. Definido esse valor de pH (pH=9,6 a 10,0), efetuaram-se os ensaios de deslamagem, ajustando-se o pH da polpa para 10,0 com hidróxido de sódio, sempre que necessário. Esse ajuste foi necessário até a dosagem de 1064g/TMS, a partir da qual a polpa já apresentava pH acima desse valor.

4. Apresentação e discussão dos resultados

Os desempenhos metalúrgicos dos diversos ensaios obtidos nas etapas de deslamagem e flotação foram comparados para a discussão dos resultados desse trabalho.

4.1 Deslamagem

Inicialmente, determinou-se o pH ótimo de dispersão da amostra-padrão. Definido esse valor de pH (pH=9,6 a 10,0), efetuaram-se os ensaios de deslamagem, ajustando-se o pH da polpa para 10,0 com hidróxido de sódio, sempre que necessário. Esse ajuste foi necessário até a dosagem, de 1064g/TMS de cal hidratada, a partir da qual a polpa já apresentava pH acima desse valor.

As curvas obtidas do grau de dispersão em função do pH, utilizando água deionizada e água com dosagem de 1064g/TMS, são apresentadas nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Nessas figuras, observa-se que, quando o pH ultrapassa o valor de 10,0, para dosagem de 1064g/TMS, o grau de dispersão diminui, o que não ocorre quando se usa água deionizada. Dessa forma, conclui-se que, se as dosagens de cal hidratada aumentarem o pH da polpa para valores acima de 10,0, não se obtém uma adequada remoção de lamas nessa etapa.

O desempenho metalúrgico da deslamagem em função dos variados percentuais de cal hidratada presentes na água recuperada é apresentado na Figura 3.

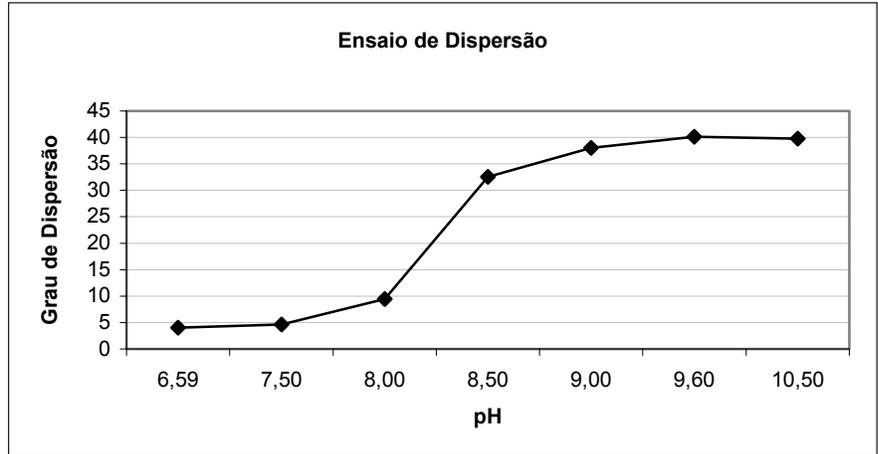


Figura 1 - Grau de dispersão com água deionizada.

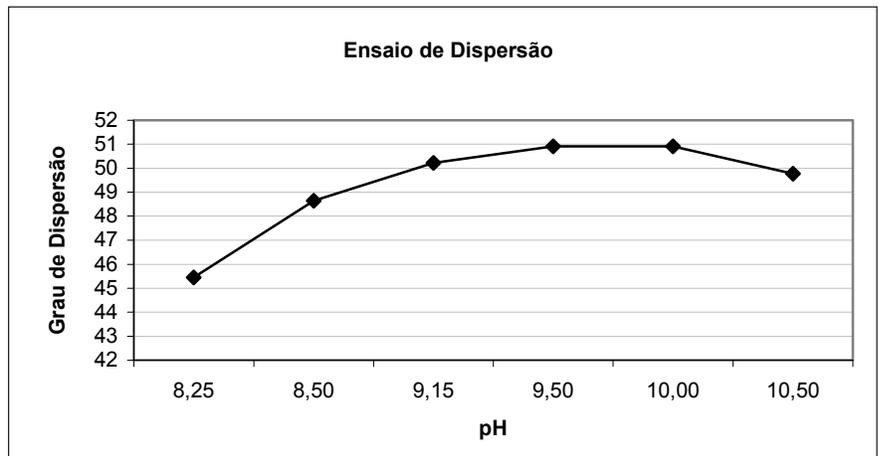


Figura 2 - Grau de dispersão com água contendo cátions Ca^{2+} (dosagem de 1064 g/TMS de cal hidratada).

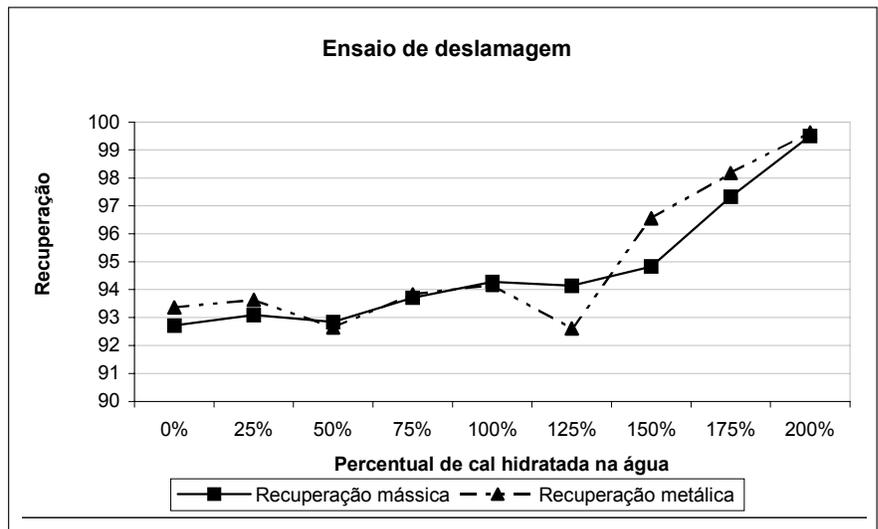


Figura 3 - Desempenho metalúrgico na deslamagem em função da dosagem de cal hidratada.

4.2 Flotação

O desempenho metalúrgico da flotação em função dos variados percentuais de cal hidratada presentes na água recuperada é apresentado na Figura 4. Na Figura 5 são apresentados os teores de SiO_2 no concentrado, obtidos nos diversos ensaios de flotação. Analisando-se a Figura 4, observa-se que há uma tendência de estabilização nos valores de recuperação metálica na faixa de 50 a 175% de dosagem de cal hidratada na água e um aumento acentuado para a adição de 200%. Na Figura 5, observa-se a tendência à estabilização do teor de SiO_2 no concentrado para valores de até 150% de cal hidratada na água e um aumento considerável para valores a partir de 175%. Essas observações sugerem que os aumentos das recuperações e teores de SiO_2 no concentrado dos ensaios de flotação sejam devidos à baixa eficiência da deslamagem, como consequência de uma baixa dispersão, e não estejam ligados à depressão causada pelo hidrox-complexo de cálcio formado.

5. Conclusões

Os resultados obtidos em escala de laboratório mostraram que a adição de cal hidratada até uma dosagem de 1596g/TMS não interfere negativamente nas etapas de deslamagem e de flotação. Essa dosagem é 50% superior àquela requerida para o controle da reologia da polpa no bombeamento. Para dosagens superiores, os cátions cálcio agem como coagulantes, a partir de valores de pH acima de 10, prejudicando a obtenção de valores de sílica no concentrado atendendo às especificações.

6. Comentário final

As conclusões do trabalho experimental laboratorial levaram a uma importante modificação operacional no concentrador da Samarco.

Como a participação da água recuperada na etapa de flotação é pequena, em torno de 5%, essa etapa não é afetada pelas dosagens de cátions cálcio na água recuperada.

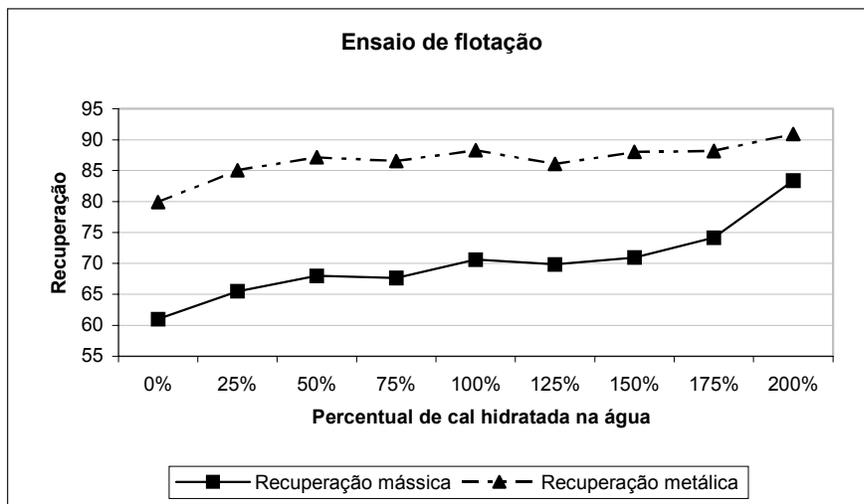


Figura 4 - Desempenho metalúrgico na flotação em função da dosagem de cal hidratada.

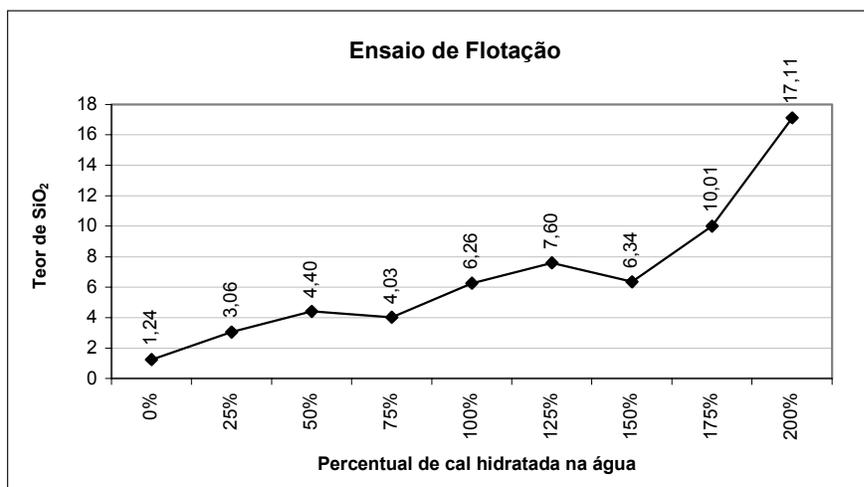


Figura 5 - Teor de SiO_2 no concentrado da flotação em função da dosagem de cal hidratada.

Dessa forma, ajustando-se o processo da deslamagem, quer seja por ajustes em ciclones (ápex, vórtex, etc.) ou ajustes no processo (percentagem de sólidos, controle pH, etc.), é possível utilizar cal hidratada na alimentação dos espessadores de concentrado em substituição ao amido. Além de uma melhor clarificação da água do “overflow”, haverá uma redução no consumo de amido em torno de 2250t/ano (considerando-se a média de consumo dos últimos 12 meses), bem como um aumento na quantidade de polpa bombeada pelo mineroduto, mantendo-se constante as variáveis operacionais hoje praticadas na operação de espessamento de concentrado, devido à não diluição da polpa estocada em seus tanques.

6. Referência bibliográfica

- CARVALHO, M. R. *Interferência de cátions Ca^{2+} nas etapas de deslamagem e flotação de minério de ferro*. Ouro Preto: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral da UFOP, 2003. 57 p. (Dissertação de Mestrado).
- IWASAKI, I., SMITH, K. A., LIPP, R. J., SATO, H. Fine particles processing. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FINE PARTICLES PROCESSING, Las Vegas. *Proceedings...* v. 2, p. 1057-1080, 1980.
- SCOTT, J. L., SMITH, R. W. Calcium ion effects in amine flotation of quartz and magnetite. *Minerals Engineering*, v. 6, n. 12, p. 1245-1255, 1993.

Artigo recebido em 11/07/2003 e aprovado em 11/06/2004.