

FLOTAÇÃO DE MINÉRIO DE CHUMBO

G. M. Rocha¹, C. B. Zorzal¹, C. A. Pereira¹, A. E. C. Peres²

¹ Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto
Campus Universitário, Bauxita, Ouro Preto, MG, 35400-000. e-mail: geriane_ufop@hotmail.com,
carolinezorzal@gmail.com, pereira@demin.ufop.br

² Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal de Minas Gerais
Rua Espírito Santo, 35, Centro, Belo Horizonte, MG, 30160-030. e-mail: aecperes@demet.ufmg.br

RESUMO

Os minerais sulfetados apresentam fácil oxidação da superfície em ambientes oxidantes. Este fato leva a uma diminuição do desempenho da flotação, gerando um consumo maior de reagentes e, assim, aumentando os custos do processo de beneficiamento. Foram realizados ensaios de flotação em bancada com amostras de minério sulfetado de zinco e chumbo coletadas diariamente. Considerando a contínua queda do teor de alimentação, tanto de chumbo, quanto de zinco, o planejamento fatorial utilizando o software estatístico *MINITAB* foi escolhido com o objetivo de otimizar o processo de flotação. As condições experimentais dos experimentos foram determinadas a partir de testes preliminares. As variáveis estudadas foram os reagentes: 3418 e 7310, como coletores de galena; 5100, como coletor de esfalerita; e sulfato de cobre, como ativador da esfalerita. Por fim, foi analisado o comportamento dos reagentes frente às variáveis respostas de teores de chumbo, zinco e ferro nos concentrados *rougher* e *scavenger* e rejeitos dos dois circuitos.

PALAVRAS-CHAVE: flotação; galena; esfalerita.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No Brasil, a Votorantim Metais S.A. é a única produtora de chumbo e zinco. Em Paracatu o minério é sulfetado, sendo a esfalerita e a galena os principais minerais minérios. Esse minério é retirado da mina subterrânea e posteriormente submetido aos processos de britagem, moagem, flotação de chumbo, flotação de zinco e filtragem.

Heyes e Trahar (1979) e Guy e Trahar (1984) determinaram a seqüência decrescente de flotabilidade, de alguns sulfetos: calcopirita, galena, pirrotita, pentlandita, covelita, bornita, calcocita, esfalerita, pirita e arsenopirita. Esses autores mostraram que os quatro últimos minerais possuem uma menor flotabilidade, a qual é fortemente dependente da concentração do coletor. Calcopirita, galena, pirrotita e pentlandita possuem maior flotabilidade e são facilmente flotadas em ampla faixa granulométrica.

Plante e Sutherland (1984) apud Ralston (1991) estudaram os produtos de oxidação da galena, pirita, calcopirita e esfalerita em soluções neutras e alcalinas. O principal produto de oxidação da galena depende do pH e do tempo de exposição do material ao oxigênio. Depois de muitas horas de exposição ao oxigênio, a superfície se encontra com maior grau de oxidação. Os principais produtos de oxidação são enxofre em soluções mais ácidas, sulfatos em soluções neutras e o tiosulfato em soluções mais alcalinas. Os produtos de oxidação dependem da característica do mineral.

Fuerstenau e Sabacky (1981), apud Ralston (1991) investigaram a flotabilidade da esfalerita, mostrando que quando a mesma é ativada com Cu^{2+} sua flotabilidade aumenta e a de outros minerais sulfetados diminui.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento experimental do trabalho foi realizado no Laboratório Químico da Votorantim Metais da Unidade Morro Agudo. Os procedimentos utilizados foram determinados a partir de testes anteriormente feitos, nos quais foram determinadas as condições experimentais, tais como escolha e quantificação de reagentes. A partir dos resultados preliminares foram escolhidas as variáveis de estudo deste trabalho (Tabela I).

Tabela I: Variáveis e seus respectivos níveis.

Variáveis	Níveis (g/t)	
	-	+
3418	10	20
7310	5	20
5100	10	50
Sulfato de Cobre	50	150

O planejamento fatorial foi escolhido com o objetivo de otimizar o processo de flotação do minério sulfetado, considerando a contínua queda do teor de alimentação tanto de chumbo quanto de zinco. A ordem de execução dos testes foi aleatória, através de sorteio realizado pelo software estatístico MINITAB.

Os testes em duplicatas foram realizados em cuba de acrílico de 3,5L em célula de flotação da marca CDC, modelo GFB – 1000 EEPN. O pH da polpa foi determinado com pHmetro Digimed modelo DM-22. Os reagentes usados foram:

- Metil amil álcool carbinol (mibcol): espumante;
- Cal: modulador de pH;
- Isopropil Xantato de Potássio: coletor de galena;
- Amil Xantato de Potássio: coletor de galena e esfalerita;
- Sulfato de Cobre: ativador da esfalerita;
- 3418: coletor de galena;
- 7310: coletor de galena;
- 5100: coletor da esfalerita.

As amostras utilizadas nos ensaios de flotação foram provenientes da mina subterrânea da unidade da Votorantim Morro Agudo. Estas eram colhidas diariamente da alimentação da flotação da Usina.

Foram realizados ensaios de flotação em bancada com dois circuitos em série, flotação da galena e, em seguida, flotação da esfalerita. Os ensaios foram realizados segundo a metodologia abaixo:

- i) Condicionar a polpa;
- ii) Medir pH;
- iii) Adicionar coletor 3418 (1% p/v) e 4 gotas do espumante mibcol (metil amil álcool), condicionando por 1 min;
- iv) Flotar a galena por 5 min;
- v) Coletar concentrado rougher do chumbo;
- vi) Medir pH;
- vii) Adicionar coletor 7310 (1% p/v) e 3 gotas de mibcol, condicionando por 2 min;
- viii) Flotar a galena por 5 min;
- ix) Retirar o concentrado scavenger do chumbo e uma amostra do rejeito do scavenger do chumbo;
- x) Com a polpa do rejeito da galena iniciar a flotação da esfalerita;
- xi) Modular o pH em 9,2 ou 9,3 com cal (100%);
- xii) Adicionar o ativador sulfato de cobre (5% p/v) e condicionando por 2 min;
- xiii) Adicionar o coletor 5100 (100%) e 4 gotas do espumante mibcol, condicionando por 1 min;
- xiv) Flotar a esfalerita por 5 min;
- xv) Coletar concentrado rougher do zinco;
- xvi) Medir pH;
- xvii) Adicionar 50 g/t de coletor amil xantato;
- xviii) Flotar a esfalerita por 5 min;
- xix) Retirar o concentrado da scavenger da esfalerita e uma amostra do rejeito scavenger do zinco.

A velocidade angular foi mantida constante em 1500 rpm por todo o processo.

3. RESULTADOS

Foi efetuada, com o emprego do software estatístico MINITAB, uma análise estatística dos resultados experimentais obtidos, tendo como resposta os teores de chumbo, zinco e ferro nos concentrados rougher e scavenger e rejeitos dos dois circuitos.

A Tabela II apresenta os teores de Zn, Pb, Fe e de oxidado de Pb de cada dia. Observa-se a grande variação de teores da usina diariamente. Além dos % de Zn, Pb e Fe, o % de oxidado de Pb também é um importante fator a se observar, pois afeta diretamente a flotação.

Tabela II: Teores de Zn, Pb, Fe e de oxidado de Pb

Dia	% Zn	%Pb	%Fe	% Oxidado de Pb
09/fev	3,23	2,32	3,16	14,6
10/fev	2,12	1,04	2,6	18,9
11/fev	2,31	1,02	2,98	21,82
17/fev	3,1	0,617	5,54	40,28
18/fev	2,57	1,06	4	48,89

A partir da análise da interação das dosagens de todos os reagentes (Figura 1) no concentrado rougher de Zn, conclui-se que sulfato de cobre na dosagem de 150 g/t, 7310 a 5 g/t, 5100 a 10 g/t e 3418 a 10 g/t resultou na melhor interação de reagentes, obtendo o maior valor de teor de Zn.

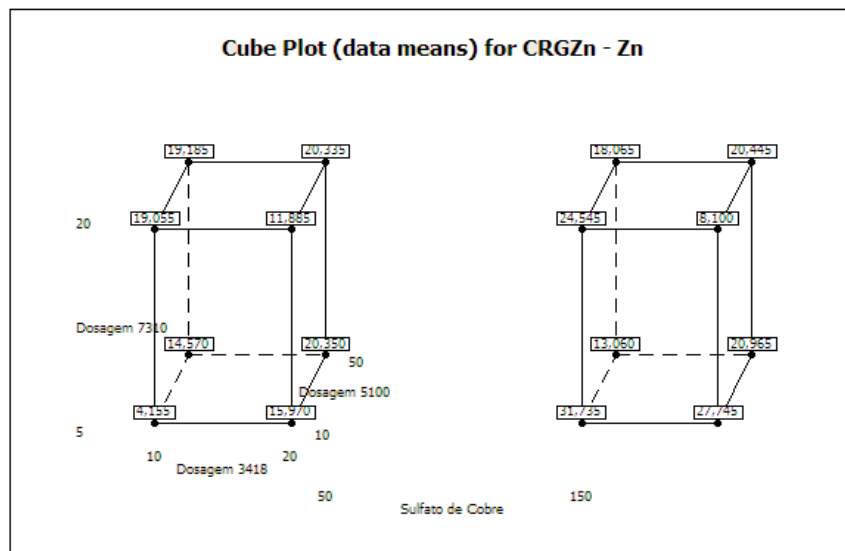


Figura 1: Efeito da interação das dosagens de 3418, 7310, 5100 e de sulfato de cobre no teor de Zn do concentrado scavenger de Zn.

Observando a Figura 2, que traz a interação das dosagens de todos os reagentes no concentrado scavenger de Zn, verifica-se que sulfato de cobre na dosagem de 50 g/t, 7310 a 5 g/t, 5100 a 10 g/t e 3418 a 10 g/t resultou na melhor interação de reagentes, obtendo o maior valor de teor de Zn.

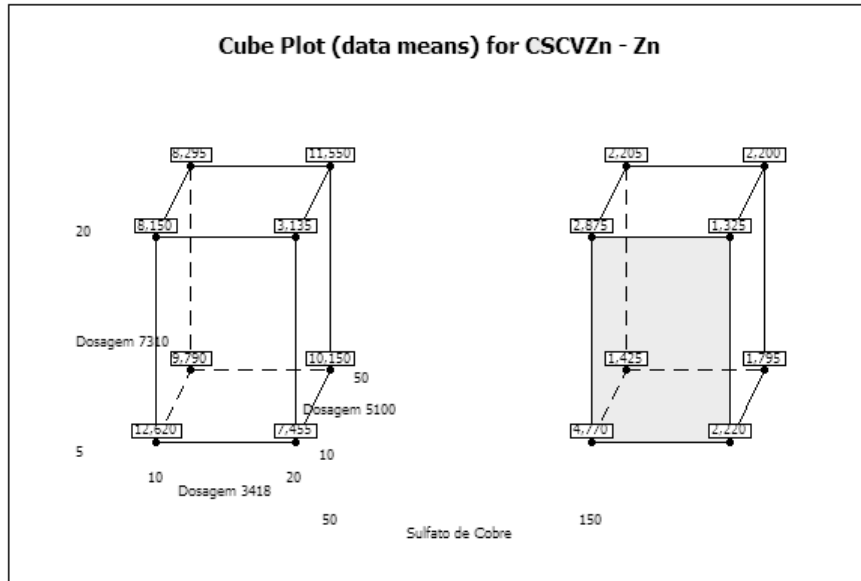


Figura 2: Efeito da interação das dosagens de 3418, 7310, 5100 e de sulfato de cobre no teor de Zn do concentrado scavenger de Zn.

Analisando a Figura 3 da interação das dosagens de todos os reagentes no rejeito scavenger de Zn, conclui-se que sulfato de cobre na dosagem de 150 g/t, 7310 a 20 g/t, 5100 a 10 g/t e 3418 a 20 g/t resultou na melhor interação de reagentes, obtendo o menor teor de Zn.

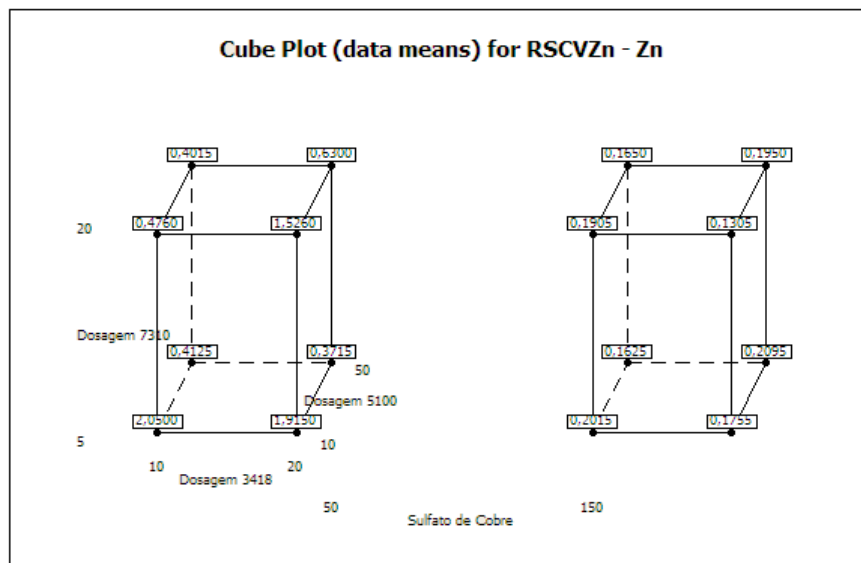


Figura 3: Efeito da interação das dosagens de 3418, 7310, 5100 e de sulfato de cobre no teor de Zn do rejeito scavenger de Zn.

4. CONCLUSÕES

A partir do estudo em escala de bancada com o minério sulfetado de chumbo e zinco, pode-se obter as seguintes conclusões a respeito dos reagentes testados:

- 3418: Em sua maior dosagem (20g/t) foi eficaz para melhorar o teor de Pb na etapa rougher;

- 7310: Em sua maior dosagem (20g/t) melhora a recuperação de Pb, enquanto em sua menor dosagem (5g/t) aumenta teor;
- 5100: Em sua maior dosagem (50g/t) melhora a recuperação de Pb, enquanto em sua menor dosagem (10g/t) aumenta teor;
- Sulfato de Cobre: Sua melhor dosagem é 150 g/t.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUERSTENAU, M. C., SABACKY B. J. *International Journal of Mineral Processing*, 8,79 p, 1981.

GUY, P. J., TRAHAR, W. J. The influence of grinding and flotation environments on the laboratory batch flotation of galena, *International Journal of Mineral Processing*, v.12, p.15-38, 1984.

HEYES, G.W.; TRAHAR, W.J. Oxidation-reduction effects in the flotation of chalcocite and cuprite. *International Journal of Mineral Processing*, v. 6, p. 229-252, 1979.

PLANTE, E. C., SUTHERLAND, K. L. *AIME Techn. Publ.* 2297p, 1984.

RALSTON, J. Eh and its consequences in sulphide mineral flotation, *Minerals Engineering*, v.4, 7-11, pp.859-878, 1991.