

Estudo de reagentes alternativos ao sulfeto de sódio na flotação de zinco

Study of alternative reagents to sodium sulphide in zinc flotation

DOI:10.34117/bjdv7n2-192

Recebimento dos originais: 08/01/2021

Aceitação para publicação: 10/02/2021

Blenda Wyslia MagriI Lopes

Engenheira de Minas pela Universidade Federal de Ouro Preto

Instituição: Universidade Federal de Ouro Preto

Endereço: Campus Morro do Cruzeiro, s/n, Bauxita, Ouro Preto-MG, Brasil

E-mail: blendalopes@hotmail.com

Isabela dos Santos Stopa

Mestra em Engenharia Mineral pela Pós-Graduação em Engenharia Mineral

Instituição: Universidade Federal de Ouro Preto

Endereço: Campus Morro do Cruzeiro, s/n, Bauxita, Ouro Preto-MG, Brasil

E-mail: isabelastopa@hotmail.com

Rafael Pereira das Dores

Graduando da Engenharia de Minas pela Universidade Federal de Ouro Preto

Instituição: Universidade Federal de Ouro Preto

Endereço: Campus Morro do Cruzeiro, s/n, Bauxita, Ouro Preto-MG, Brasil

E-mail: rafa_lelel@windowslive.com

Francielle Câmara Nogueira

Doutora em Engenharia Mineral pela Pós-Graduação em Engenharia Mineral

Instituição: Universidade Federal de Ouro Preto

Endereço: Campus Morro do Cruzeiro, s/n, Bauxita, Ouro Preto-MG, Brasil

E-mail: franciellenogueira@yahoo.com.br

Fábio de São José

Doutor em Engenharia Mineral pela Pós-Graduação em Engenharia Mineral

Instituição: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Av. Ministro Olavo Drummond, 25 - CEP: 38.180.510 - Bairro São Geraldo - Araxá -
MG - Brasil

E-mail: fabio.sao.jose@hotmail.com

Kennedy da Silva Ramos

Mestre em Engenharia Mineral pela Pós-Graduação em Engenharia Mineral

Instituição: Universidade Federal do Ceará, Campus Crateús,

Endereço: BR 226, Km 4, Venâncios, Crateús – Ceará, CEP: 63700-000

E-mail: kennedyramos@crateus.ufc.br

Carlos Alberto Pereira

Doutor em Engenharia Mineral pela Universidade Federal de Minas Gerais
Instituição: Universidade Federal de Ouro Preto
Endereço: Campus Morro do Cruzeiro, s/n, bauxita, Ouro Preto-MG, Brasil
E-mail: pereiraufop@gmail.com.br

RESUMO

O zinco tornou-se um metal indispensável no âmbito produtivo e econômico da sociedade atual. Suas aplicações são variadas e se expandem desde a agricultura até a galvanização de ligas de aço. O método de concentração de zinco mais utilizado é a flotação que se trata de uma técnica complexa e que requer a utilização de reagentes químicos específicos e restritos como, por exemplo, o sulfeto de sódio. Como não há produção do reagente no Brasil, o sulfeto de sódio é importado da China e, conseqüentemente, gera um aumento dos custos de processo. Esse artigo fundamenta-se no estudo da substituição do sulfeto de sódio e para isso realizou-se ensaios de flotação em bancada variando tipos de reagentes ativadores e coletores. Os reagentes testados foram: combinação do sulfidrato com hidróxido de sódio, sulfidrato modificado com hidróxido de sódio (fornecido pela empresa Pietsch) e emulsão de amina e diesel. Os resultados confirmaram o enorme potencial da emulsão de amina e diesel como coletor na flotação do minério e o sulfidrato associado ao hidróxido de sódio como ativador. Entretanto, os testes em que se utilizou o sulfidrato modificado como ativador mostraram-se ineficientes para tal substituição.

Palavras-Chave: Zinco, Flotação, Sulfeto de sódio, Sulfidrato, Beneficiamento mineral.

ABSTRACT

Zinc has become an indispensable metal in the productive and economic sphere of today's society. Their applications are varied and expand from agriculture to the galvanization of steel alloys. The most commonly used method of zinc concentration is flotation and it is a complex technique which requires the use of specific and restricted chemical reagents such as sodium sulphide. In Brazil there isn't production of sodium sulphide and because of it's imported from China and consequently there is an increase in process costs. This article is based on the study of sodium sulphide substitution and, for this, flotation tests were performed, varying types of activating reagents and collectors. The reagents tested were: combination of the sulphhydrate with sodium hydroxide, sodium hydroxide modified sulphhydrate (supplied by Pietsch) and amine with diesel emulsion. The results confirmed the enormous potential of the amine and diesel emulsion as a collector in the ore flotation and the sodium hydroxide-associated sulfide as an activator. However, the tests using the modified sulphhydrate activator were inefficient for such substitution

Keywords: Zinc, Flotation, Sodium sulfide, Sulphhydrate, Mineral processing.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o zinco tem se mostrado um importante mineral com uma vasta aplicabilidade. Pode-se citar sua utilização na proteção contra a corrosão (através do processo de galvanização do aço ou ferro), na fabricação de ligas metálicas (sendo usado como metal de sacrifício) e, além disso, o óxido de zinco pode ser usado nas indústrias de tintas, cosméticos, têxteis e em setores farmacêuticos.

Por essa razão, os estudos que envolvem o beneficiamento do zinco vêm crescendo muito e há uma constante necessidade de inovações principalmente quanto ao método utilizado para a concentração. A Willemita é um dos principais minerais minério de zinco e ao concentrar o minério willemítico obtém-se o zinco como produto.

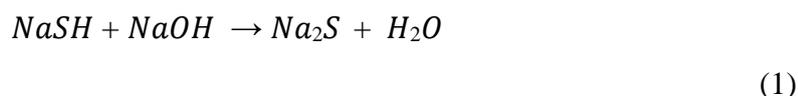
A flotação destaca-se como o principal método de concentração mineral (BALTAR,2010) a qual utiliza reagentes específicos para a obtenção de um resultado satisfatório.

Peres e Parolini (1980) apontam como aspecto importante o teor de metal deste minério ser relativamente baixo e também o fato das reservas serem pouco abundantes necessitando, assim, a otimização do processo.

Na flotação de zinco utiliza-se o sulfeto de sódio (Na_2S) como ativador com função de melhorar a seletividade dos coletores e também de alcalinizar o pH do meio.

Nos dias atuais o sulfeto de sódio é importado em grandes quantidades da China e, por essa razão, as empresas tornam-se reféns de portos específicos, da localização não estratégica do país, do mercado exterior e, conseqüentemente, do alto custo do reagente. Por isso, existe a necessidade do conhecimento de reagentes alternativos mais acessíveis e que demonstrem a mesma eficiência, visando a diminuição dos custos de processo e evitando uma eventual escassez do produto.

Como um possível substituinte do sulfeto de sódio tem-se o sulfidrato (NaSH) que na presença de hidróxido de sódio (NaOH) reage transformando-se em sulfeto de sódio e água (H_2O) de acordo com a Equação 1 (Baur, 2012).



O sulfidrato tem como vantagem não ser exclusivamente produzido na China, podendo ser importado de alguns países da América Latina, por exemplo, a Argentina e diminuindo os custos de importação.

Estudos de Billi e Quai (1963) testaram os vários tipos de sulfetos como substituinte, mas todos os testes obtiveram resultados inferiores ao sulfeto de sódio, inclusive o teste que fez uso do sulfeto de bário.

Além de um sistema muito específico de reagentes, a flotação de zinco demonstra outras peculiaridades como, por exemplo, o *slime coating* devido à alta quantidade de dolomita presente na ganga e, por essa razão, torna-se viável a investigação também de

mecanismos que melhorem a eficiência dos outros reagentes como a utilização do diesel (extensor de cadeia) associado à amina (coletor).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi dedicado à investigação de reagentes que pudessem ser alternativos ao uso do ativador sulfeto de sódio na flotação de zinco e, para isso, realizou-se quatro testes, todos com duplicata.

Em todos os ensaios fixou-se os reagentes AGLP e MIBICOL com função de dispersante e espumante respectivamente. Já os reagentes ativadores, além do sulfeto de sódio padrão utilizado na flotação de zinco, utilizou-se também o sulfidrato associado ao hidróxido de sódio e o sulfidrato modificado (proposto pela empresa de reagentes Pietsch) também associado ao hidróxido de sódio. Como coletor do minério de zinco utilizou-se uma diamina e a associação dessa mesma diamina com o diesel (extensor de cadeia). Todos os reagentes de cada função foram utilizados na mesma dosagem do teste nomeado padrão (T1).

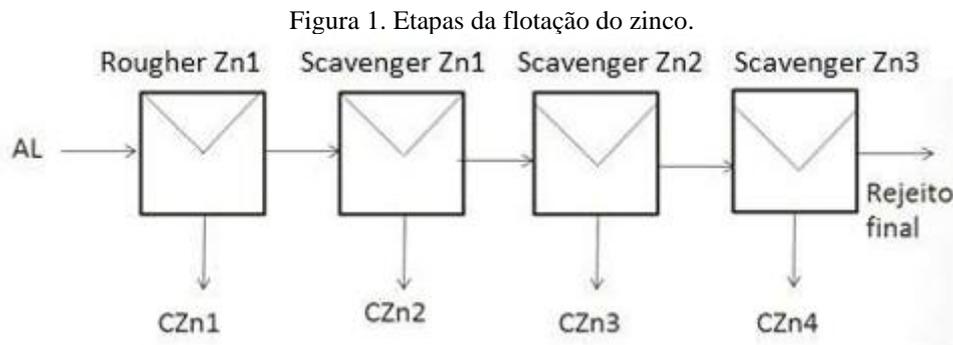
A Tabela 1 expõe os testes que foram realizados nesse trabalho bem como a combinação de reagentes utilizada em cada um deles.

Tabela 1. Testes realizados e respectivas duplicatas.

Testes	Reagentes			
	Espumante	Dispersante	Ativador	Coletor
T1 T1 (duplicata)	MIBICOL	AGLP	Sulfeto de sódio	Diamina
T2 T2 (duplicata)	MIBICOL	AGLP	Sulfidrato + Hidróxido de sódio	Diamina
T3 T3 (duplicata)	MIBICOL	AGLP	Sulfidrato modificado + hidróxido de sódio	Diamina
T4 T4 (duplicata)	MIBICOL	AGLP	Sulfeto de sódio	Diamina + Diesel

Para a flotação de bancada utilizou-se 1700 rpm como velocidade do impelidor e a vazão de ar controlada entre 8 a 10 lpm. A porcentagem de sólidos adotada para a polpa foi 30%.

Os ensaios de flotação foram realizados em quatro estágios: rougher, scavenger1, scavenger2, scavenger3, de acordo com o esquema da Figura 1.



Após a adição da amostra, condicionou-se o material por 3 minutos e então os ensaios foram realizados de acordo com as seguintes etapas e passos:

- a) Flotação de zinco 1 (*rougher* 1):
 - i. adicionou-se o dispersante AGLP (250g/t) e condicionou-se por 2 minutos;
 - ii. adicionou-se o ativador (1000g/t) e condicionou-se por mais 2 minutos;
 - iii. adicionou-se o coletor (40g/t) juntamente ao espumante MIBICOL (16g/t) e, condicionou-se por mais 1 minutos;
 - iv. flotou-se por 2 minutos;
 - v. o material flotado (concentrado 1 de zinco) é reservado e o rejeito passa por uma nova etapa de flotação.
- b) Flotação de zinco 2 (*scavenger* 1):
 - i. adicionou-se o ativador (200g/t) e condicionou-se por 2 minutos;
 - ii. adicionou-se o coletor (40g/t) e o espumante MIBICOL (7g/t) e condicionou-se por 1 minuto;
 - iii. flotou-se por 2 minutos.
 - iv. o material flotado (concentrado 2 de zinco) é reservado e o rejeito passa por uma nova etapa de flotação.
- c) Flotação de zinco 3 (*scavenger* 2):
 - i. Idem a etapa anterior. O material flotado (concentrado 3 de zinco) é reservado e o rejeito passa por uma nova etapa de flotação.
- d) Flotação de zinco 4 (*scavenger* 3):
 - i. adicionou-se o coletor (20g/t) e condicionou-se por 1 minuto;
 - ii. flotou-se por 2 minutos;

iii. o material flotado (concentrado 4 de zinco) é reservado e o rejeito dessa etapa configura o rejeito final do método.

A Figura 2 ilustra uma das etapas do método.

Figura 2. Flotação de bancada do zinco.



Todos os produtos gerados (concentrados e rejeitos) foram filtrados e colocados na estufa a 100°C e, após completa secagem, pesados, identificados e preparados para a análise química.

A interpretação dos testes foi realizada através da recuperação mássica, recuperação metalúrgica do zinco, teor ponderado do zinco no concentrado final e o índice de seletividade do cálcio em relação ao zinco no método.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

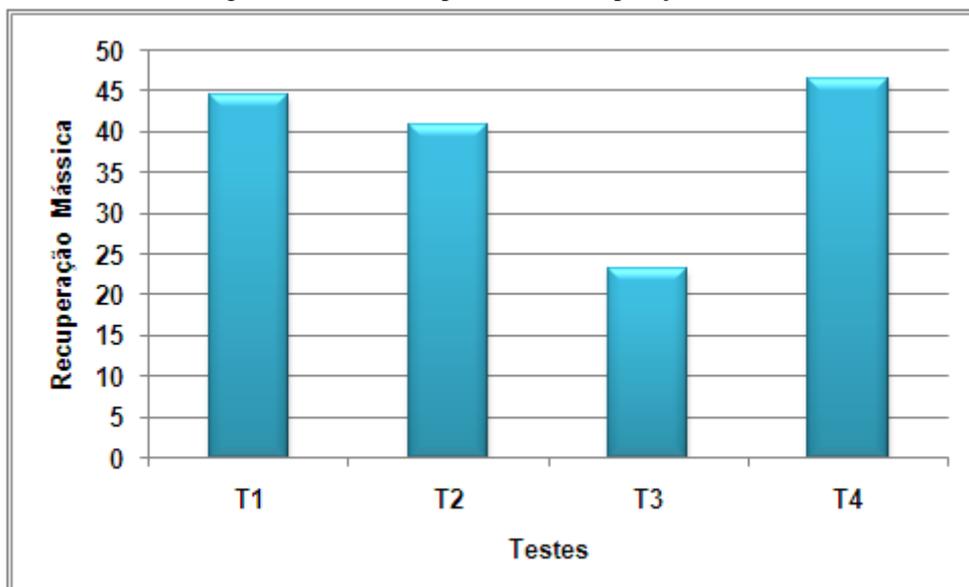
Os resultados obtidos através da análise de massa e teor estão expostos na Tabela 2.

Tabela 2. Recuperação mássica, recuperação metalúrgica do zinco, índice de seletividade do cálcio em relação ao zinco e teor ponderado de zinco no concentrado final.

Testes realizados	Descrição	Recuperação mássica	Recuperação metalúrgica	I.S.(Ca/Zn)	Teor ponderado de Zn no concentrado
T1	padrao	44,56	91,50	4,95	23,57
T1 (duplicata)		44,30	89,82	4,50	20,75
T2	Sulfidrato + NaOH	40,90	92,24	6,46	24,79
T2 (duplicata)		44,97	92,09	6,58	24,12
T3	Sulfidrato modificado + NaOH	23,31	22,84	1,01	10,66
3 (duplicata)		19,99	19,62	1,02	10,84
T4	Emulsão (amina + diesel)	46,56	92,36	5,06	20,94
T4 (duplicata)		42,22	91,25	5,41	22,26

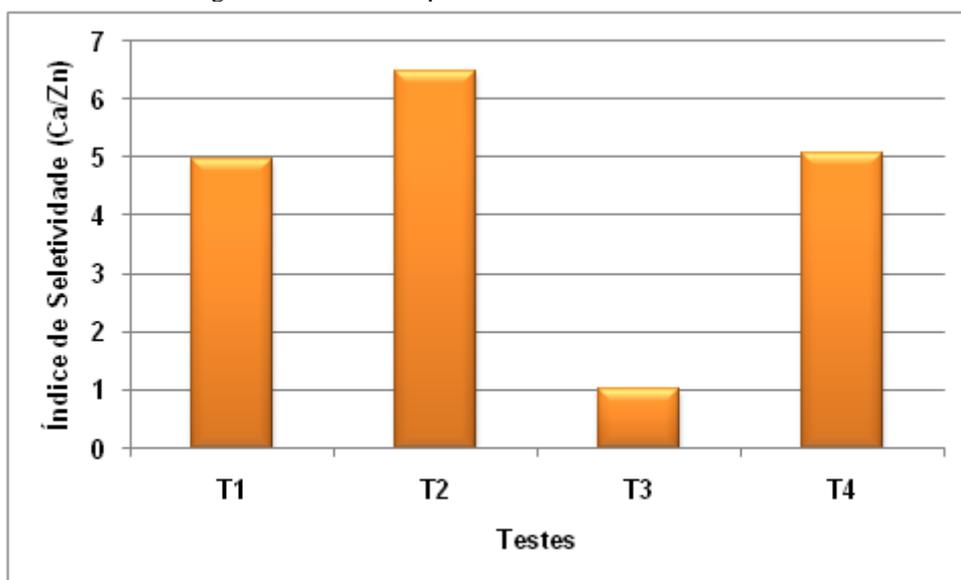
Esses valores estão comparados nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

Figura 3. Gráfico comparativo de recuperação mássica.



Em comparação ao teste padrão (teste 1), é possível observar na Fig.3 que a maior recuperação mássica foi obtida no teste 4, no qual foi utilizado o sulfeto de sódio como ativador e a emulsão de amina e óleo diesel como coletor. Os testes com sulfidrato obtiveram resultados inferiores.

Figura 4. Gráfico comparativo do índice de seletividade.



Em relação ao índice de seletividade, é possível observar na Fig.4 que todos os testes foram seletivos com exceção do teste 3, no qual foi utilizado o sulfidrato modificado da empresa Pietsch (índice de seletividade igual a 1, teste não seletivo).

Figura 5. Gráfico comparativo da recuperação metalúrgica do zinco.

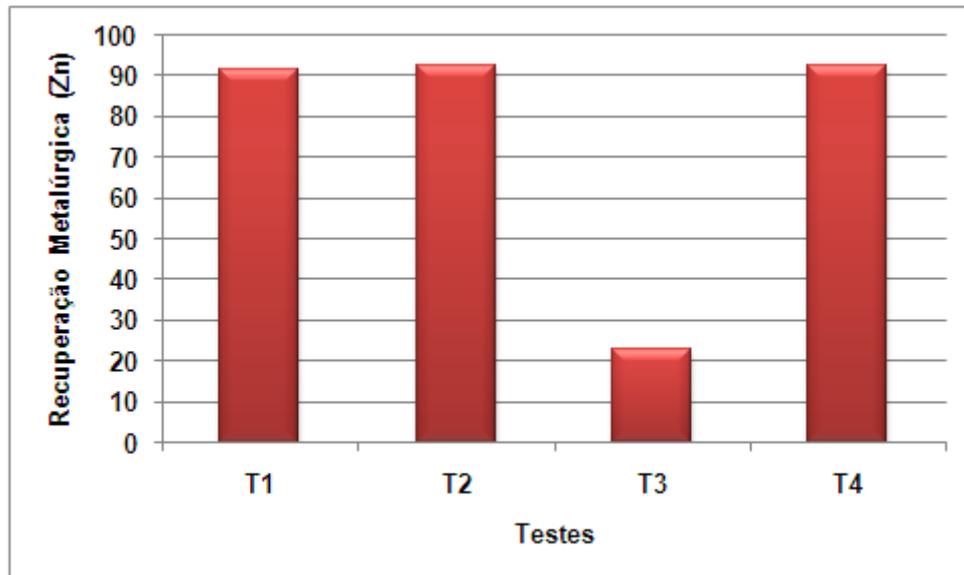
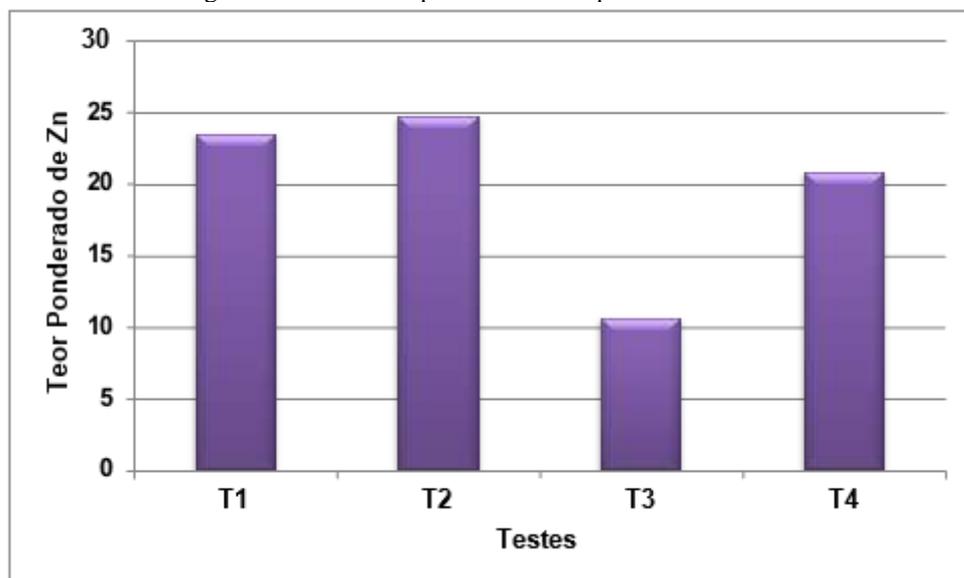


Figura 6. Gráfico comparativo do teor ponderado de zinco.



Já os gráficos de recuperação metalúrgica e de teor ponderado (Fig.5 e Fig.6, respectivamente) indicam que o melhor resultado para a recuperação do zinco foi obtido pelo teste 4 que se mostrou até melhor que o teste 1 padrão, resultado o qual está alinhado com os estudos de Russo (2007), que mostraram a emulsão de amina e óleo diesel sendo

o sistema o reagente com maior capacidade de interferir nos resultados finais de recuperação do minério de zinco.

O testes 2 (com sulfidrato associado ao hidróxido de sódio) apresentou resultados inferiores ao padrão, porém essa diferença pode ser devido as dosagens, sendo necessário novos testes para uma confirmação.

Já o teste 3 mostrou que o sulfidrato modificado associado ao hidróxido de sódio não apresentou bons resultados.

Outra indicação observada a partir dos resultados é a possível utilização do coletor amina e diesel juntamente com o sulfidrato.

4 CONCLUSÕES

Em comparação ao teste padrão com sulfeto de sódio e amina, o teste utilizando um extensor de cadeia (diesel) obteve melhor resultado de recuperação mássica, metalúrgica e de teores ponderados.

O teste utilizando o sulfidrato associado ao hidróxido de sódio obteve menores valores de recuperação de zinco, porém ainda assim, apresentaram bons resultados e a otimização desse pode ser uma opção através da adequação da dosagem dos reagentes.

O teste utilizando o sulfidrato modificado não se mostrou seletivo.

REFERÊNCIAS

Baltar C. Flotação no tratamento de minérios. 2a. ed. Recife: Universitária da UFPE; 2010. Chapter 9, Os finos na flotação, p.232.

Baur L. Estudo e identificação de nitrogênio em efluentes de curtume. [Dissertação de Mestrado]. Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre; 2012.

Billi M, Quai V. Developments and results obtained in the treatment of zinc oxide ores at the AMMI Mines. International Mineral Processing Congress, Cannes 1963; 631–649.

Peres A, Parolini L. Influência de sulfetos de ferro na flotação de sulfetos de zinco com xantatos. In: Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia. Proceedings do VII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia; 1980 Nov 11; Recife, Brasil. (ENTMME; vol. 110). p. 2.

Russo M. Beneficiamento de rejeito de minério de zinco. [Dissertação de mestrado]. Escola de Minas de Ouro Preto da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto; 2007