



AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE EMULSÃO NO MINÉRIO DE CALAMINA EM ESCALA DE BANCADA E PILOTO

CARVALHO, N.L.N.¹; METSAVAHT, V. ¹; PINA, P.S. ¹; OLIVEIRA, C. A.M. ¹; SOUZA, A.D. ¹

¹Nexa Resources, Gerência Geral de Tecnologia.

RESUMO

Em processos de concentração mineral por flotação estudos de otimização são realizados para melhorar o aproveitamento do minério. O sucesso da flotação depende de vários fatores, como por exemplo, da escolha adequada de reagentes, granulometria, pH, entre outros. O presente trabalho teve como finalidade determinar uma condição ideal de coletores para otimização do teor e recuperação de zinco no concentrado. A amostra foi britada, moída, deslamada e posteriormente flotada. Foram realizados testes de flotação de bancada e piloto. O melhor resultado dos testes de bancada foi obtido com a emulsão que continha 50% amina e 50% óleo de arroz, com recuperação metalúrgica de zinco de 78%. Os testes em planta piloto utilizando emulsão (60% amina 40% e óleo de arroz) apresentaram ótimos resultados, em que se atingiu um teor máximo de concentrado de 41% de Zn, recuperação metalúrgica máxima de 70,8% e recuperação global máxima de Zn de 50%.

PALAVRAS-CHAVE: Coletor, Emulsão, Calamina, Flotação, Zinco.

ABSTRACT

In mineral processing routes using flotation optimization studies are performed to improve the exploitation of the ore. The success of the flotation depends on various factors, for example, the appropriate choice of reagents, particle size, pH and others. This paper had as an objective to reach an ideal condition of collectors for optimization of zinc grade and recovery in concentrate. The sample was crushed, ground, desliming and float. Bench flotation and pilot plant tests were performed. The best result of bench tests was with the emulsion containing 50% 50% amine and rice oil, obtained metallurgical recovery of zinc from 78%. The pilot tests using emulsion (60% 40% amine rice oil) showed great results, in which it was possible to achieve a maximum concentrated content of up to 41% Zn, maximum metallurgical recovery of Zn of up 70.8% and maximum overall recovery of Zn of up to 50%.

KEYWORDS: Collector, Emulsion, Calamine, Flotation, Zinc.

1. INTRODUÇÃO

Em processos de concentração por flotação são necessários recorrentes estudos de otimização, com a finalidade de melhorar o aproveitamento do minério. Esses estudos são realizados a partir de testes em escala de bancada, seguido de testes em planta piloto, e por fim, em escala industrial. Os testes de bancada possibilitam a obtenção de informações elementares do processo, como por exemplo, tipos e dosagens de reagentes. O êxito da flotação é resultante da escolha adequada de reagentes, bem como de ajustes das condições operacionais e de processo (Andrade *et al.*, 2001).

Os coletores são de extrema importância na flotação. A maior parte dos minerais encontrados na natureza são hidrofílicos, logo é necessário a alteração da superfície mineral para a separação de duas ou mais espécies. O coletor possui essa função: atua na interface sólido-líquido, alterando a superfície mineral de caráter hidrofílico para hidrofóbico (Peres e Araujo, 2009).

Os coletores são classificados em relação a sua carga iônica, podendo ser aniônicos ou catiônicos. O efeito de uma mistura de coletores pode se tornar superior à soma dos efeitos de cada coletor. Óleos misturados com o coletor reforçam normalmente a ação coletora ou também podem aumentar a seletividade (Chaves *et al.*, 2018).

Os coletores catiônicos são compostos por moléculas que se dissolvem em solução aquosa. Essas moléculas liberam um cátion de longa cadeia orgânica. As aminas se enquadram nessa classificação. As aminas primárias são geradas a partir da substituição de um átomo de hidrogênio por radicais hidrocarbônicos (Baltar, 1980).

Ácidos graxos são classificados como coletores aniônicos oxidrídicos. Industrialmente são utilizados na forma de óleos naturais, como, por exemplo, óleo de arroz e óleo de soja. O Hidrocol é também um tipo de ácido graxo, sendo parcialmente hidrogenado (Chaves *et al.*, 2018).

A Nexa possui uma unidade de mineração de zinco na cidade de Vazante. O minério extraído atualmente é o willemítico (Zn_2SiO_4), cuja exploração é feita por meio de lavra subterrânea. Até o ano de 2009, a Unidade contava com cavas a céu aberto, na qual era explotado o minério de calamina. A calamina processada era composta pelo mineral hemimorfita ($Zn_4Si_2O_7(OH)_2H_2O$), que foi gerada através de enriquecimento supergênico da willemita.

O processo de flotação do minério oxidado de zinco é complexo, devido à similaridade nas propriedades de superfície dos minerais de zinco willemita, smithsonita ($ZnCO_3$) e hemimorfita. Além disso, a ganga é constituída de silicatos e carbonatos. Desta forma, existe a necessidade de realizar estudos com objetivo de se recuperar o minério de calamina (hemimorfita), presente em uma região conhecida como Cava 3A.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a flotação do minério de calamina da Cava 3A na presença de diversos coletores. Buscou-se uma condição ideal de reagentes em escala de bancada e, posteriormente, em escala de piloto, com propósito de gerar um concentrado de zinco com teor de 39,0% e recuperação metalúrgica acima de 50,0%.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A amostra de calamina foi coletada diretamente do material da cava, com o auxílio de uma retroescavadeira. Essa coleta teve o apoio da equipe de Exploração Mineral considerando a segurança do local para a escavação e a existência de furos como indicativo da presença de minério.

A amostra foi britada com top size de 6 mm, homogeneizada na forma de uma pilha alongada e, posteriormente, moída. O produto da moagem apresentou uma massa de 12,0% retido em 0,150mm. Essa amostra foi posteriormente deslamada em circuito com dois hidrociclones em série. O produto da deslamagem apresentou 70% em massa da alimentação e seguiu para etapa de flotação.

A amostra de alimentação da flotação foi submetida à difração de raio X para identificação dos minerais presentes e à análise química via absorção atômica. A análise granulométrica foi realizada em granulômetro a laser. O fluxograma de processamento da amostra está ilustrado na Figura 1.

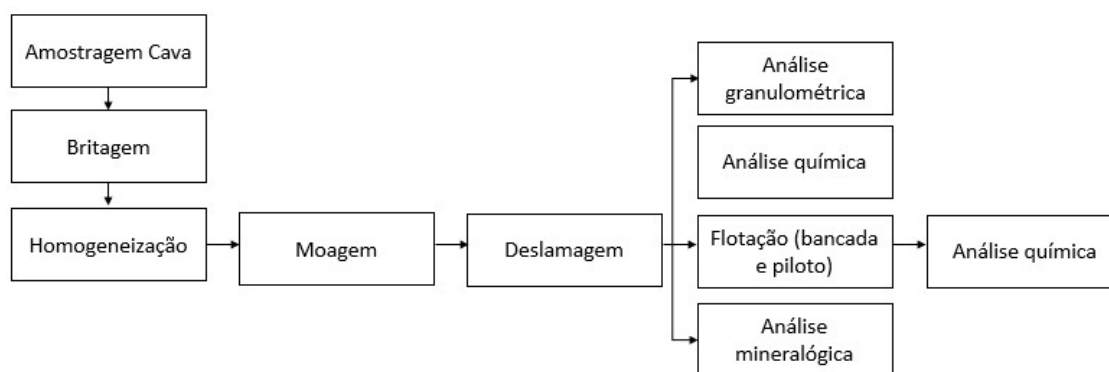


Figura 1. Fluxograma de processamento da amostra

Os testes de flotação de bancada foram realizados em células mecânicas, da marca Topsize. Os reagentes utilizados nos testes estão apresentados na Tabela 1. O AGLP é um polímero orgânico fornecido pela empresa AG Aditivos.

Tabela 1. Reagentes utilizados nos testes de flotação de bancada

Nome	Função	Preparação (g/L)
AGLP	Dispersante	50
Sulfeto de sódio (Na ₂ S)	Sulfetizante	48
Mibcol	Espumante	Puro
Amina	Coletor	20
Hidrocol (ácido graxo)	Coletor	20
Óleo de arroz	Coletor	20

A Tabela 2 apresenta as condições dos testes de flotação de bancada. Os tipos de coletores e suas respectivas dosagens foram variados para verificar o efeito dessas variáveis no desempenho da flotação. O pH utilizado para todos os testes foi igual a 11,6.

Tabela 2. Condições dos testes de flotação de bancada

REAGENTES UTILIZADOS (g/t)							
COLETOR	TESTE	AGLP	Na ₂ S	Amina	Emulsão	Hidrocol	Mibcol
Amina	1	800	5000	215	X	X	60
50% Amina +	2	800	5000	X	575	X	60
50% Óleo de Soja	3	800	5000	X	860	X	60
	4	800	5000	X	560	X	60
50% Amina +	5	800	5000	X	645	X	60
50% Óleo de Arroz	6	800	5000	X	810	X	60
	7	1000	5000	X	1670	X	60
50% Amina +	8	1000	5000	X	1620	X	60
50% Hidrocol	9	1000	5000	X	810	X	60
	10	1000	5000	X	X	320	60
Hidrocol	11	1000	5000	X	X	440	60

Os reagentes utilizados nos testes de flotação piloto estão apresentados na Tabela 3. A emulsão foi composta por 60% amina e 40% óleo de arroz.

Tabela 3. Reagentes utilizados nos testes de flotação piloto

Nome	Função	Preparação (g/L)
AGLP	Dispersante	150
Sulfeto de sódio (Na ₂ S)	Sulfetizante	48
Mibcol	Espumante	Puro
Emulsão	Coletor	20

A dosagem média dos reagentes utilizados nos testes piloto estão apresentados na Tabela 4. Essa dosagem foi baseada nos resultados dos testes de bancada.

Tabela 4. Dosagem média dos reagentes dos testes em escala piloto

Reagente	Dosagem média (g/t)
Na ₂ S	7.200
AGLP	1.000
Emulsão	750
Mibcol	170

O fluxograma utilizado nos testes piloto está ilustrado na Figura 2.

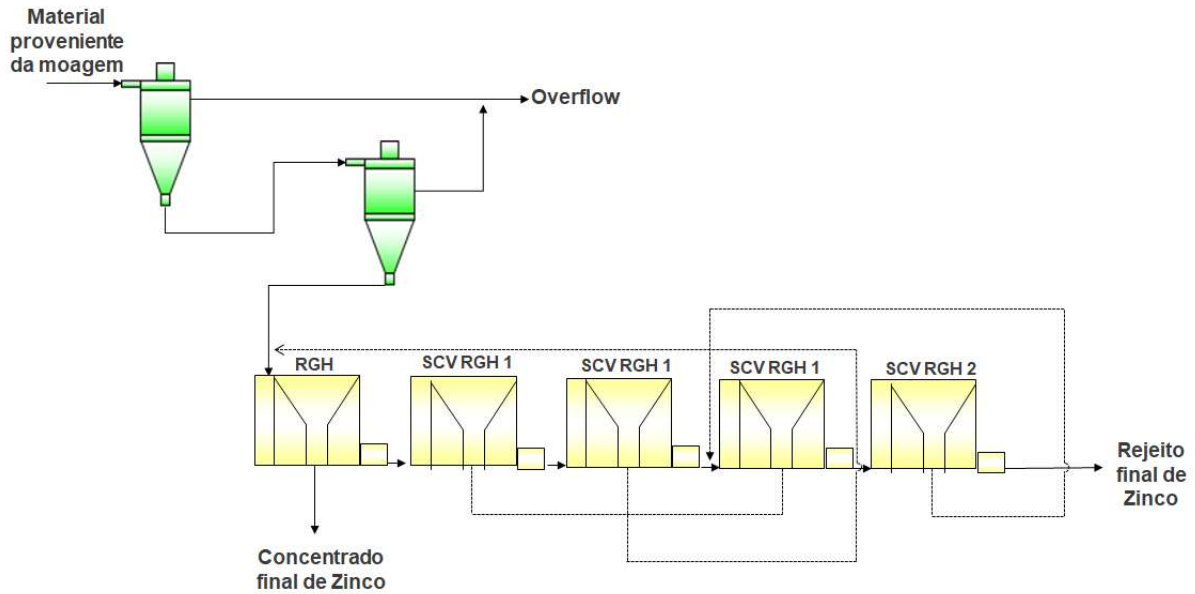


Figura 2. Fluxograma dos testes piloto

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 ilustra o resultado da caracterização mineralógica da alimentação da flotação de calamina. Observa-se que a amostra tem predominantemente smithsonita ($ZnCO_3$) em sua composição bem como minerais secundários como hemimorfita ($Zn_4Si_2O_7(OH)_2H_2O$) e quartzo (SiO_2).

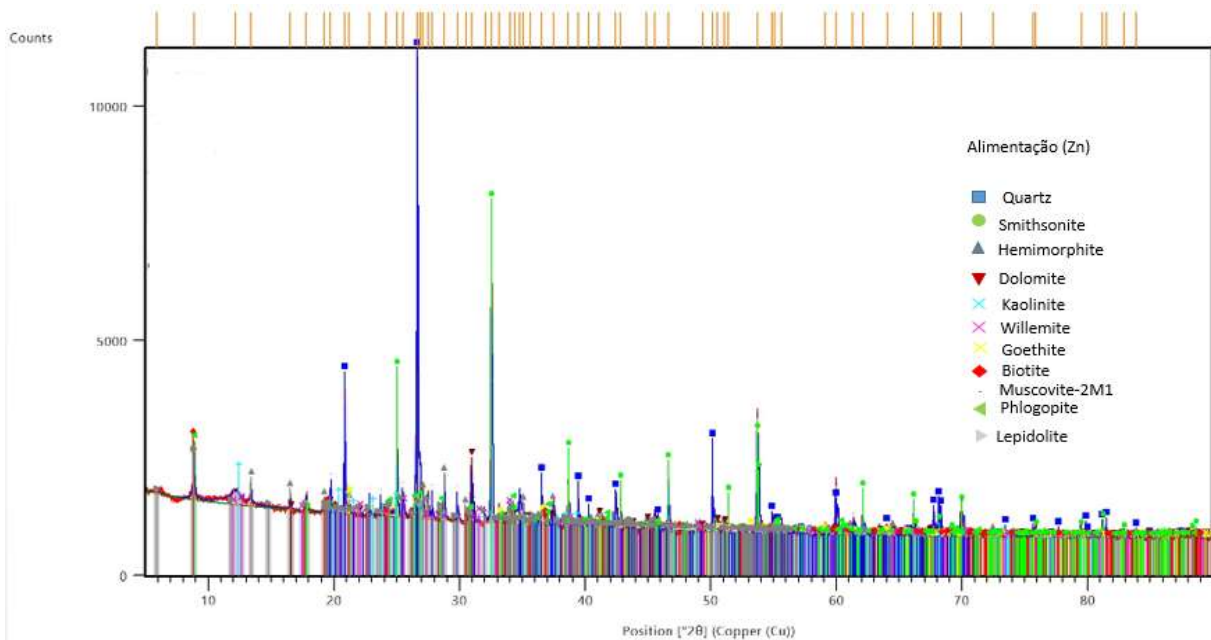


Figura 3. Difração de raio X da alimentação da flotação de calamina.

A Figura 4 ilustra a análise granulométrica da amostra de alimentação da flotação do minério de calamina. O P_{80} da amostra é de cerca de 0,10mm e 35,82% das partículas são menores que 0,038mm. Esses resultados indicam o quanto a amostra é fina, mesmo após a etapa de deslamagem.

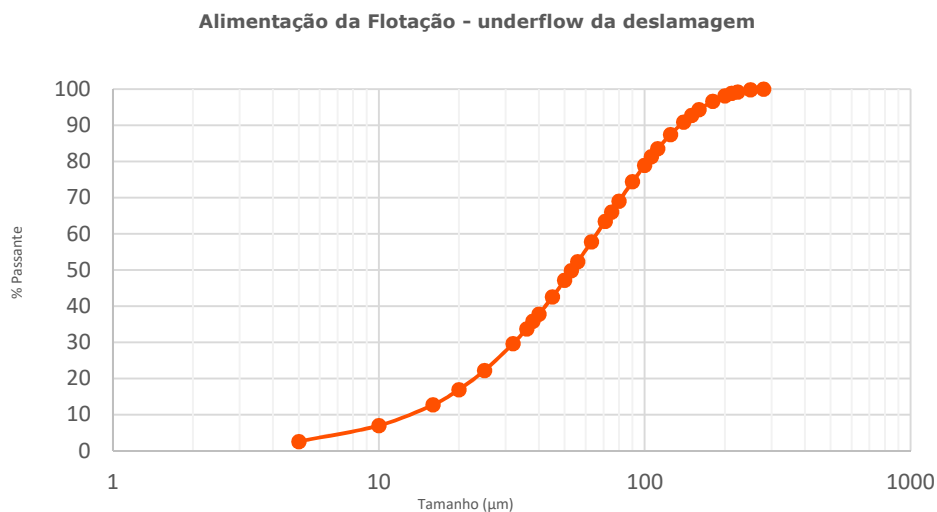


Figura 4. Distribuição granulométrica da alimentação da flotação

A Tabela 5 apresenta os resultados da análise química da amostra da alimentação da flotação. Esta apresentou teor de Zn de 13,5%, teor de SiO₂ de 45,6% e teor de Fe₂O₃ de 7,47%.

Tabela 5 – Análise química da alimentação da flotação

	Zn (%)	Pb (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)
Alimentação da flotação	13,70	0,09	45,60	10,80	7,47	1,81	2,82

A Figura 5 ilustra os resultados dos testes de flotação de bancada variando os coletores. Pode-se observar que o pior resultado para o minério de calamina foi dosando apenas o coletor amina, com recuperação metalúrgica igual a 21,2%. Esse resultado era esperado pois a amina, coletor de zinco, não é capaz de recuperar os minerais carbonatados portadores de zinco presentes no minério deslamado.

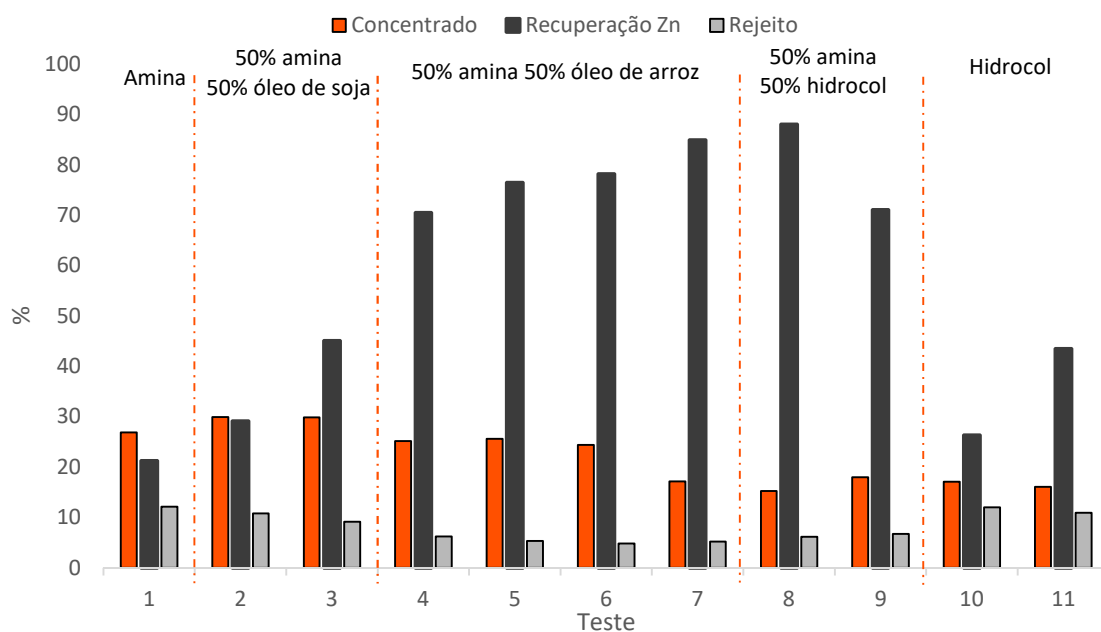


Figura 5. Resultados de recuperação metalúrgica, teor do concentrado final e rejeito de zinco dos testes de bancada

Com a utilização do coletor hidrocol observou-se uma maior dificuldade em chegar no teor de concentrado final de zinco desejado (39%). No teste 10, com a dosagem de 320g/t de hidrocol, obteve-se um concentrado de zinco com teor de apenas 17%. No teste 11, aumentou-se a dosagem em quase 40%, porém o concentrado apresentou teor de apenas 16%.

Com a utilização da emulsão amina+ óleo de soja foi possível obter um concentrado de zinco com teor de 30%. No teste 2, com a dosagem de 575g/t, obteve-se uma recuperação de apenas 29%). Com o aumento da dosagem em quase 50% (teste 3), observa-se que a recuperação não chegou ao esperado.

A emulsão composta por amina e óleo de arroz apresentou os melhores resultados. Nos testes de 4 a 7 foram dosadas quantidades crescentes de emulsão a fim de verificar a influência dessa variável no teste. Pode-se observar que na maior dosagem de emulsão (1670g/t) há um aumento na recuperação, mas uma diminuição no teor do concentrado de zinco. Os melhores resultados foram obtidos nos testes 5 e 6, atingindo quase 80% de recuperação metalúrgica.

A Figura 6 ilustra os resultados de 22 amostragens com balanços de massa e metalúrgico dos testes piloto com a utilização de emulsão (60% amina e 40% óleo de arroz) na dosagem média de 750g/t. Foi possível atingir um teor de concentrado acima de 37% de Zn, recuperação metalúrgica acima de 60% e recuperação global de Zn de 50%.

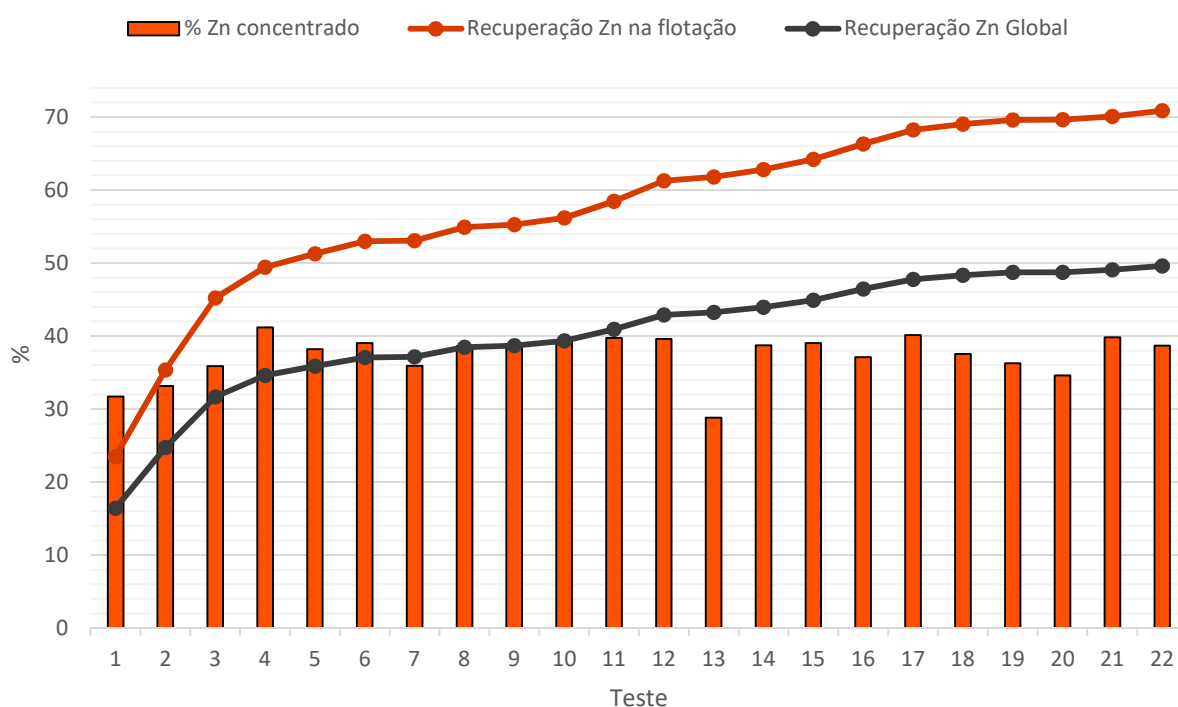


Figura 6. Resultados de teor de zinco do concentrado final, recuperação metalúrgica de zinco na flotação e global dos testes piloto

4. CONCLUSÕES

A amostra de calamina possui smithsonita ($ZnCO_3$) em sua composição bem como hemimorfita ($Zn_4Si_2O_7(OH)_2H_2O$), fazendo-se necessária utilização de reagentes capazes de recuperar também os minerais carbonatados portadores de zinco.

Nos testes de bancada os melhores resultados foram obtidos com a emulsão que continha 50% amina e 50% óleo de arroz, chegando a atingir quase 80% de recuperação metalúrgica na flotação. A partir desses testes, foi definido que a dosagem ideal para os testes piloto deveria ser entre 650 e 810 g/t.

Com a utilização da emulsão (60% amina e 40% óleo de arroz) e dosagem média de 750g/t nos testes piloto foi possível atingir um teor de concentrado acima de 37% de Zn, recuperação metalúrgica de Zn de 70% e recuperação global de Zn de 50%.

5. REFERÊNCIAS

Andrade VL, Santos, NA, Gonçalves, KL. Como obter dados contínuos de flotação com amostras de furos de sonda: uma mini planta piloto de flotação. In: Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia extrativa, organização. Proceedings do XVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios; 2000; Rio de Janeiro, Brasil. p. 157–162.

BALTAR C. Flotação de minérios oxidados de zinco: uma revisão da literatura. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 1980. (Série Tecnologia Mineral, 13).

Chaves A, Leal Filho L, Braga P. Flotação. In: Luz A, França S, Braga P. Tratamento de Minérios. 6. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 984 p., 2018.

Peres A, Araujo A. A flotação como operação unitária no tratamento de minérios. In: CHAVES A. (Ed.) Teoria e Prática do Tratamento de Minérios volume 4, 2ª edição: A Flotação no Brasil. Signus Editora, São Paulo, p. 1 -29, 2009.