

ESTUDO CINÉTICO DE FLOTABILIDADE DO ESPODUMÊNIO POR TUBO DE HALLIMOND⁽⁰¹⁾

Ramdayal Swarnakar⁽⁰²⁾

Maria do Socorro Gonçalves de Araújo⁽⁰³⁾

José Avelino Freire⁽⁰²⁾

RESUMO

A otimização da performance de uma planta de flotação para recuperação de um mineral baseia-se num modelo matemático testado com os dados cinéticos de flotação. No método de concentração de um mineral é considerado o mecanismo de colisão efetiva entre bolhas do gás e as partículas hidrofóbicas do mineral. Neste trabalho são apresentados os resultados do efeito do tamanho das partículas de Espodumênio (-65 a +100, -100 a +200, -200 a +300 mesh) sobre a sua flotabilidade variando o tempo de flotação.

Os dados experimentais de microflotação relacionam-se com as amostras de Espodumênio (Seridozinho-Paraíba). Estas foram fragmentadas por britagem e moagem (a seco) e classificadas na faixa granulométrica de -65 a +300 mesh (escala Tyler). Empregou-se o reagente Ácido Ricinoléico (óleo de mamona) como coletor e o Tubo de Hallimond modificado de 120 ml, como célula de microflotação. Observou-se que a taxa de flotabilidade do Espodumênio diminuiu com o tempo de flotação; entretanto, essa taxa aumentou com a diminuição do tamanho das partículas (-65 a +300 mesh). O modelo cinético de primeira ordem para a flotação do Espodumênio é verificado e os valores das três constantes cinéticas (k) para os diâmetros médios de 190, 112,5 e 61,5 μm foram respectivamente, 0,06, 0,14 e 0,36 min^{-1} .

Palavras-chaves: flotabilidade, espodumênio, cinética.

-
- (01) Trabalho a ser apresentado ao XVII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia, Águas de São Pedro, SP, de 23 a 26 de agosto de 1998.
 - (02) Professores do DEQ e DMG do CCT, Universidade Federal da Paraíba, CAMPUS II, Campina Grande - PB.
 - (03) Aluna da Pós-graduação em Engenharia de Minas, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande - PB.

1- INTRODUÇÃO

O Lítio é o metal mais leve que se conhece, tem peso específico 0,54 e vem despertando grande interesse pelas possibilidades de se tornar uma grande fonte energética. No estado natural, a mais importante fonte do Lítio é o minério Espodumênio. O Espodumênio é um inossilicato ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{SiO}_2$) de cadeia simples, com composição teórica de 8 % de Li_2O , 27,4 % de Al_2O_3 e 64,6 % de SiO_2 . (1) (2) (3) A superfície do Espodumênio tem característica hidrofílica.

A flotação do Espodumênio pode ser feita com coletores aniônicos, tais como: ácido oléico, ácido ricinoléico, entre outros, onde a flotação obtida é do tipo seletiva. (2)(4) O processo de flotação em espuma consiste em passar um fluxo de gás a uma suspensão aquosa das partículas do minério com reagentes apropriados num recipiente que sofre agitação mecânica, onde as partículas minerais hidrofóbicas aderem-se às bolhas do gás e são flutuadas para a superfície da polpa. A fração das partículas que permanece na polpa varia com o tempo de flotação, originando uma relação do tipo cinética.

A otimização da performance de uma planta de flotação para recuperação de um mineral baseia-se num modelo matemático testado com os dados cinéticos de flotação. No método de concentração de um mineral é considerado o mecanismo de colisão efetiva entre bolhas do gás e as partículas hidrofóbicas do mineral. (5)

Muitos investigadores consideraram que a variação da concentração da espécie mineralógica de interesse, em cada instante do tempo de flotação, é representada pela equação:

$$\frac{-dM}{dt} = kM$$

onde k é a constante de proporcionalidade que engloba todos os fatores que intervêm no processo de flotação e, M , a concentração das partículas do mineral na suspensão. (6) (7)

Trahar (1981) apresentou um trabalho cuja conclusão é a de que a hidrofobicidade das partículas do minério depende de seu tamanho. Ele sugeriu as três faixas arbitrárias de tamanhos: finas (5 a $10\mu\text{m}$), intermediárias (10 a $70\mu\text{m}$) e grossas ($> 70\mu\text{m}$) em que as partículas flutam com dificuldade, com facilidade e com dificuldade ou facilidade, respectivamente. (8)

Neste trabalho são apresentados os resultados do estudo cinético em relação ao efeito do tamanho das partículas do Espodumênio (-65 a +100, -100 a +200, -200 a +300 mesh) sobre a sua flotabilidade e o teste do modelo cinético de primeira ordem para estes três diâmetros médios das partículas.

2- EXPERIMENTAL

As amostras minerais utilizadas são provenientes da região de Seridozinho - Paraíba. Foram preparadas através das etapas:

- i- fragmentação: britagem e moagem (a seco);
- ii- classificação granulométrica: os produtos de moagem foram colocados na faixa -65 a +300 mesh (escala Tyler).

Os reagentes empregados foram: Ácido Ricinoléico (óleo de mamona saponificado), HCL e NaOH de pureza analítica (1%).

Os testes de microflotação foram executados em tubo de Hallimond modificado com um volume de 120 ml, usando gás Nitrogênio com 99,9 % de pureza. (9)

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes de flotabilidade com variação do tempo de flotação até 15 minutos foram realizados sobre as amostras do Espodumênio, de massa 1g, numa solução aquosa do coletor de óleo de mamona saponificado de concentração 3×10^{-4} M, tendo regulado o pH para 8, com o tempo de condicionamento de 5 minutos e fluxo de gás Nitrogênio de 120 ml / min, usando o Tubo de Hallimond modificado com capacidade de 120ml. (10)

A **Figura 1** ilustra a variação da flotabilidade do Espodumênio em função do tempo de flotação para as três faixas de granulometria. Observou-se que a taxa de flotabilidade diminuiu com o aumento do tempo de flotação. A mesma observação pode ser visualizada, alternativamente, na **Figura 2**, onde cada curva representa a variação da flotabilidade no dado tempo de flotação em função do diâmetro médio das partículas. Este comportamento é esperado, considerando-se que, com o aumento do tempo de flotação, a concentração das partículas de Espodumênio em suspensão diminuiu e em consequência, de acordo com o mecanismo cinético de colisão efetiva das partículas com as bolhas do gás, a taxa de flotação diminuiu.

Entretanto, observa-se nas três curvas da **Figura 1** que a taxa de flotabilidade aumentou com a diminuição do tamanho das partículas nas três faixas de diâmetros: de 230 a 150, 150 a 75 e 75 a 48 μm . Essas faixas incluem os tamanhos grossos e intermediários, e, portanto, o comportamento concorda com as observações da literatura específica sobre o assunto.

A verificação da concordância do modelo cinético de primeira ordem é ilustrada na **Figura 3**. Observa-se que os valores de $\ln M_0 / M$ em função do tempo de flotação ajustam-se linearmente para os três diâmetros médios das partículas, indicando a cinética de primeira ordem (onde M_0 e M são as concentrações inicial e residual do mineral na suspensão). Os valores calculados das três constantes cinéticas (k) para os

diâmetros médios de 190, 112,5 e 61,5 μm são 0,06, 0,14 e 0,36 min^{-1} , respectivamente.

A **Figura 4** representa o gráfico de variação de $\log k$ em função de $\log d$ para calcular o valor do n , considerando que a relação entre a constante cinética, k e diâmetro médio, d , obedece à forma $k = d^n$. Observa-se que os pontos experimentais ajustam-se linearmente, resultando em $n = 1,4$. Este valor concorda com os valores de n (1 até 2) para outros minerais constatados na literatura específica.

4- CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos do estudo cinético em relação ao efeito do diâmetro médio das partículas do Espodumênio, entre a faixa de 61,5 a 190 μm sobre a sua flotabilidade e o teste do modelo cinético de primeira ordem, pode-se concluir que:

A taxa de flotabilidade do Espodumênio diminui com o aumento do tempo de flotação.

A taxa de flotabilidade do Espodumênio aumenta com a diminuição do tamanho das partículas entre a faixa de granulometria de -65 a +300 mesh (escala Tyler).

A concordância do modelo cinético de primeira ordem para a flotação do Espodumênio é verificada.

Os valores calculados das três constantes cinéticas (k) para os diâmetros médios de 190, 112,5 e 61,5 μm são 0,06, 0,14 e 0,36 min^{-1} , respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DANA, J. D.; HURLBUT, C. S. Manual de Mineralogia. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1978, 643p.
2. BETEKHTINE, A. Manual de mineralogie descriptiva. Moscow E. Mir, 1968. 735 p.
3. FUERSTENAU, D. W.; RAGHAVAN, S. The crystal chemistry, surface properties and flotation behavior of silicate minerals, XII International Mineral Processing Congress, São Paulo, Departamento Nacional da Produção Mineral, 1977, 368-415 p.
4. LOMBE, W.C.; SHERGOLD, H. L. The surface chemistry of spodumene, lepidolite and amblygonite in relation to their recovery by flotation, Imperial College, Univ. of London, 1980, 12p.
5. BELOGLAZOV, K. F. The kinetics of the Flotation Process, Tsvet. Metall, nº 9, 1939, 70 - 76 p.
6. ARBITER, N. and HARRIS, C. C. Froth Flotation, ed. D. W. Fuerstenau, A. I. M. E., New York, 1962, 215 - 246.
7. BUSNELL, C. N. G. Kinetics of flotation, Trans. A. I. M. E., vol 223, 1962, 266 -278 p.

8. TRAHAR, W. J. A rational interpretation of the role of particle size in flotation. Internation Journal of Mineral Processing, 8, 1981, 289 p.
9. DOBIAS, B. Modified Hallimond tube for the study of the floatability and flotation kinetics of minerals. Colloid Polymer Sci., 259, 1981, 775-6.
10. FREIRE, J. A. Flotação do rejeito de Espodumênio da mina Seridozinho - Paraíba. 1991, 131p.

KINETIC STUDY OF SPODUMENE FLOTABILITY BY HALLIMOND TUBE

Ramdayal Swarnakar
Maria do Socorro Gonçalves de Araújo
José Avelino Freire

ABSTRACT

The optimum performance of a flotation plant for the recovery of a mineral is based on a mathematic model that has been tested on flotation kinetics data. The mechanism of the effective collision between gas bubbles and hydrofobic mineral particles is considered to explain the mineral concentration. This work presents the results of the effect of the particle size of Spodumene: -65 to +100, -100 to +200 and -200 to +300 mesh (Tyler scale) on its flotability in function of flotation time.

The microflotation experimental data were obtained for the Spodumene samples (Seridozinho, PB). The Spodumene samples were fragmented by crushing, grinding and were classified in three granulometric ranges of -65 to +100, -100 to +200 and -200 to +300 mesh. The reagent used was Ricinoleic Acid (Saponified Castor Oil) as collector and for microflotation test a modified Hallimond Tube of 120 ml was used.

It is observed that flotability rate of Spodumene decreases with increase in time of flotation however the same got increased with the decrease in mean diameter of the particles. The first order kinetic model for Spodumene flotation is verified and the three kinetic constant (k) values for the three mean diameter of the particles 190, 112.5 and 61.5 μm , respectively were: 0,06, 0,14 and 0,36 min^{-1} .

Key-words: flotability, spodumene and kinetic.

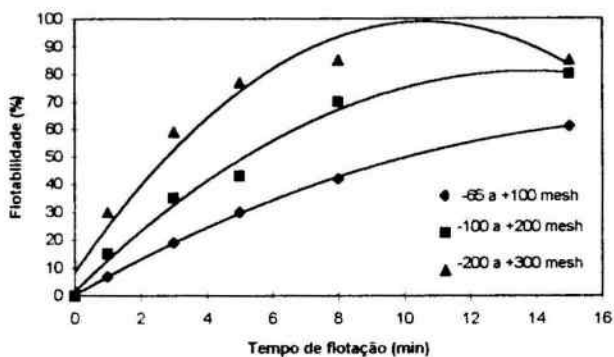


Figura 1. Efeito da granulometria do Espodumênio sobre a sua flotabilidade. Amostra = Espodumênio, quantidade = 1,0g, fluxo de $N_2 = 120\text{ml/min}$, concentração do coletor = 3×10^{-4} M, pH = 8, tempo de condicionamento = 5min.

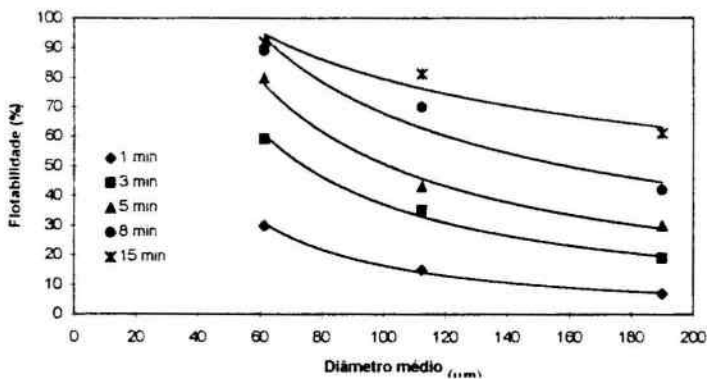


Figura 2. Efeito do diâmetro médio das partículas do Espodumênio sobre a sua flotabilidade. Amostra = Espodumênio, quantidade = 1,0g, fluxo de $N_2 = 120\text{ml/min}$, concentração do coletor = 3×10^{-4} M, pH = 8, tempo de condicionamento = 5min.

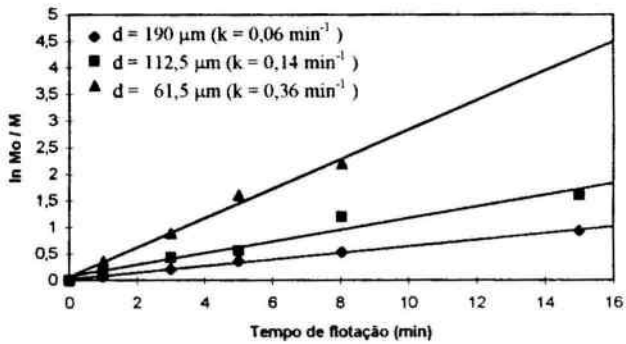


Figura 3. Variação de $\ln Mo/M$ em função do tempo de flotação do Espodumênio

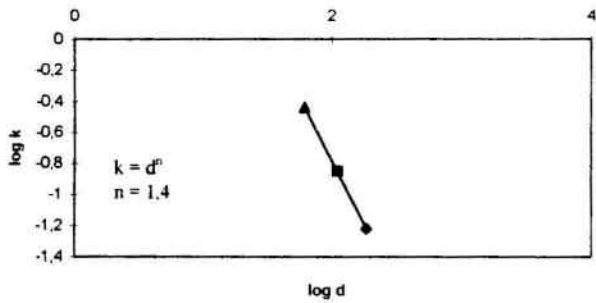


Figura 4. Variação de $\log k$ em função de $\log d$.