



9. INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS DE TESTES DE MICRO-FLUTUAÇÃO

Por

ELCIO M. COELHO

**Apresentado no I ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS
COPPE/UFRJ - 24 e 25 de maio de 1973 - ILHA DO FUNDÃO**

RESUMO

Dados da literatura mostram que testes de "micro-flutuação" nem sempre levam a resultados concordantes com atuais práticas da indústria mineral. Neste trabalho, uma nova "micro-cela" de flutuação é apresentada. Resultados de estudos de flutuabilidade de cristais de quartzo, feldspato e de óxidos de cobre, conduzidos com esta micro-cela são comparados com a prática industrial. Conclui-se que testes de micro-flutuação, quando adequadamente planejados, podem conduzir a resultados significantes, economizando-se desta maneira tempo na seleção de alguns parâmetros químicos de flutuação de sistemas industriais.

1. INTRODUÇÃO

Testes de batelada, na escala de mais de 200 g de minério, tem sido aceito como a maneira mais eficiente e prática de se conduzir pesquisa no campo da flutuação. Todavia o grande volume das amostras e o longo tempo necessário para a execução destes testes levaram investigadores a desenvolver diversos métodos de "micro-flutuação" (testes realizados em amostras de minerais puros, em escala de 1 a 5g, com tempo de flutuação variando de dezenas de segundos e alguns minutos).

A experiência tem mostrado que ótimas condições de flutuação previstas por testes em escala de laboratório, e mesmo em escala de planta piloto, muitas vezes divergem daquelas estabelecidas pela indústria. Discrédito quase que total é atribuído aos resultados de testes de micro-flutuação. Em geral, estas discordâncias entre resultados de testes de flutuação são explicadas com base nos seguintes fatos:

1. flutuação industrial envolve uma combinação de mecanismos químicos e hidrodinâmicos cuja complexidade foi notada por Sutherland e Wark (1) que enumeram cerca de trinta e duas variáveis do processo das quais somente vinte e duas são usualmente controláveis pelo metalurgista;
2. existem grandes diferenças entre as condições hidrodinâmicas que prevalecem nos sistemas de flutuação industrial e aquelas encontradas nos testes de laboratório, mais acentuadamente nos chamados testes de micro-flutuação;
3. embora o ambiente químico das celas de flutuação industrial

possa ser aproximado em escala de laboratório, fatores econômicos relacionados com o consumo de reagentes podem fazer as condições químicas otimizadas em laboratório divergirem daquelas utilizadas na indústria.

O pH da polpa é reconhecidamente uma das variáveis químicas mais importantes dos processos de flutuação. O objetivo do presente trabalho foi comparar pH otimizado por testes de micro-flutuação com pH de polpa usada em flutuação industrial. Para tal, uma micro-cela que permite um controle mais rigoroso do pH durante a flutuação teve de ser desenvolvida.

2. MÉTODO EXPERIMENTAL

Teste de micro-flutuação foram realizados em amostras de feldspato, quartzo e óxidos de cobre (2g de minerais puros).

A micro-cela utilizada é ilustrada na figura anexa e foi projetada para permitir o mais rigoroso controle de pH durante os testes aliada ao máximo de reprodutibilidade dos resultados. Esta cela é uma modificação do tubo de Hallimond (2) semelhante - aquela proposta por Fuertenau e colaboradores (3) mas com as seguintes características próprias:

1. um disco de vidro poroso é utilizado no lugar de um capilar;
2. a coluna de flutuação foi modificada para evitar o arrasto mecânico de partículas não flutuáveis e a retenção de bolhas mineralizadas na junção das duas partes separáveis da cela;
3. a tampa de borracha serve de suporte para os eletrodos medidores de pH ("probe type combination electrode") permitindo que medidas de pH sejam feitas dentro da cela durante o decorrer

das operações;

4. a tampa é provida também com uma entrada e uma saída de gases. Variações de pH são geralmente devidas a absorção de gases atmosféricos pelo meio aquoso. Estes gases contêm CO_2 (gas carbônico) que se hidrolisa e dissocia provocando acréscimos sensíveis na acidez da polpa, especialmente quando o pH da polpa se encontra na região de 6 a 9. A entrada de gas permite a formação de uma barreira (pressão positiva de um gás inerte - argônio neste caso) contra os gases atmosféricos, acima da polpa, o que possibilita um melhor controle do pH. Os gases introduzidos na cela saem pela abertura na tampa a qual serve também para a manipulação de uma colher. Por meio desta colher pode-se colocar a amostra do mineral a ser flutuado no fundo da coluna de flutuação sem quebrar a barreira de gás inerte.

O aparato de flutuação completo inclui ainda um sistema* para introduzir volumes conhecidos de gás através do disco poroso durante um tempo pré-estabelecido (a razão de formação de bolhas pode ser medida). Nos testes relativos ao presente trabalho, bolhas foram formadas por 60 ml de gás, Argônio ou Nitrogênio, introduzidos na cela com uma vazão média de 1 ml/seg (tempo de flutuação de 1 minuto).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Del Monte Sand Company separa feldspato e quartzo de

* Sistema semelhante ao de Fuerstenau (4)

areias graníticas provenientes de suas jazidas de Pacific Grove ,
California, por meio de um processo de flutuação em duas etapas
(5). Primeiramente feldspato é flutuado em presença de acetato de
amina e ácido fluorídrico, numa região de pH variando de 2.5 a
3.0. Numa segunda etapa, quartzo é flutuado após a adição de hi-
dróxido de sódio e ajuste do pH da polpa para um valor entre 7.0
e 8.5.

Procurando simular o processo empregado pela Del Monte
Sand Company, testes de micro-flutuação foram conduzidos em amos-
tras puras de feldspato e quartzo utilizando-se acetato de amina
e ácido fluorídrico como reagentes, numa polpa ácida. Observou-se
que ao se abaixar o pH da solução de 3 para 2.5, a recuperação de
quartzo permanece praticamente nula ao passo que a recuperação de
feldspato aumenta de aproximadamente 15% (pH 3) para 100% (pH 2.5).
Uma outra série de testes foi realizada em pH alcalino (hidróxido
de sódio foi adicionado), usando ainda acetato de amina como cole-
tor. Neste caso a recuperação de quartzo foi total em todos os
testes realizados mas a curva recuperação de feldspato x pH apre-
sentou um mínimo em torno do pH 8.0. Estes resultados estão de
pleno acordo com a prática empregada pela Del Monte Sand Company
para flutuação de feldspato e quartzo.

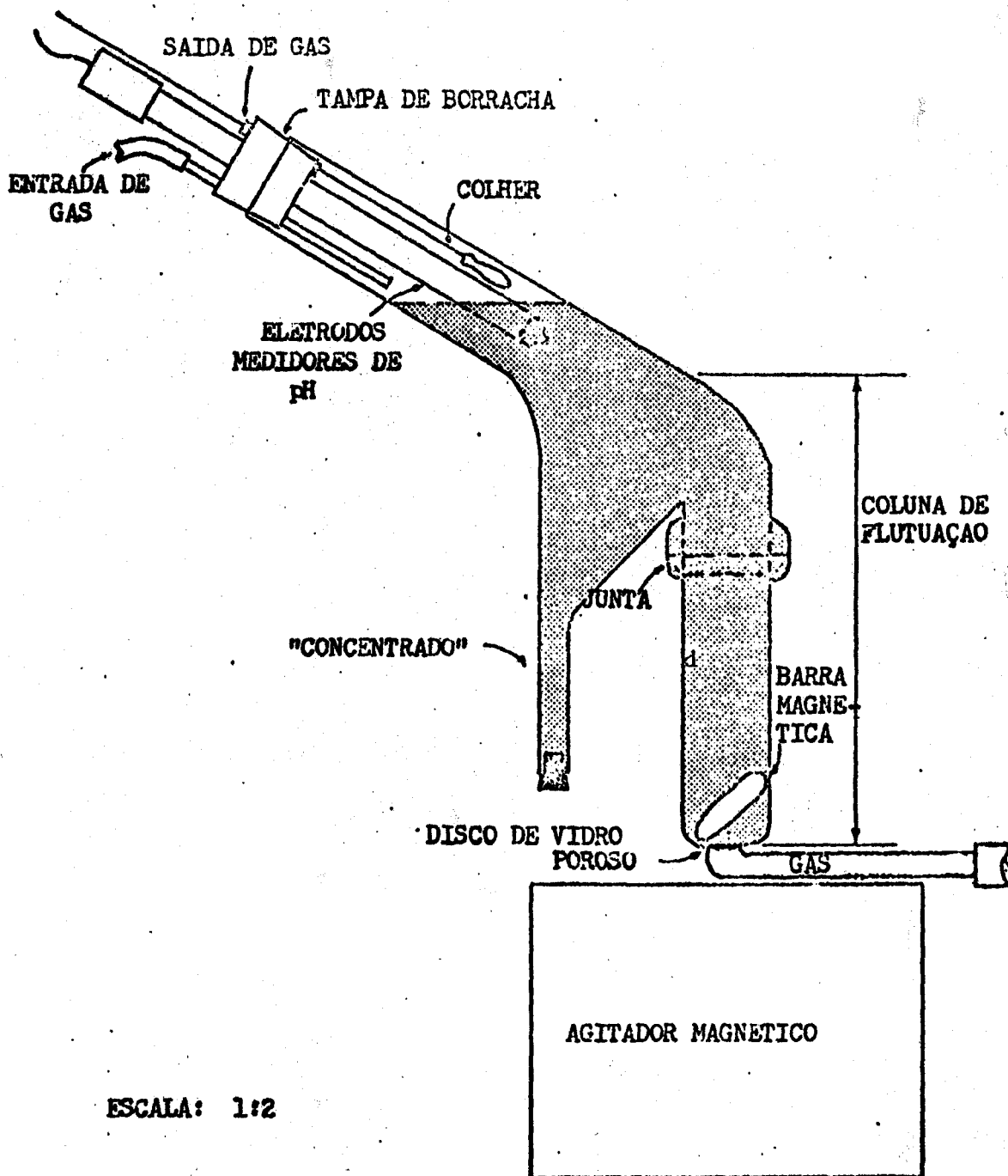
Similarmente, procurou-se comparar resultados de tes-
tes de micro-flutuação realizados em amostras de óxido de cobre -
com a flutuação industrial de minérios oxidados de cobre, na pre-
sença de ácido oléico, em meio alcalino. Observou-se um máximo na
curva recuperação x pH em torno do pH 9.0, em concordância com a
prática industrial (6).

4. CONCLUSÃO

Testes de micro-flutuação podem sugerir condições químicas de flutuação comparáveis com a prática industrial. O autor acredita que o uso de micro-celas adequadas e um planejamento metódico da sequência dos testes pode conduzir a uma significativa economia de tempo na seleção de alguns parâmetros de flutuação.

5. REFERÊNCIAS

1. Sutherland, K. L. & Wark, I. W., "Principles of Flotation", Australasian, Inst. of Min. Met., Melbourne (1955).
2. Hallimond, A. F., Mining Magazine, 72, 201, (1945).
3. Fuerstenau, D. W., Metzger, P. H., e Seele, G. D., Engng and Min. Journal, 158, 93, March (1957).
4. Fuerstenau, M. C., Engng. and Min. Journal, 165, 108, November (1964).
5. Thom, C., "Standard Flotation Separation", Froth Flotation, 50th Anniversary Volume, AIME, Chapter 13, (1962).
6. Coelho, E. M., "Flotation of Oxidized Copper Minerals: An Infrared Spectroscopic Study", Ph. D. Thesis, Dept. of Mineral Engng., University of British Columbia, Canada (1972).



TUBO DE HALLIMOND MODIFICADO