

FLOTABILIDADE DO CAULIM UTILIZANDO COLETOR CATIÔNICO *DUOMEEN T*

P. R. R. Silva

Departamento Acadêmico de Recursos Naturais – CEFET/RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.015-000 Natal-RN
Fone: (84)4005-2713; e-mail:
Bolsista CEFET/RN

L. R. M. Andrade

Departamento Acadêmico de Recursos Naturais – CEFET/RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.015-000 Natal-RN
Fone: (84)4005-2713; e-mail:
Bolsista CEFET/RN

F. S. D. Araújo

Prof. Departamento Acadêmico de Recursos Naturais – CEFET/RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.015-000 Natal-RN
Fone: (84)4005-2713; e-mail: francioli@cefetrn.br

J. Y. P. Leite

Prof. Departamento Acadêmico de Recursos Naturais – CEFET/RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.015-000 Natal-RN
Fone: (84)4005-2713; e-mail: leite@cefetrn.br

RESUMO

O caulim produzido na região da província pegmatítica da Borborema, mais precisamente nos municípios de Equador/RN e Junco do Seridó/PB é um caulim primário que está associado predominantemente a minerais como o quartzo, mica e feldspatos. O processo de dispersão é realizado em um equipamento denominado batedor sem a utilização de um dispersante químico. Em seguida, o material é classificado em um classificador hidráulico, de onde segue por bombeamento para uma peneira. O material após classificado na peneira segue para uma classificação em hidrociclone. O overflow do hidrociclone é então encaminhado para os tanques de sedimentação e para posterior filtragem. Estudos realizados na planta de beneficiamento da Mineração São João, localizada no município de Junco do Seridó/PB demonstraram eficiência de aproximadamente 54% na recuperação do caulim, sendo necessária uma readequação do processo de beneficiamento para melhorar essa recuperação. Este trabalho apresenta resultados de flotação em tubo de Hallimond utilizando caulim da Mineração São João. Foi determinado o PIE do caulim pelo método de Müller Roberts, para o qual foi obtido um valor igual a 2,5. Os ensaios de flotação foram realizados com uma amina comercial como coletor (Duomeen T, fabricado pela Akzo Nobel) e foram otimizados os parâmetros: pH do meio, concentração do coletor e tempo de condicionamento.

PALAVRAS-CHAVE: Caulim, minerais industriais, microflotação, reagente, coletor.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Luz et al (2005) caulim é a rocha que contém a caulinita, seu principal constituinte e também designa o produto final de seu beneficiamento. É constituído principalmente de caulinita, um silicato de alumínio hidratado, cuja célula unitária é expressa por $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$.

Esse minério é lavrado e beneficiado nos municípios de Equador/RN e Junco do Seridó/PB, localidades que estão situadas na província pegmatítica da Borborema.

O caulim lavrado na Mineração São João é do tipo primário, resultante da alteração de pegmatitos. Segundo Silva (2001), estes caulins estão predominantemente associados ao quartzo, mica e feldspato, que também podem ser aproveitados comercialmente, mas que são rejeito da exploração desse bem mineral.

O beneficiamento da Mineração São João é realizado utilizando os seguintes processos: desagregação em um aparelho denominado batedor sem adição de dispersante químico; desaeração através de retirada com pás manuais e canecas mecânicas da fração mais grosseira; hidroclassificação em tanques de concreto; peneiramento e hidrociclonagem; separação sólido-líquido em tanques de sedimentação; filtragem em filtros prensa; secagem em fornos à lenha; moagem do material e ensacamento.

O processo gera uma recuperação de apenas 54% do caulim presente na alimentação, um valor que precisa ser elevado e que pode ser conseguido através de mudanças no layout de processamento ou readequação do processo de beneficiamento.

Segundo Chaves e Filho (2004), a flotação é um método de recuperação mineral que se baseia na propriedade que os minerais em meio aquoso possuem de se prenderem à bolhas de gás. Essa propriedade é chamada hidrofobicidade e traduz a afinidade que as partículas possuem pelo ar. Em geral, quase todas as partículas minerais são hidrofílicas, ou seja, quando imersas em água molham sua superfície. Somente pela adição de reagentes especiais é que se pode alterar essa condição de hidrofílica para hidrofóbica, e quando uma quantidade de gás (geralmente o ar) é adicionado ao sistema, as partículas hidrofóbicas se agregam às bolhas e são levadas para a superfície, onde ficam retidas e são separadas numa espuma.

De acordo com Mathur (2002) A flotação aplicada a recuperação de caulim é uma das alternativas que podem ser empregadas após o fracionamento granulométrico, com vistas a aumentar a recuperação do caulim e também é empregado para melhorar o padrão de cor e brilho do caulim, removendo impurezas que alteram a sua coloração.

Hu e Liu (2003) desenvolveram um trabalho comparativo entre quatro caulins provenientes da China, sendo três deles caulins “duros” e um caulim “mole” para os quais foram determinados o PIE e condições ótimas de recuperação utilizando diferentes reagentes.

Este trabalho apresenta os resultados da flotação em tubo de Hallimond utilizando o caulim beneficiado da Mineração São João (MSJ).

O PIE do caulim foi determinado segundo o método de Müller Roberts e os ensaios de flotação foram realizados visando a otimização dos parâmetros pH do meio, concentração do coletor e tempo de condicionamento da polpa. O coletor empregado foi uma amina comercial (*Duomeen T*), fabricado pela Akzo Nobel

2. METODOLOGIA

Para os ensaios foi coletada uma amostra representativa do produto do beneficiamento de caulim da Mineração São João, situada no município de Junco do Seridó/PB.

A figura abaixo apresente o fluxograma característico dos processos empregados neste trabalho.

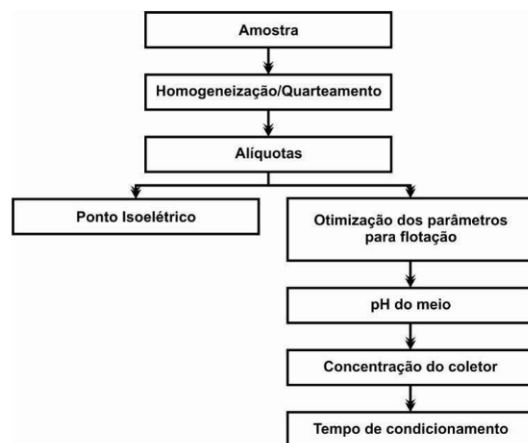


Figura 1. Fluxograma do processo de flotação.

A amostra coletada foi homogeneizada e quarteada objetivando a geração de alíquotas representativas para os ensaios de determinação do ponto isoelétrico e de otimização dos parâmetros de flotação.

O ponto isoelétrico foi determinado pelo método de Müller Roberts e os parâmetros otimizados nos ensaios de flotação em Tubo de Hallimond foram: pH do meio, concentração do coletor e tempo de condicionamento da polpa.

O coletor utilizado foi a amina comercial *Duomeen T*, fabricada pela Akzo Nobel e os reagentes reguladores de pH foram o ácido clorídrico e hidróxido de sódio.

Para os ensaios de otimização do pH e tempo de condicionamento, foi utilizada uma solução de coletor com uma concentração igual a 10^{-4} g/l, concentração utilizada por Hu e Liu em seu trabalho.

A figura abaixo apresenta a bancada de flotação onde foram realizados os ensaios de flotação do caulim, bem como os elementos componentes do sistema.

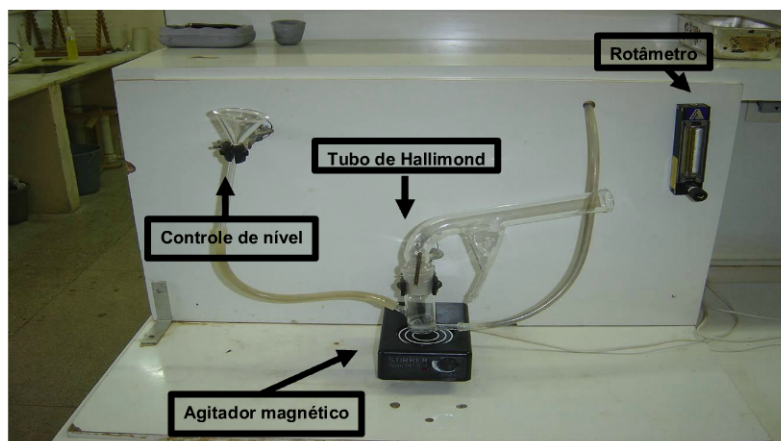


Figura 2. Bancada de flotação.

2.1. Ponto Isoelétrico

A determinação do ponto isoelétrico foi realizada segundo o método de Müller Roberts e estão representados em gráfico $\text{pH} \times \Delta\text{pH}$.

O pH e a carga em milivolts foram determinados em pH metro digital Quimis com precisão de 0,01 pH e 1mV.

2.2. Otimização do pH do Meio

Soluções de coletor, na concentração de 10^{-4} g/l foram preparadas e tiveram o seu pH regulado com ácido clorídrico ou hidróxido de sódio para a varredura do pH ótimo de flotação. Foram preparadas soluções com pH 2; 4; 6; 8 e 10.

À solução era misturada uma quantidade de 1g de caulim que era condicionada por um período de 1min e então submetida a flotação. O material flotado era então recolhido em um recipiente filtrado em filtro a vácuo e secado em estufa durante 24h a uma temperatura de 110°C para posterior pesagem e determinação da porcentagem de flotado.

2.3. Otimização da Concentração do Coletor

Após otimizado o pH da polpa, procedeu-se a determinação da concentração do coletor. O pH utilizado foi o otimizado nos ensaios anteriores.

Foram utilizadas as seguintes concentrações de coletor: 10^{-1} g/l; 10^{-2} g/l; 10^{-3} g/l e 10^{-4} g/l.

A quantidade de caulim bem como o processo de filtragem e secagem foi realizada conforme descrito para a otimização do pH do meio.

2.4. Otimização do Tempo de Condicionamento

O tempo de condicionamento foi determinado com as condições de pH e concentração do coletor otimizadas e seguiram o mesmo padrão para otimização dos itens anteriores.

Foram testados os seguintes tempos de condicionamento: 30s; 1 min, 2 min, 3 min e 4 min.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Ponto Isoelétrico

O ponto isoelétrico apresentou um valor igual a 2,3 e está próximo dos valores encontrados na literatura. As figuras 3 e 4 apresentam, respectivamente, o resultado obtido nos ensaios para determinação do PIE da amostra de caulim da MSJ, bem como os resultados encontrados por Hu e Liu (2003) em seus estudos das propriedades superficiais de quatro caulins chineses.

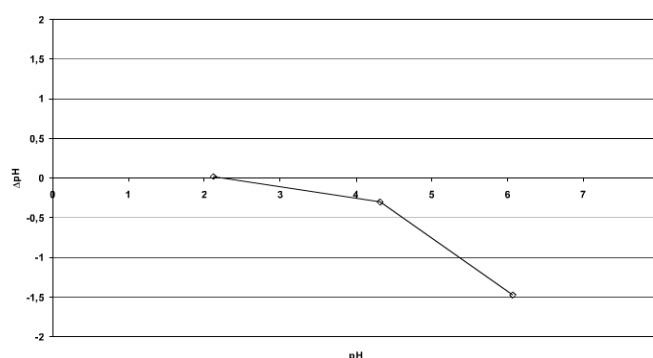


Figura 3. Ponto isoelétrico do caulim da MSJ.

Figura 4. Ponto isoelétrico de quatro caulins chineses. Fonte – Hu e Liu (2003)

3.2. pH do Meio

O gráfico abaixo mostra o comportamento da recuperação em função do pH da polpa do caulim da MSJ.

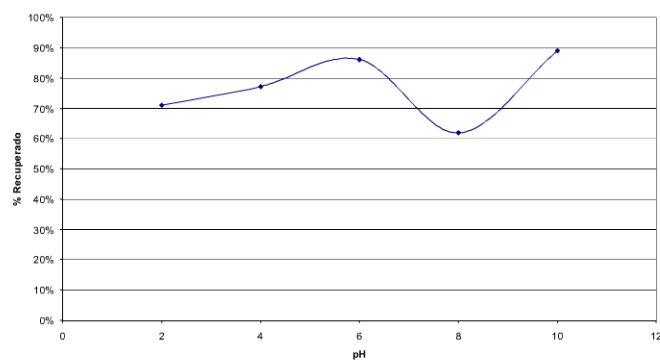


Figura 5. Otimização do pH do meio.

É possível perceber uma variação significativa da recuperação do caulim em função do pH, havendo uma recuperação em pH 10 de aproximadamente 90%, seguido pelos valores obtidos em pH 6 ($\approx 85\%$) e pH 4 ($\approx 80\%$).

Embora em pH 10 e 6 se obtenha uma recuperação superior àquela obtida em pH 4, a polpa formada pelo caulim com água apresenta pH próximo a 4 sem adição de reagentes, o que justifica a escolha do pH 4 como sendo o otimizado.

Hu e Liu utilizaram reagentes diferentes em seus estudos, mas também obtiveram resultados semelhantes. A figura 6 mostra esses resultados representados em gráfico para o caulim duro e caulim mole.

Figura 6. Recuperação do caulim x pH. Fonte – Hu e Liu (2003).

Os valores obtidos na flotação do caulim da MSJ são intermediários entre os obtidos por Hu e Liu, embora ainda inferiores aos resultados obtidos na recuperação do caulim mole, que obtiveram valores bem próximos a 100% na concentração de 2×10^{-4} M.

3.3. Concentração do Coletor

Para a otimização da concentração do coletor foram realizados ensaios com 1 minuto de tempo de condicionamento e pH otimizado igual a 4.

A figura abaixo mostra o comportamento da recuperação em função da concentração do coletor.

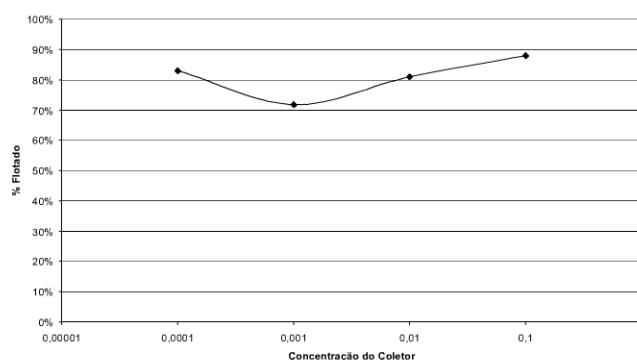


Figura 7. Otimização da concentração do coletor.

Para o reagente estudado, a melhor concentração de coletor foi de 10^{-1} g/l, com uma recuperação média de 88%, porém tal concentração é proibitiva para a operação em escala real, tendo em vista a quantidade de reagentes utilizados. Dessa forma, preferiu-se utilizar a concentração de 10^{-4} g/l, a qual recuperou 83% do caulim.

3.4. Otimização do Tempo de Condicionamento

A otimização do tempo de condicionamento foi realizada nas condições de pH e concentração otimizadas e os resultados dos ensaios estão apresentados na figura abaixo.

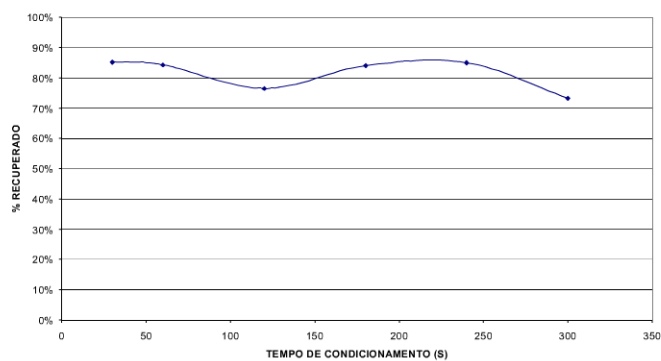


Figura 8. Otimização do tempo de condicionamento

Observa-se na figura 8 que a flotabilidade do caulim não sobre pequenas alterações quando é variado o tempo de condicionamento, sendo assim foi definido que o tempo determinado que será usado 1 minuto de condicionamento.

5. CONCLUSÕES

Os ensaios de otimização das variáveis de processo da flotação do caulim utilizando a amina Duomeen T estão apresentados a seguir:

- pH = 4;
- Concentração do coletor = 10^{-4} g/l;
- Tempo de condicionamento = 1 minuto.

Nestas condições foi possível obter uma flotabilidade de 84% em ensaios usando tubo de Hallimond. Ensaios de bancada com célula tipo Denver serão realizados com um minério de caulim que estão em andamento.

6. REFERÊNCIAS

LUZ, A. B., CAMPOS, A. R., CARVALHO, E. A., BERTOLINO, L. C. **Minerais e Rochas Industriais: Usos e Especificações**. CETEM/MCT, Rio de Janeiro. 2005.

SILVA, S. P. **Balanço Mineral Brasileiro 2001**. DNPM. 2001.
<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/caulim.pdf>
 Acessado em 10.08.2006

CHAVES, A. P., FILHO, L. S. L. **Tratamento de Minérios**. CETEM/MCT, Rio de Janeiro. 2004.

MATHUR, S. **Kaolin flotation**. Journal of Colloid and Interface Science 256. p. 153-158. 2002.

HU, Y., LIU, X. **Chemical composition and surface property of kaolins**. Minerals Engineering 16. p. 1279-1284. 2003.