

## BIBLIOGRAFIA

1. SOBRINHO, J.; OLIVEIRA, R.; FILHO, L.; Purificação de caulins por separação magnética. In: *Anais de II Encontro do Hemisfério Sul sobre Tecnologia mineral e do XII Encontro Nacional de tratamento de minérios e hidrometalurgia*. Rio de Janeiro, 1987, p 180-196.
2. ERROL, G. K.; SPOTTISWOOD, D. J.; In: *Introduction to Mineral Processing*. New York: John Wiley e Sons, 1982, p 274-282.
3. SAMPAIO, J. A.; Separação magnética e eletrostática. In: LUZ, A. B.; COSTA, L.; POSSA, M.(ed). *Tratamento de Minérios*. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995, p.600p, p332-361.
4. BRONKALA, J. WILLIAM. Magnetic separation. In: MULLAR, A. L.; BHAPPU, R. B.(ed). *Mineral Processing Plant Design*. Society of Mining Engineers, 1980. 946p. p. 467- 478.
5. PRASAD, M. S.; REID, K. J.; MURRAY, H. H.; Kaolin processing, properties and applications. In: *Applied Clay Science*, 6, 1991, p.87-119.
6. MURRAY, H. H. World Kaolins - diverse quality needs permit different resource types. In: *Industrial International Congress*, 8, Boston, p. 127-130.

# PAINEL 3

## *Alvejamento de Caulim do Rio Capim*

**Renata Claudia Bandeira Pereira**

Bolsista de Inic. Científica, Eng<sup>ª</sup> Química, UERJ

**Lauro Santos Norbert Costa**

Orientador, Eng<sup>º</sup> Metalúrgico, M.Sc.

### 1. INTRODUÇÃO

O caulim é uma rocha de granulometria fina, geralmente de cor branca, cujas características físico-químicas principais são : a boa inércia química; a maciez e não-abrasividade; a baixa condutividade térmica e elétrica e o bom poder de carga e cobertura. Tais características os tornam bastante singulares e, portanto, utilizáveis em uma gama enorme de processos industriais como na produção de papel, tintas, catalisadores, fármacos, cerâmicas, borrachas, plásticos, fibra de vidro etc. (1, 2, 3)

Para o caulim do Rio Capim, as impurezas mais prejudiciais à sua alvura estão associadas à presença de minerais de magnetita, rutilo, anatásio, ilmenita e mica. A presença desses minerais pode ser determinante sobre o destino final ao qual o caulim se presta; irão determinar não só a rota de beneficiamento a ser aplicada, mas também qual será o destino desse caulim. Assim, quando se destinam às indústrias de papel, por exemplo, os caulins utilizados como cobertura devem apresentar valores elevados de alvura - de 86 a 90% ISO; já para o uso como carga, a alvura fica entre 80 e 85% ISO.(4)



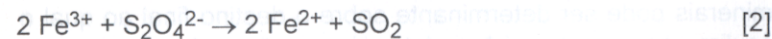
Para atender às especificações de mercado é necessário um beneficiamento prévio para retirada das impurezas associadas ao caulim. Esse beneficiamento pode ser feito via seca ou úmida. Pelo fato do beneficiamento úmido possibilitar a obtenção de produtos com menor teor de impurezas e pelas características de gênese secundária do caulim do Rio Capim, optou-se por essa rota. (4, 5)

O beneficiamento a úmido possibilita a obtenção de um produto final com características mais uniformes. As etapas de processamento são a dispersão, o desaeramento, a separação magnética a úmido e o alveijamento químico. (5, 6, 7)

Nessa última etapa realizou-se a lixiviação redutora com pó de ferro, ácido clorídrico e dióxido de enxofre para redução do ferro no estado divalente que, sendo solúvel, torna-se facilmente removido na etapa de filtração da polpa. A adição do ácido clorídrico ao ferro, em meio aquoso, tem dupla função: tanto de quebrar a camada oxidada do metal como de funcionar como um regulador de pH, reduzindo o mesmo para uma faixa de 3,0 a 3,5, que beneficia ainda mais a reação de lixiviação por provocar o aumento do potencial redox. Esse método é mais conveniente porque o redutor, ditionito, formado pela reação entre o ferro e o dióxido de enxofre ocorre no próprio local de alveijamento (na polpa), vindo daí sua eficácia. Assim, temos:



Formado o redutor, temos a seguinte reação entre o mesmo e o ferro estrutural presente no caulim como impureza:



Há de se lembrar que a redução do  $\text{Fe}^{3+}$  aumenta em função da diminuição do pH, porém a valores muito baixos de pH há uma tendência à reversão da reação formadora de ditionito. Assim, é essencial a escolha de uma faixa ideal de pH a fim de trabalhar para o desenvolvimento das reações de alveijamento sem provocar as reações secundárias que podem levar à perda do ditionito.

## 2. OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de uma rota alternativa de alveijamento químico para o caulim do Rio Capim, através da redução do ferro trivalente, presente no caulim pelo ditionito obtido da reação entre o  $\text{SO}_2$  e o ferro metálico que, neste trabalho, substitui o zinco metálico ainda utilizado por algumas indústrias, para tal fim, apesar de nocivo em termos ambientais.

## 3. METODOLOGIA

Iniciou-se o tratamento com a dispersão de 2,0 kg de caulim em água corrente formando a polpa com 40% de sólidos. Para facilitar a dispersão, adicionam-se hexametáfosfato de sódio a uma razão de 2,0 kg/t de caulim e carbonato de sódio como regulador de pH. A polpa foi mantida em agitação por 1,0 hora, a 800 rpm, em célula tipo Denver, sem aeração.

Seguiu-se o desaeramento da polpa através do peneiramento na abertura  $-43 \mu\text{m}$ . A fração retida ( $+43 \mu\text{m}$ ) na peneira foi descartada, posto que se constitui basicamente de impurezas. A fração passante ( $-43 \mu\text{m}$ ) foi encaminhada para a etapa seguinte de beneficiamento.

Foram utilizadas duas rotas de tratamento de alveijamento para os ensaios: sem separação magnética e com separação magnética antes do alveijamento. A etapa de separação magnética a úmido foi feita no separador magnético BOXMAG-RAPID com matriz de lâ de aço, a 14.000 Gauss de intensidade de campo. O material magnético foi descartado e realizou-se a leitura de alvura da fração  $-43 \mu\text{m}$  não-magnética antes e depois do alveijamento químico, comparando-as.

Os ensaios de alveijamento químico compreenderam o uso de 500 mL da polpa mineral num bécher de 1000 mL. Fez-se a aferição do valor da densidade para porcentagem de sólidos requerida para cada ensaio, a massa de caulim e dos outros reagentes.



Quanto ao SO<sub>2</sub>, fixou-se a leitura do manômetro em 120 NI/h e pressão de saída do gás do cilindro em 20 psi. Os cálculos que levam às vazões podem ser encontrados em LUZ. (8)

O planejamento dos ensaios obedeceu a um critério fatorial clássico com 4 variáveis ensaiadas a 2 níveis, totalizando 16 ensaios que foram repetidos para fins de avaliação das séries sem e com separação magnética. O Quadro I mostra as variáveis utilizadas no processo de alvejamento e seus respectivos níveis.

**Quadro I - Variáveis e seus respectivos níveis.**

VARIÁVEIS	NÍVEIS DAS VARIÁVEIS
a- tempo (min)	15 - 60
b- tempo de aplicação da vazão de SO <sub>2</sub>	5 - 10
c- massa de pó de ferro (kg/t)	1,0 - 3,0
d- % sólidos	10 - 30

#### 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados foram dispostos de acordo com as duas etapas do trabalho citadas. Após a obtenção dos resultados de uma série de 2x16 ensaios para cada etapa, seguiu-se uma análise estatística dos mesmos por Algoritmo de Yates. Assim, pôde-se ter uma noção mais exata da significância das variáveis individualmente e de suas interações sobre a alvura do produto final alvejado com um grau de confiabilidade estipulado.

Os melhores resultados de ambas as etapas estão discriminados a seguir:

#### 4.1- Primeira etapa - experimentos sem separação magnética

Nessa etapa foram realizados os primeiros ensaios de alvejamento sem separação magnética. O melhor resultado de alvura está relacionado na Tabela 1:

**Tabela 1 - Resultado obtido de acordo com o plano inicial.**

Ensaio	a	b	c	d	ALVURA	ALVURA
d	15	10	1,0	10	86,5	86,7

A análise obtida através do Algoritmo de Yates mostrou que as variáveis que influenciaram o sistema foram a concentração de pó de ferro, porcentagem de sólidos na polpa e a interação entre as duas variáveis. Partiu-se, então, para um estudo mais específico dessas variáveis e o melhor resultado encontra-se na Tabela 2.

**Tabela 2 - Resultado obtido da variação da massa de pó de ferro.**

Ensaio	a	b	c	d	ALVURA	ALVURA
A 5	15	5	2,5	10	85,1	85,2

O valor da massa de pó de ferro que trouxe o melhor resultado para esta série de ensaios foi usado na série seguinte, cujo melhor resultado encontra-se na Tabela 3.

**Tabela 3 - Variação da porcentagem de sólidos (B 1) e da interação da massa de pó de ferro e da porcentagem de sólidos (C 9).**

Ensaio	a	b	c	d	ALVURA	ALVURA
B 1	15	5	2,5	10	85,0	85,2
C 9	15	5	2,5	5	86,3	86,4



Comparando-se os valores de alvura entre a fração -43  $\mu\text{m}$ , o material -43  $\mu\text{m}$  não-magnético e o material em que se realizou separação magnética após o alveamento para alguns dos ensaios nas tabelas precedentes (apenas a nível exploratório), têm-se os seguintes resultados, conforme apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4 - Variação da percentagem de sólidos (d) e da interação da massa de pó de ferro e da percentagem de sólidos (C 9).**

Ensaio	a	b	c	d	ALVURA
- 44 $\mu\text{m}$	-	-	-	-	83,5
- 44 $\mu\text{m}$ ñ-magn	-	-	-	-	85,5
d	15	10	1,0	10	88,5
C 9	15	5	2,5	5	88,5

Com os resultados obtidos, vê-se a conveniência de se fazer a separação magnética com esse material.

#### 4.2- Segunda etapa - experimentos com separação magnética

Nessa etapa foram repetidos os ensaios da série anterior apenas fazendo a separação magnética a 14.000 Gauss antes do alveamento. O melhor resultado obtido de acordo com o plano inicial, com separação magnética antes do alveamento, encontra-se na Tabela 5.

**Tabela 5 - Resultado obtido de acordo com o plano inicial.**

Ensaio	a	b	c	d	ALVURA	ALVURA
ACD	60	10	1,0	30	89,0	89,4

A partir da análise através do Algoritmo de Yates para toda a série, a variável mais significativa para o sistema foi a massa de pó de ferro.

## 5. CONCLUSÃO

Pela primeira etapa do trabalho, pode-se destacar que, com a operação de alveamento químico, o caulim já apresenta um valor de alvura relativamente bom - maior que 85% ISO - podendo ser utilizado como carga ou cobertura.

Já em relação a segunda etapa, em que se fez a separação magnética da fração -43  $\mu\text{m}$  antes do alveamento, foi possível obter resultados mais satisfatórios relacionados a alvura, com 89,4% ISO.

A análise dos resultados obtidos em ambas as etapas permitiu concluir a importância da operação de separação magnética para o beneficiamento do caulim do Rio Capim quando se utilizar o pó de ferro no alveamento. Através dos valores de alvura encontrados observa-se que, obedecendo-se às condições adotadas neste trabalho, esse caulim pode ser usado como carga e cobertura. O tipo de alveamento realizado com ferro e o  $\text{SO}_2$  mostrou ser uma alternativa válida à prática industrial ambientalmente nociva da utilização do sistema zinco e  $\text{SO}_2$  com a mesma finalidade.



## BIBLIOGRAFIA

1. DETAN, C. M.; YOUNG, R.H.; BACON, F.C. Selection of fine particle technology for kaolin and other closely related industrial minerals. *In: Proceedings of Industrial Minerals Symposium*; 1981, p. 144-157.
2. MURRAY, H.H. Clays. *In: Uhlmann's Encyclopaedia of Industrial Chemistry*. Weinheim, VHL Verlagsgesellschaft, 1986, v. A7, p. 109-135.
3. MURRAY, H.H. World kaolins - diverse quality needs permit different resource types. *In: Industrial Minerals International Congress*; Boston, 1988, v. 8, p. 127-130.
4. STOCH, L. et al. Physico-chemical methods of purification of kaolins and their mineral composition and origin. *In: XIII International Mineral Processing Congress. Beneficiation of Clay Raw Material, Round Table Seminar*; Warszawa: Polish Scientific Publishers, 1979, p. 215-237.
5. PRASAD, M.S.; REID, K.J.; MURRAY, H.H. Kaolin: processing, properties and applications. *Applied Clay Science*, 1991, v. 6, p. 87-119.
6. HOSKING, J.A. The Australian China clays wet processing plant at Tallawang. *In: Journal of the Australian Ceramic Society*; New South Wales, 1986, v.22, n. 2, p. 71-76.
7. SOBRINHO, J.F.G.; OLIVEIRA, R.N.; FILHO, L.S. Purificação de caulim de Registro (SP) por separação magnética. *Mineração e Metalurgia*. 1987, n. 485, p. 13-17.
8. LUZ, A.B. da. Beneficiamento dos Caulins do Rio Capim e do Jari. Escola Politécnica/USP, S.P. 1995, p. 140-141.

# PAINEL 4

## *Estudo do Efeito do Ácido Húmico na Solubilidade e Complexação do Mercúrio*

**Flávia Elias Trigueiro**

Bolsista de Inic. Científica, Eng. Química, UERJ

**Ricardo Melamed**

Orientador, Químico de Solos, Ph.D

## DESTAQUE

### 1. INTRODUÇÃO

A atividade garimpeira, através do uso extensivo de mercúrio metálico ( $Hg^0$ ) no processo de extração de ouro, tem contribuído de forma significativa para a dispersão de Hg nos ambientes atmosférico, aquático e terrestre.

Nos garimpos de ouro aluvionar, o  $Hg^0$  é introduzido nas calhas de amalgamação, montadas nas balsas de dragagem ou nas margens dos rios. O destino do  $Hg^0$  é o sedimento de fundo dos rios. Uma vez inserido no ambiente aquático, o  $Hg^0$  apresenta baixa mobilidade. A solubilidade do  $Hg^0$  em água também é baixa (1), porém a presença de ácidos orgânicos dissolvidos nas águas dos rios tropicais pode alterar a solubilidade do  $Hg^0$  causando a formação de complexos estáveis, que possuem uma interação relativamente mais baixa com a superfície mineral (2).

Na etapa final do processo de recuperação do ouro, a queima do amálgama Au-Hg em circuito aberto, sem a utilização de