

# O uso de tensoativos na indústria de fertilizantes

Laurindo de S. Leal Filho (\*) Patrícia H. L. dos Santos Matai (\*\*) Gil Anderi da Silva (\*\*\*)

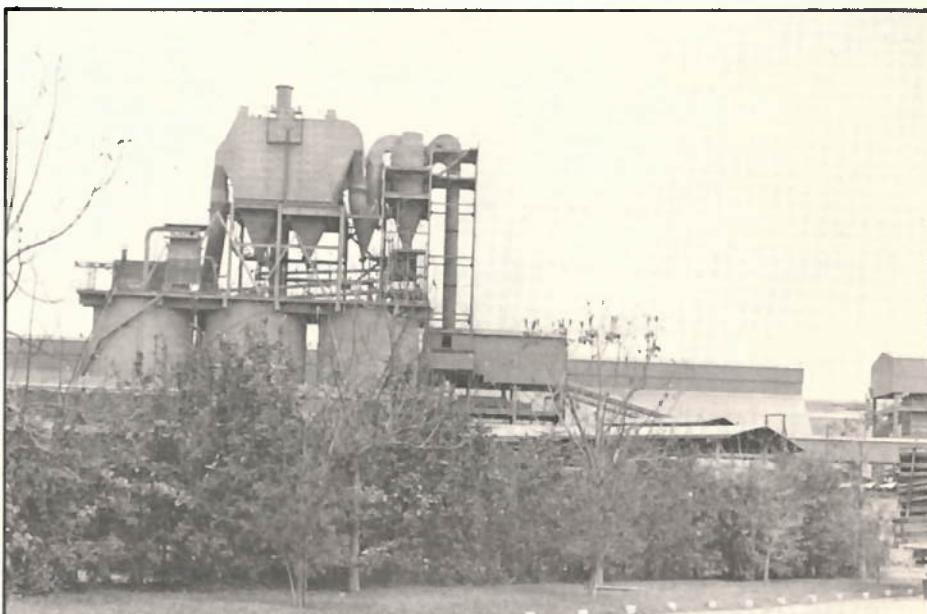
Segundo previsões da ONU, daqui a 50 anos a população mundial deverá se aproximar dos 14 bilhões de habitantes e, daqui a cem anos, 30 bilhões. Todo e qualquer exercício de futurologia passa obrigatoriamente pela vital importância do suprimento de alimentos a uma população de tamanha monta, assim como pela estratégica e insubstituível posição que os elementos fósforo, nitrogênio e potássio exercem na natureza como nutrientes básicos (1).

Apesar da grande rapidez das inovações tecnológicas como resposta da sociedade aos desafios e mudanças inerentes ao contexto histórico em que vivemos, o caminho mais sensato para se encarar com otimismo as décadas vindouras é através de uma política séria e coerente de conservação e utilização racional de recursos não-renováveis. Esta, por sua vez, somente tem sido exequível através de uma constante preocupação no aumento da eficiência de cada estágio de extração, beneficiamento e transformação das matérias-primas minerais (1). Em diferentes ramos da indústria de fertilizantes, esta evolução na eficiência tem sido acompanhada, em muitos dos seus avanços, pela utilização de agentes tensoativos. É o que se observa na evolução histórica do beneficiamento de minérios fosfatados.

A tabela I apresenta os principais agentes tensoativos hoje utilizados na indústria de fertilizantes no Brasil, onde se destacam os reagentes para a flotação aniónica direta da apatita.

## Evolução dos processos de beneficiamento

Minérios fosfatados são raramente utilizados como insumos para a indústria de fertilizantes quando não submetidos a um prévio beneficiamento. A flotação constitui, hoje, uma das mais importantes e efetivas operaões unitárias de concentração, responsabilizando-se pelo processamento de mais de 20% da produção mundial de rocha fosfática que, em meados da última década, foi da ordem de 150 milhões de toneladas. Na Flórida, de onde sai 1/3 da produção mundial de concentrados, esta vem sendo utilizada desde 1937, refletindo uma evolução paulatina de procedimentos tecnológicamente mais elaborados e capazes de gerar resultados meta-



lúrgicos compatíveis com o custo das inovações geradas (2).

No final do último século, com o advento da exploração em larga escala dos grandes e ricos depósitos de fosforitos do Norte da África e da Flórida, ocorreu uma gradual substituição de pequenas e rudimentares minerações de âmbito regional por minerações de maior porte, capazes de introduzir matéria-prima de qualidade superior e a custo acessível em escala internacional (3). Os primeiros fluxogramas de beneficiamento eram constituídos de lavagem (para eliminação das argilas), moagem e separação gravítica e/ou magnética para purificação dos concentrados. A inaplicabilidade destes últimos métodos de concentração para separação entre minerais de fósforo e a ganga sílico-aluminosa, levou as empresas à busca de novos métodos mais eficientes de concentração, gerando a implantação de um processo de flotação a nível industrial para suprir tal deficiência: Processo Crago (4). Este processo é constituído de uma flotação aniónica direta dos fosfatos com sabões alcalinos de ácidos graxos de cadeia longa, cujos concentrados contêm quartzo como impureza. Uma flotação catiônica reversa desse último mineral com a utilização de aminas graxas de cadeia longa, promove uma purificação adequada para o concentrado final produzido, acompanhada de uma recuperação adequada.

O processo Crago não se mostrou efetivo para a concentração de rocha fosfática que continha carbonatos como minerais de ganga. A similaridade na resposta à flotação apresentada pelos minerais apatita, calcita e dolomita vem sendo bastante discutida e estudada nas últi-

mas décadas, sendo que muitos aspectos ainda não foram completamente esclarecidos (2), (5), (6). Uma maior seletividade na separação entre estes minerais tem sido obtida somente através da utilização de agentes modificadores. Alguns empreendimentos industriais se tornaram viáveis, como o Processo Serrana e correlatos no Brasil e o Processo Foskor, na África do Sul (7). O Processo Kemira, Finlândia, aboliu a necessidade de agente depressor através da utilização de um coletor mais seletivo (2) (7).

Já nos anos 70, observou-se o aparecimento de novos tipos de coletores para apatita, como os aniónicos sulfossuccinatos e sulfossuccinamatos, assim como os anfóteros sarcosinatos. Esta nova geração de reagentes veio substituir os tradicionais sabões de ácidos graxos, reagentes bastante sensíveis tanto à composição iônica da polpa quanto à presença de finos.

No Brasil, a Serrana S/A de Mineração já adotou o uso desta nova geração de coletores em seu circuito industrial, aumentando a recuperação de P2O5 contido nas frações mais finas. A Arafétil S/A tem optado pela utilização de misturas entre ácidos graxos e estes novos reagentes para melhorar o desempenho de minérios que apresentam baixo desempenho sob as condições normais de processamento (8).

Além de coletores já citados, destacam-se também os tensoativos que atuam como auxiliares de coleta. Estes reagentes são compostos à base de álcoois e/ou éteres poliglicólicos etoxilados. Sua atuação consiste em uma co-adsorção com o coletor na interface mineral/solução, proporcionando maior estabilidade ao filme hidrofóbico adsorvido e, também, uma adsorção na in-

(\*) Engenheiro de Minas, Consultor Técnico da Ultraquímica São Paulo Ltda. - Segmento Mineração.

(\*\*) Bacharel em Química, Professora do Depto. de Engenharia Química da EPUSP.

(\*\*\*) Doutor em Engenharia, do Depto. de Engenharia Química da EPUSP.

**Tabela I — Principais tensoativos utilizados na indústria de fertilizantes — Brasil — 1990**

Família de reagentes	Aplicações na Indústria
Ácidos graxos e seus Sabões alcalinos	Coletores de apatita
Cetil estearyl sulfato de Sódio	Coletor de barita na concentração de apatita
Sulfossuccinamatos Sulfossuccinatos	Coletores de apatita
Soucosinatos	Coletores de apatita
Álcoois graxos e éteres Poliglicólicos etoxilados	Dependendo do grau de etoxilação, podem ser utilizados como moduladores, de espuma, co-coletores para apatita, agentes antiempedrantes e aceleradores de reação na produção de super-fosfato
Dobecil benzeno sulfonato	Modulador de hábito cristalino do gesso na produção de ácido fosfórico
Aminas graxas etoxiladas	Agentes antiempedrantes

terface líquido/ar, gerando condições mais adequadas de espumamento (9).

#### Outras aplicações

Agentes tensoativos apresentam outras aplicações na indústria de fertilizantes além de coletores e/ou auxiliares de coleta nos processos de concentração da rocha fosfática por flotação.

Álcoois graxos, éteres poliglicólicos e aminas graxas etoxilados podem ser utilizadas como agentes antiempedrantes e aceleradores de reação na produção de superfosfatos. Este reagentes são capazes de facilitar o contato entre o concentrado de rocha fosfática e os ácidos sulfúrico (na produção de SSP) ou fosfórico (na produção de TSP), através de uma maior molhabilidade da superfície das partículas sólidas pelo ácido. Os ácidos, desta maneira, penetram mais facilmente pelos produtos formados pela reação (sulfato de cálcio e fosfato monocálcico), envolvendo progressivamente a rocha ainda não atacada. A solidificação do superfosfato produzido é devida à cristalização do fosfato monocálcico formado. Este processo de cura é suscetível a considerável empedramento, principalmente quando é utilizada rocha fosfática de baixa reatividade. Neste caso, mediante a uma aceleração da reação via ação de agentes tensoativos, o fenômeno de empedramento assume caráter menos pronunciado no processo de cura, gerando os respectivos benefícios decorrentes de seu uso (8) (10).

O ácido oléico tem sido utilizado como antiespumante no reator de ácido fosfórico, enquanto o dodecil benzeno sulfonato (DBS) tem sido reportado em literatura como sendo capaz de alterar o hábito e distribuição granulométrica cristalino do gesso precipitado na reação de produção do mesmo ácido. Embora a literatura corrente (11) (12) não seja capaz de elucidar os mecanismos de atuação deste reagente na cristalização do gesso, poder-se-ia imaginar uma ação sinergística favorável de alguns fatores, como: diminuição da viscosidade da polpa, atraso no processo de nucleação dos germes cristalinos de gesso, aumento no coeficiente de transporte, aumento na taxa de crescimento dos cris-

tais, etc. O controle do tamanho e hábito dos cristais de gesso formados é capaz de proporcionar maior eficiência na filtração do ácido fosfórico produzido.

A importância do uso de agentes tensoativos na indústria de fertilizantes é atestada pela versatilidade da aplicação destes produtos desde a fase da concentração da rocha fosfática até a fase de produção dos fertilizantes. Tais aplicações historicamente vêm viabilizando o aproveitamento de muitos depósitos minerais, assim como aumentando a eficiência de processos industriais existentes.

#### BIBLIOGRAFIA

- 01 - MACHADO - I.F. *Recursos Minerais Políticas e Sociedade*. Editora Edgar Blücher, Pró-Minério, São Paulo, 1989.
- 02 - LEAL FILHO, L.S. *Contribuição ao Estudo de Depressores para a Flotação Amiônica Direta do Fosfato de Jacupiranga*. Tese de Mestrado, EEUFGM, Belo Horizonte, 1988.
- 03 - SAUCHELLI, V. *Phosphates in Agriculture*, Reinhold Publishers Co., 1965.
- 04 - CRAGO, A. e MARTIN, H.S. Patente n.º 1912433/1933
- 05 - HANNA, W.S. e SOMASUNDARAM, P. *Flotation of Salt-type Minerals*. In: FUERSTENAU, M.C. *FLOTATION*. A.M. Gaudium Memorial, vol. 1, SMEIAIME, New York, 1962, pp. 197-272.
- 06 - FUERSTENAU, M.C. *Semi-Soluble Salt Flotation*. In: *Principles of Flotation*, Edited by King R.P., S.S.I.M.M., Johannesburg, 1982, pp. 73-89.
- 07 - PHOSPHATES - A REVIEW OF PROCESSING TECHNIQUES. *World Mining Equipment*, vol. 10, n.º 4, abril de 1986, pp. 40-44.
- 08 - SILVA, R.M. *Comunicação Verbal*
- 09 - LEJA, J. *Flotation Surfactants*. In: *Surface Chemistry of Froth Flotation*, Plenum Press, N. York, 1982, pp. 319-328.
- 10 - ULTRAQUÍMICA SÃO PAULO LTDA. - Catálogos Técnicos.
- 11 - BECKER, P. *Phosphate and Phosphoric Acid*. In: *Fertilizer Science and Technology Series*, vol. 3, Marcel Dekker, Inc. N. York, 1988.
- 12 - SLACK, A.V. *Phosphoric Acid*. vol. 1 e 2, Marcel Dekker Inc. N. York, 1988.

# SONDAGEM PADRÃO GEOSOL



- Sondagem rotativa testemunhada.
  - Sondagem rotary e roto-pneumática.
  - Sondagem de testemunhagem contínua-circulação reversa.
  - Perfilagem geofísica dos furos de sonda.
  - Determinação da atitude dos furos com DDI-Fotobor ou Tropari.
- Trinta e cinco anos de trabalhos voltados para a pesquisa do subsolo nacional. Técnica e eficiência, garantidas pelo padrão Geosol de sondagem.



**GEOSOL**

Rua Aimorés, 200  
Fone: (031) 221-5566 - Telex: (31) 1786  
CEP: 30140 - Belo Horizonte - MG

# BRASIL mineral

MINERAÇÃO — METALURGIA — SIDERURGIA — PETRÓLEO

Ano IX — Nº 85 — Janeiro/Fevereiro de 1991 — C. \$ 500,00 — ISSN 0102-4728



**MINAS GERAIS**

**Mineração  
quer  
prioridade**