

TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM FLOTAÇÃO⁶

Marisa Montê*; José Farias de Oliveira**

1. O ESTADO DA ARTE

O desenvolvimento da indústria mundial nos últimos cem anos não teria sido possível sem a descoberta do processo de flotação. Observou-se um desenvolvimento contínuo da tecnologia envolvida, decorrente de investimentos em pesquisa, principalmente durante as décadas de sessenta e setenta. Como consequência, nos últimos trinta anos as aplicações do processo de flotação se multiplicaram. Os processos físicos tradicionais, gravimétricos, magnéticos e eletrostáticos, em grande parte baseados nas propriedades naturais dos minerais, não teriam permitido a escala de produção necessária dos metais básicos cobre, chumbo, zinco e níquel a partir dos sulfetos minerais. Não teria sido possível a produção atual dos metais nobres, nem a produção do fosfato necessário ao desenvolvimento da agricultura. Até mesmo grande parte da produção mundial de minério de ferro necessário à produção de aço nos níveis de consumo atual só se tornou possível nas últimas décadas com a utilização em larga escala do processo de flotação. As primeiras operações de processamento mineral utilizando o processo de flotação datam do início do século passado. No Brasil, a flotação desempenhou um papel fundamental para o crescimento da indústria mineral, principalmente para as indústrias de fosfato e de minério de ferro.

O processo de separação por flotação baseia-se no controle de hidrofobicidade diferencial dos minerais dispersos numa polpa, através da utilização de reagentes químicos específicos. O grande avanço na utilização da flotação pela indústria mineral ocorreu a partir da introdução de xantatos na flotação seletiva dos sulfetos. Cerca de 95% da produção mundial de cobre, níquel, chumbo e zinco são obtidos hoje através deste processo. A flotação dos óxidos e silicatos teve uma evolução bem mais lenta e os problemas envolvidos, como a recuperação dos finos, ainda hoje se encontram em estudo. Isto não impediu sua larga utilização na industrialização de rocha fosfática e de minério de ferro, além da recuperação parcial de praticamente todos os minerais de interesse econômico. Como consequência, cerca de 2×10^9 toneladas de minério são processadas anualmente através da flotação.

Para atender à crescente demanda por minerais no mundo, a ampliação da escala de produção deverá ser acompanhada do desenvolvimento dos processos de tecnologia mineral. Neste contexto, o processo de flotação precisará ser aprimorado, a fim de atender ao tratamento de novos minérios de composição provavelmente mais complexa.

Como observação final, é importante assinalar que, no Brasil, o processo de flotação vem sendo utilizado em cerca de 40 usinas espalhadas por todo o País. Ainda na década de 70, tínhamos em funcionamento no Brasil pelo menos três usinas de flotação de sulfetos. Na usina de Boquira, Bahia, fazia-se a flotação seletiva de galena e blenda.

⁶ Baseado no texto final do Prof. José Farias de Oliveira e nas contribuições de diversos profissionais e especialistas nas discussões realizadas durante o Seminário do CETEM em 28 de abril de 2006.

* Doutora pela COPPE/UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tecnologista do CETEM.

** Professor da COPPE/UFRJ.

Na usina da Plumbum, em Panelas, Paraná, fazia-se a flotação seletiva de galena e cerussita ($PbCO_3$), enquanto no Rio Grande do Sul, em Camaquã, a flotação seletiva era aplicada a minerais de cobre. A desativação dessas unidades acarretou, naturalmente, um atraso nas oportunidades de conhecimento prático e na transmissão da prática da flotação de minerais sulfetados para novas gerações. A retomada da flotação de sulfetos de cobre em Carajás, com a implantação das unidades previstas, necessitará de um esforço nacional de capacitação de mão-de-obra que, sem dúvida, representa um gargalo que precisa ser levado em consideração.

2. AGENDA DE PRIORIDADES

2.1 Desenvolvimento de rotas de processamento para minérios complexos por flotação

- Objetivo: aprimorar pelo processo de flotação a seletividade para minérios complexos (baixo teor, liberação em granulação muito fina, contaminantes, entre outros).
- Investimento: R\$ 400 mil/ano
- Justificativa: as interações entre os parâmetros significativos do processo de flotação, tais como mineralogia e liberação, tamanho de partículas, adsorção e dessorção de reagentes, hidrodinâmicos e de transporte em espumas para circuitos complexos de flotação, poderão viabilizar economicamente depósitos formados por minérios complexos.

2.2 Avanços científicos no embasamento do processo de flotação

- Objetivo: fundamentar-se nos mecanismos envolvidos na adesão de minerais às bolhas de ar, por meio da técnica de microscopia de força atômica, para o desenvolvimento de inovações na área de flotação de minerais.
- Investimento: R\$ 200 mil/ano
- Justificativa: as pesquisas envolvendo microscopia de força atômica (AFM) irão revolucionar as concepções dominantes e acarretar desdobramentos importantes para o processo.

2.3 Estudos dos parâmetros hidrodinâmicos

- Objetivo: incrementar o entendimento dos parâmetros hidrodinâmicos das células de flotação, por intermédio de técnicas modernas de fluidodinâmica computacional.
- Investimento: R\$ 300 mil /ano
- Justificativa: as técnicas modernas de fluidodinâmica computacional são capazes de mapear todo o volume da célula de flotação e certamente trarão informações de grande valia para a otimização do desempenho de células mecânicas e de coluna.

2.4 Usina-piloto do CETEM controlada por análise de computadorizada de imagem da espuma e análise química por FRX e DRX

- Objetivo: controlar o processo de flotação e seus respectivos parâmetros físicos e físico-químicos por um sistema completo de análise química e mineralógica *on-line*, bem como criar um sistema de controle da espuma por análise de imagem, incluindo ainda toda a instrumentação tradicional de controle dos parâmetros hidrodinâmicos e físicos.
- Investimento: R\$ 300 mil/ano
- Justificativa: as atenções voltaram-se para o controle do processo *on-line* como indicativo do funcionamento adequado do processo, levando em consideração a excelência do Brasil neste setor.

2.5 Processamento de partículas ultrafinas

- Objetivo: controlar o tamanho de microbolhas, com ênfase nas propostas de eletroflotação, flotação do tipo *coloidal gas aphyrons*.
- Investimento: R\$ 100 mil/ano.
- Justificativa: dar continuidade aos numerosos estudos teóricos e experimentais anteriores sobre a eficiência da flotação de partículas ultrafinas de interesse econômico ou ambiental que relacionam os fatores hidrodinâmicos com o efeito das cargas elétricas das partículas e bolhas.