

INTRODUÇÃO

Na flotação convencional, partículas minerais finas-F (<74 μm) e ultrafinas-UF (74 μm) apresentam de baixa recuperação uma vez que, embora, as partículas sejam hidrofóbicas e/ou flotáveis, a captura (colisão + adesão) pelas bolhas empregadas na planta (da ordem de 1-2 mm) é ineficiente. A velocidade de ascensão das bolhas é muito elevada, menor do tempo necessário para captura das partículas. Assim, as partículas finas seguem a corrente do fluxo da polpa, na direção do rejeito e não são coletadas pelas bolhas. Este trabalho inclui estudos de caracterização e de técnicas de flotação não convencionais tendo o objetivo de aumentar a recuperação de partículas F-UF do minério de Cobre/Ouro. As técnicas estudadas foram: flotação com condicionamento (prévio) em alta intensidade (CAI), flotação extensora com óleo emulsificado (EXT) e flotação com injeção de microbolhas e nanobolhas (MB/NB), de forma comparativa com um ensaio standard (STD). Ainda, as amostras foram caracterizadas quanto à distribuição de tamanho de partícula por difração de laser, por peneiramento via úmida e a fração < 74 μm foi classificada em um classificador. São discutidos os mecanismos envolvidos, na obtenção dos melhores resultados.

EXPERIMENTAL

I. Estudos de caracterização: As amostras de minério de Cu/Au foram caracterizadas quanto à distribuição granulométrica por difração de laser (marca Cilas, modelo 1064), peneiramento a úmido, e ciclo-classificação da fração inferior a 74 μm (Cyclosizer – marca Engendrar, modelo CL502).

II. Estudos de flotação

Flotação padrão (STD)

Os ensaios de flotação STD foram realizados em célula mecânica convencional com polpas de 32 % p/p de sólidos, pH 8,5, ajustado com leite de cal. O condicionamento, durante 2 min., foi feito com 18 g.t⁻¹ do coletor das partículas portadoras de cobre (xantato de amila), 10 g.t⁻¹ do promotor AERO MX-7020, e com 30 g.t⁻¹ da mistura dos espumantes (Flotanol D25+Flomin F650), sob agitação (1000 rpm). Após esse condicionamento, o ar foi injetado na célula a uma vazão variável, durante 9 min (Figura 1 (a)).

Flotação com condicionamento em alta intensidade (CAI)

Os estudos de flotação com CAI seguiram o procedimento de flotação STD, com uma etapa de condicionamento prévia a flotação realizado em regime de alta turbulência, com as seguintes energias transferidas à polpa: 1, 2 e 4 kWh.m⁻³ (Figura 1 (c)).

Flotação extensora (EXT)

Os estudos de flotação EXT foram realizados com a adição de emulsão óleo diesel/água nas concentrações de (15, 30, 60, 90 e 120 g.t⁻¹) na etapa de condicionamento, imediatamente após a adição do coletor (Figura 1 (b)).

Flotação com adição de microbolhas e nanobolhas (MB/NB)

Os testes com MBs/NBs foram realizados através da injeção direta de água saturada e despressurizada na base da célula com o volume injetado controlado por uma válvula e verificado em uma graduação existente no saturador. A variável estudada foi o volume de água saturada (taxa de MBs/NBs) injetada durante o ensaio (350, 550 e 700 mL) (Figura 1 (d)).

Para os ensaios somente com NBs, água saturada foi injetada na base da célula de flotação, e depois de decorrido o tempo necessário para a separação das MBs da suspensão deu-se seguimento ao ensaio nas condições estabelecidas no STD.

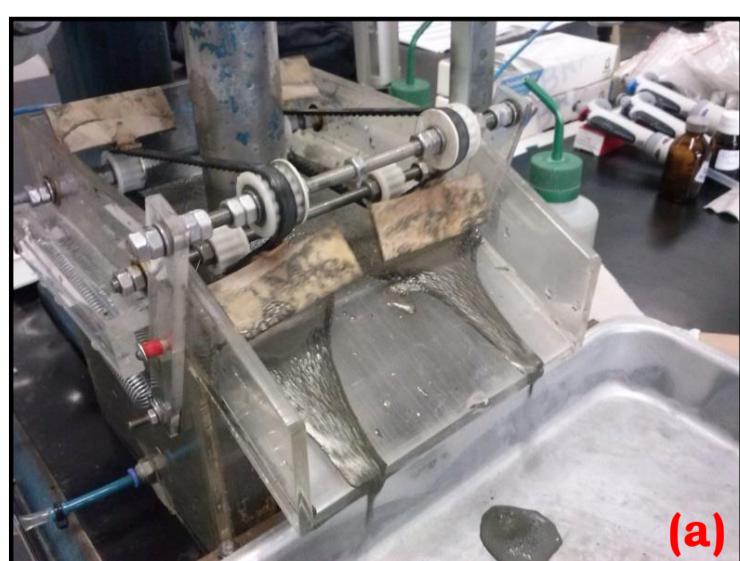


Figura 1. (a) Flotação STD; (b) Aspecto visual do óleo diesel/água antes e após sua emulsificação (EXT); (c) Condicionamento turbulento (CAI); (d) Sistema geração e injeção de MB/NB.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os principais resultados de caracterização da amostra de minério de cobre e ouro mostram que 100 % das partículas são menores que 400 μm (Figura 5). Ainda, mais de 50 % das partículas é menor que 74 μm (Figura 4) e os maiores teores de cobre e ouro foram observados nessa fração (Figura 5).

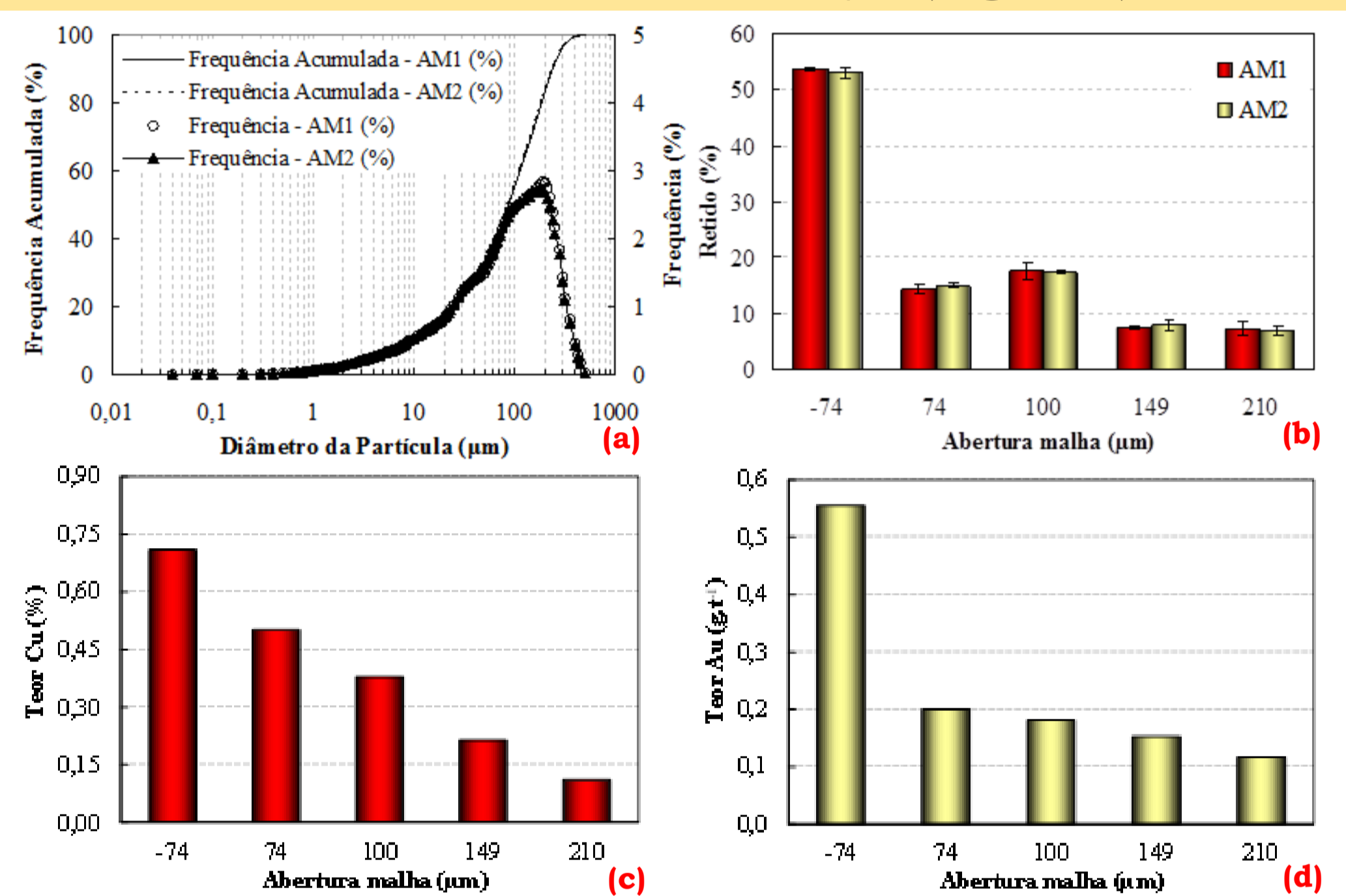


Figura 2. (a) Distribuição granulométrica da amostra de alimentação a flotação (difração a laser) e (b) (peneiramento a úmido); (c) teores de cobre e de (d) ouro contido em função do tamanho de partícula.

Os produtos coletados nos ensaios de flotação foram analisados pelos teores de Cu e Au. Validando anteriores resultados e o embasamento teórico do aumento da probabilidade captura das partículas pelas bolhas na flotação de frações F-UF, as melhores recuperações metalúrgicas (10 %) e os maiores teores de Cu (10-13 %) e de Au (5-7 g.t⁻¹), em comparação ao ensaio STD, foram obtidas no CAI e na injeção de MB/NB (Figura 3).

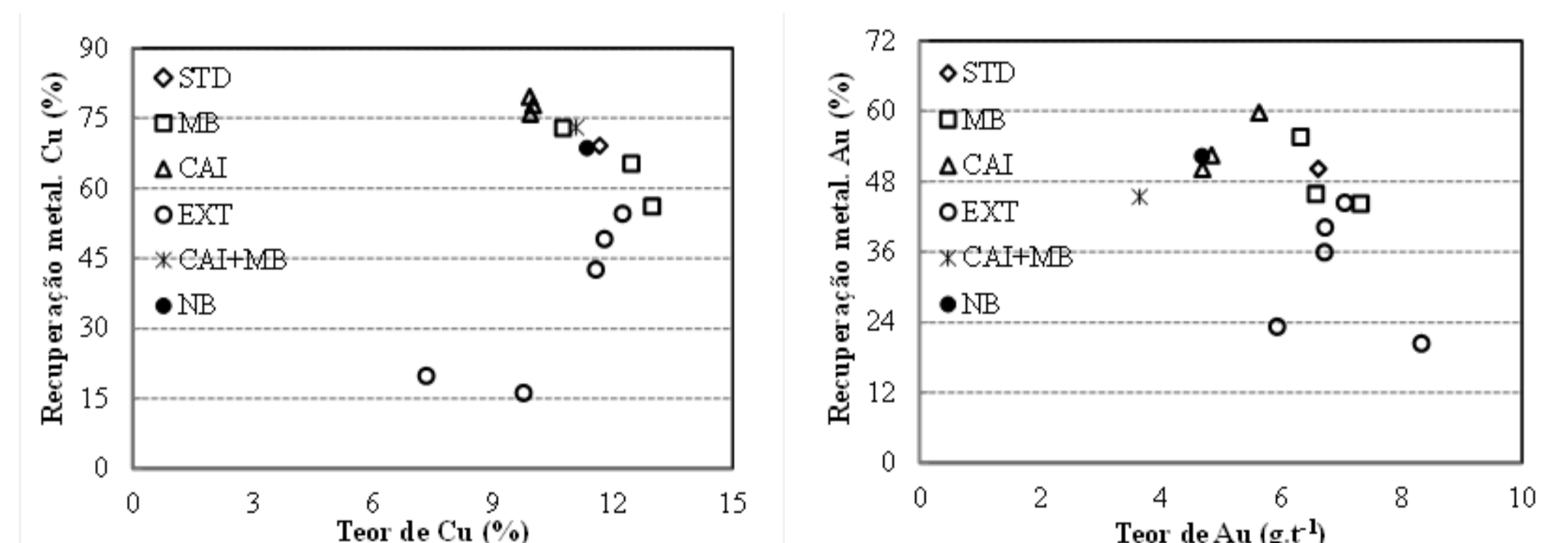


Figura 3. Teor vs Recuperação de (a) cobre e (b) ouro para as diferentes técnicas avaliadas.

CONCLUSÕES

No CAI, as partículas finas agregam-se, via interação por forças hidrofóbicas, e entram no intervalo ótimo de tamanho na flotação; na injeção de MBs/NBs, a distribuição do tamanho de bolhas é ampliada, aumentando a probabilidade de captura (colisão + adesão) das partículas menores (agora agregados). Com estas técnicas foram obtidas as melhores recuperações metalúrgicas e os maiores teores de Cu/Au, diminuindo as perdas de Cu/Au. Esses resultados mostram o potencial dessas técnicas na melhor flotação de frações F-UF.

AGRADECIMENTOS