

Apoio a estudos de concentração mineral por meio da deslamagem

Support for mineral concentration studies through desliming

Yuri Soares da Conceição
Bolsista PCI, Técnico em Química.

Hudson Jean Bianchini Couto
Supervisor, Eng. Químico, D. Sc.

Resumo

Este relatório tem como objetivo apresentar os resultados parciais do processo de deslamagem das amostras classificadas como saprólito do projeto da empresa BRAVO Mining, usando um hidrociclone da marca Weir, coletando as frações de *overflow* e *underflow* simultaneamente afim de avaliar as recuperações em massa e metalúrgica do processo.

Palavras-chave: hidrociclone; deslamagem; saprólito; sulfetos; MGP.

Abstract

This report aims to present the partial results of the desliming process of samples classified as saprolite from the BRAVO Mining company project, using a Weir hydrocyclone, collecting the overflow and underflow fractions simultaneously in order to evaluate the mass and metallurgical recoveries of the process.

Keywords: hydrocyclone; desliming; saprolite; sulfide; MGP.

1. Introdução

Os hidrociclones são equipamentos simples e de fácil construção, sendo basicamente constituídos de uma parte cilíndrica acoplada a uma base cônica. As dimensões geométricas de cada parte são importantes no processo de separação, pois estão relacionadas com a capacidade e o poder de classificação destes equipamentos. A parte cilíndrica possui uma entrada tangencial por onde a suspensão de partículas é alimentada e forma um vortex primário ao longo da superfície interna das paredes cilíndrica a cônica, com direção ao ápice do cone. No estrangulamento do cone, denominado apex, somente uma parte do líquido é descarregada na saída inferior, denominada underflow, arrastando as partículas grossas e pequena parte das partículas finas. A maior parte do líquido transportando partículas finas é forçada a deixar o ciclone através da saída superior, denominada overflow, devido a formação de um vortex secundário interno que gira em torno do eixo em movimento ascendente. No centro do hidrociclone cria-se uma baixa pressão que recolhe todo o ar introduzido sob forma de bolhas ou dissolvido na água de alimentação (SVAROVSKY, 1990).

O projeto intitulado “Ensaio de concentração de sulfetos e de lixiviação de um Minério de Carajás no estado do Pará - Luanga PGM Project”, visa avaliar a concentração de sulfetos associados a metais de interesse da empresa, tais como os metais do grupo da platina - MGP, ou platinum group metals – PGM em inglês, principalmente platina – Pt, paládio – Pd e ródio – Rh. O projeto visa ainda a concentração de ouro – Au, níquel – Ni e cobre – Cu.

Diversos metais podem comumente ser encontrados disseminados ou associados em matriz mineral de sulfetos como pirita, arsenopirita, pirrotita, entre outros.

A empresa dividiu as amostras em de três tipos principais de minério:

1. Rocha fresca,
2. Saprock, parcialmente oxidado da região de menor intemperismo, denominada de alterado e
3. Saprolito, da região mais intemperizada da superfície, com cerca de 2 m de profundidade.

2. Objetivos

Auxiliar no processo de deslamagem das amostras classificadas como saprolito e alterado afim de aumentar a recuperação metalúrgica dos metais do grupo da platina – MGP.

3. Material e Métodos

Os ensaios de deslamagem foram realizados utilizando hidrociclone da Weir de 40 mm de diâmetro da parte cilíndrica e diferentes geometrias de apex, conforme esquema experimental apresentado na Figura 1(a) e aparato ilustrado na Figura 1(b).

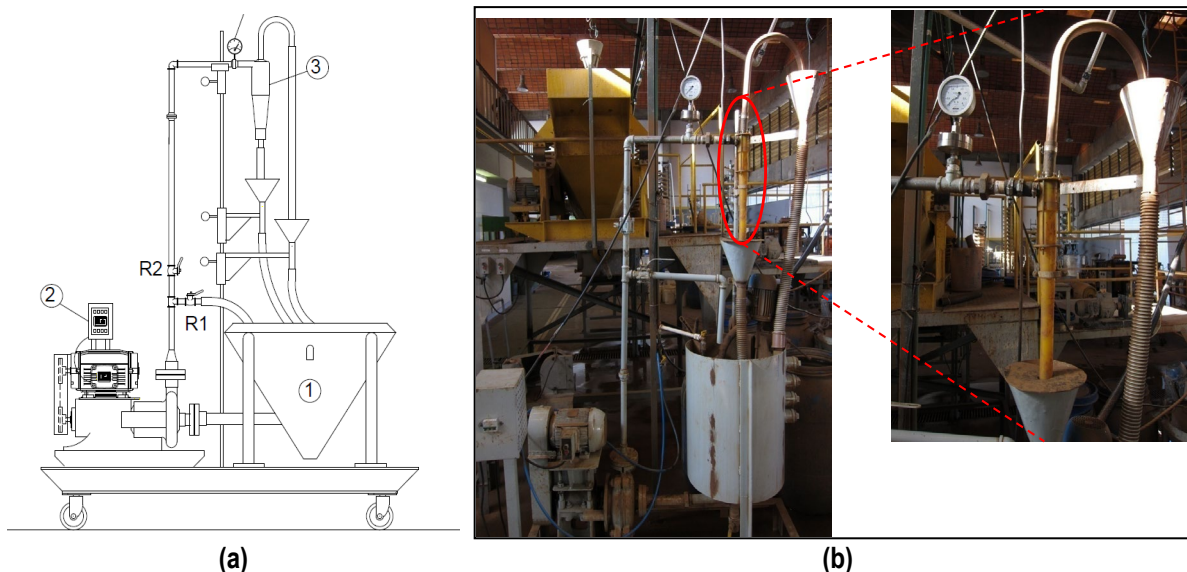


Figura 1. (a). Desenho esquemático do circuito fechado de hidrociclonagem utilizado: 1- Tanque de polpa; 2- Inversor de frequência; 3- Hidrociclone; 4- manômetro; R1- Registro de atalho; R2- Registro de alimentação. Figura 1 (b). Aparato experimental utilizado nos ensaios de deslamagem: (a) vista geral com tanques de polpa e (b) detalhe do hidrociclone Weir utilizado.

Após preparar a polpa de minério e água no tanque, a bomba de polpa alimenta o ciclone, enquanto se testam diferentes configurações no hidrociclone e se checa a qualidade da lama (overflow ou undersize), os dois produtos, undersize e oversize são recombinaados no tanque configurando-se um circuito fechado. Ao final do teste abre-se o circuito, tanto a lama como o produto deslamado (underflow ou oversize) são descarregados em recipientes separados para amostragem e eventual reutilização, nesse caso o underflow é o material deslamado que segue para a segunda etapa de deslamagem ou para a flotação (SAMPAIO et al., 2007).

4. Resultados e Discussão

Os ensaios de deslamagem foram realizados no hidrociclone da Weir, conforme aparato experimental apresentado na Figura 1, para as amostras de saprólito (SAP teor alto – Teste 1) e alterado (ALT teor médio – Teste 2). Na Tabela 1 são apresentadas as condições operacionais como vazões mássicas e volumétricas, de porcentagem de sólidos das correntes, assim como de resultados de partição em massa e dados de eficiência da deslamagem. Os diâmetros do *apex* e do *vortex finder* do hidrociclone foram 4,0 e 10,0 mm, respectivamente.

Tabela 1. Condições operacionais da deslamagem utilizando o hidrociclone Weir para os testes T1 - SAP teor alto e teste T2 - ALT teor médio.

| Teste | P (KPa) | t (s) | Corrente | m _{polpa} (g) | m _{sólido} (g) | m _{água} (g) | V _{polpa} (mL) | Q _p (L/h) | W _p (kg/h) | W _s (kg/h) | % W _s | % sol. | Et (%) |
|-------|---------|-------|-------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|--------|--------|
| 1 | 250 | 5.80 | overflow | 3550 | 127.8 | 3422.2 | 3470 | 2153.5 | 2203.4 | 79.3 | 32.7 | 3.6 | 67,3 |
| | | | underflow | 984 | 263.2 | 721.1 | 819 | 508.1 | 611.0 | 163.4 | 67.3 | 26.7 | |
| | | | alimentação | 4534 | 391 | 4143.3 | 4288 | 2661.6 | 2814.4 | 242.7 | 100.0 | 8.6 | |
| 2 | 300 | 5.52 | overflow | 3860 | 85.2 | 3774.9 | 3806 | 2482.4 | 2517.4 | 55.5 | 15.4 | 2.2 | 84,6 |
| | | | underflow | 1160 | 466.9 | 693.2 | 866 | 564.8 | 756.5 | 304.5 | 84.6 | 40.2 | |
| | | | alimentação | 5020 | 552 | 4468 | 4672 | 3047.2 | 3273.9 | 360.0 | 100.0 | 11.0 | |

Legenda: P - pressão de alimentação da polpa; t – tempo de amostragem; m - massa; V – volume; Q_p - vazão volumétrica de polpa; W_p - vazão mássica de polpa; W_s - vazão mássica de sólido; % W_s - partição mássica de sólidos; % sol. - porcentagem de sólidos de cada corrente; p - massa específica de cada corrente; ET – eficiência total o hidrociclone.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados dos balanços de massa e metalúrgicos para PGM + Au e dos elementos individualmente dos ensaios de deslamagem realizados.

Após condições otimizadas, foi obtida uma a recuperação em massa para a corrente de underflow na deslamagem do primeiro estágio de 67,3% para a amostra SAP teor alto (T1), utilizando uma pressão de 250 KPa de pressão de alimentação. As porcentagens de sólidos obtidas no *underflow* e *overflow* no primeiro estágio foi de 26,7% e 3,6%, respectivamente. Para a amostra de ALT teor médio (T2) a recuperação em massa reportada na corrente de *underflow* (produto para a flotação) foi de 84,6%, utilizando uma pressão de alimentação de 300 KPa. As porcentagens de sólidos obtidas no *underflow* e *overflow* para esta amostra ficaram em torno de 40% e 2,2%, respectivamente.

Para a amostra T1 de SAP teor alto a recuperação global de PGM + Au foi de 86,7% na corrente de *underflow*, após duas etapas de deslamagem, sendo a primeira com hidrociclone (teste 1 da Tabela 13) e o segundo estágio por sifonagem utilizando a lei de Stokes de sedimentação. A recuperação global de massa considerando as duas etapas foi de 55,3%. É interessante notar que a recuperação metalúrgica global de Pt foi de 96,4%, sendo de 97,2% no primeiro estágio e 99,2% no segundo estágio.

Tabela 2. Resultados dos balanços de massa e metalúrgicos para PGM + Au e dos elementos individualmente dos ensaios de deslamagem T1 e T2.

| Produtos | Balanço de massa | | Teores (g/t) | | | | | | Recuperações Met. (%) | | | | | | |
|------------------------|------------------|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | m (g) | % | Rh | Pd | Pt | Au | PGM | PGM+Au | Rh | Pd | Pt | Au | PGM | PGM+Au | |
| 1º Estágio - T1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Over 1 | 127.8 | 32.7 | 0.005 | 0.41 | 0.08 | 0.00 | 0.50 | 0.50 | 28.80 | 30.76 | 2.82 | 0.00 | 11.55 | 11.28 | |
| Under 1 | 263.2 | 67.3 | 0.006 | 0.45 | 1.40 | 0.05 | 1.86 | 1.91 | 71.20 | 69.24 | 97.18 | 100.00 | 88.45 | 88.72 | |
| Totais | 391.0 | 100 | 0.006 | 0.44 | 0.97 | 0.03 | 1.41 | 1.45 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 2º Estágio - T1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Over 2 (sifonado) | 1708.1 | 17.87 | 0.003 | 0.14 | 0.06 | 0.04 | 0.21 | 0.25 | 9.83 | 5.61 | 0.78 | 15.26 | 1.97 | 2.32 | |
| Under 2 | 7850.9 | 82.13 | 0.007 | 0.516 | 1.696 | 0.052 | 2.219 | 2.270 | 90.17 | 94.39 | 99.22 | 84.74 | 98.03 | 97.68 | |
| Totais | 9559,0 | 100 | 0.006 | 0.45 | 1.40 | 0.05 | 1.86 | 1.91 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| Rec. Global | 55.3 | | | | | | | | Rec.Global | 64.2 | 65.4 | 96.4 | 84.7 | 86.7 | 86.7 |
| 1º Estágio - T2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Over 1 | 85.15 | 15.43 | 0.022 | 1.36 | 0.49 | 0.0 | 1.87 | 1.87 | 23.59 | 23.14 | 20.79 | 0.00 | 22.49 | 20.05 | |
| Under 1 | 466.85 | 84.57 | 0.013 | 0.83 | 0.34 | 0.2 | 1.18 | 1.36 | 76.41 | 76.86 | 79.21 | 100.00 | 77.51 | 79.95 | |
| Totais | 552.00 | 100 | 0.014 | 0.91 | 0.36 | 0.2 | 1.28 | 1.44 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |

Considerando a amostra de ALT teor médio (T2), com deslamagem realizada em apenas um estágio por hidrocliconagem, a recuperação metalúrgica global de PGM + Au foi de 80% na corrente de *underflow*, com recuperação mássica desta corrente de 85%. Os fluxos de overflow ou lamas para as amostras SAP teor alto e ALT teor médio apresentaram P80 de 7,4 e 9,2 µm, respectivamente, evidenciando a adequação da deslamagem realizada no CETEM.

5. Conclusão

Os ensaios de deslamagem realizados nas amostras SAP e ALT foram efetivas para remoção de finos com baixas perdas de PGM's e Au.

6. Agradecimentos

Agradeço ao CETEM por todo suporte, ao CNPq pela bolsa concedida, e aos pesquisadores e amigos que trabalharam juntos nessa pesquisa.

7. Referências Bibliográficas

SVAROVSKY, L. Solid-Liquid Separation. 3rd Ed, Butterworths, London, p. 198, 1990.

SAMPAIO, J.A., OLIVEIRA, G.P., SILVA, A.O., Ensaios de Classificação em Hidrociclone. In: João Alves Sampaio; Sílvia Cristina Alves França; Paulo Fernando de Almeida Braga. (Editores), Tratamento de Minérios: Práticas Laboratoriais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, p. 138-154, 2007.