

Estudos de tecnologias hidrometalúrgicas para minérios de terras raras e outros elementos de interesse: ensaios de digestão/lixiviação sulfúrica

Studies of hydrometallurgical technologies for rare earth ores and other elements of interest: sulfuric digestion/leaching tests

João Victor de Moraes Silva
Bolsista PCI, Técnico em química

Marisa Nascimento
Supervisora, Eng. Química, D. Sc.

Resumo

Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito de variáveis em um processo hidrometalúrgico para a extração de elementos terras raras. A amostra utilizada foi um minério concentrado, contendo terras raras leves na forma de fosfatos (além de outros compostos). Foram realizados catorze ensaios, onde foram avaliadas variáveis como volume de ácido sulfúrico concentrado, tempo, temperatura, concentração e volume de lixiviante. Através de um estudo estatístico realizado nas condições analisadas, verificou-se que as variáveis de processo foram mais significativas para a extração de neodímio, de forma que estudos posteriores podem avaliar condições otimizadas de uma extração seletiva deste elemento em relação a outras terras raras.

Palavras chave: terras raras, lixiviação, monazita, neodímio.

Abstract

This work aimed to study the effect of variables in a hydrometallurgical process for the extraction of rare earth elements. The sample used was a concentrated ore, containing light rare earths elements and other compounds. Fourteen tests were performed, where variables such as concentrated sulfuric acid volume, time, temperature, concentration and volume of acid solution were evaluated. Through a statistical study under the conditions analyzed, it was found that the process variables were more significant for the extraction of neodymium, so that further studies can evaluate optimized selective extraction conditions for this element in relation to other rare earths.

Key words: rare earths, leaching, monazite, neodymium.

1. Introdução

Os elementos terras raras estão compreendidos na série dos lantanídeos da tabela periódica, com adição do ítrio e escândio (ABRÃO, 1994). Estes elementos possuem vasta aplicação tecnológica na sociedade, podendo gerar produtos com utilização nas indústrias aeroespaciais e do petróleo, por exemplo. Na natureza, elementos terras raras são encontrados na forma de minerais como a monazita, a xenotima e a bastnaesita (GUPTA e KRISHNAMURTHY, 1992).

Neste trabalho, a amostra utilizada foi um minério concentrado, contendo fosfatos de terras raras leves e outras formas minerais carreadoras desses elementos. Outras informações relacionadas à caracterização da amostra podem ser encontradas na literatura utilizada (NASCIMENTO, 2021).

2. Objetivos

Estudar, em uma amostra de minério concentrado, o efeito de variáveis de ensaio no percentual de extração de terras raras ao longo de experimentos de lixiviação.

3. Material e Métodos

Foram realizados 14 ensaios, utilizando 10 g de minério concentrado como amostra inicial. Cada ensaio consistiu em três etapas sequenciais: condicionamento, decomposição e lixiviação. Na etapa de condicionamento, realizada a 200 rpm, foram avaliadas as seguintes variáveis: volume de ácido sulfúrico P.A. (40 mL ou 65 mL), tempo (10 min ou 30 min) e temperatura de condicionamento (70 °C ou 100 °C). Na etapa de decomposição as variáveis testadas foram: tempo (30 min ou 60 min) e temperatura de decomposição (150 °C ou 200°C). Já na lixiviação, foram avaliadas as variáveis: volume de lixiviante (100 mL ou 200 mL), concentração de lixiviante em v/v (0% ou 30%), e tempo de lixiviação (60 min ou 120 min).

Em cada ensaio, a massa de amostra previamente pesada foi colocada em reator de borossilicato na etapa de condicionamento, e o volume determinado de ácido sulfúrico P.A. (Êxodo Científica) foi adicionado ao reator. Para a etapa de decomposição não foi realizada agitação. Já na etapa de lixiviação (agitada a 200 rpm), uma solução previamente preparada de ácido sulfúrico (0% ou 30% v/v) foi usada como agente lixiviante. Após a lixiviação, as amostras foram centrifugadas por 40 min a 3500 rpm (Centrífuga Eppendorf) em tubos falcon, e o sobrenadante foi separado como licor. O resíduo foi filtrado e lavado com 200 mL de água deionizada. A solução de lavagem filtrada foi misturada ao licor, e os resíduos foram secos em estufa (Odontobras) a 60 °C por 24 h. Tais resíduos foram analisados por Fluorescência de raios-X, assim como o minério concentrado. Os resultados dos ensaios foram analisados em termos de percentuais de extração de La, Ce e Nd.

4. Resultados e Discussão

Inicialmente, o teor de terras raras totais no minério concentrado era de 1,56%. Após os 14 testes hidrometalúrgicos realizados, foram obtidos valores de percentual de extração de lantânio entre 39,7% e 68,6%. Para cério, tais percentuais variaram de 36,6% a 71,9%, e para neodímio, de 30,5% a 64,6%.

Para cada elemento foi realizada uma análise estatística com o objetivo de determinar as variáveis mais significativas no estudo, ou seja, as variáveis que mais influenciaram nos percentuais de extração dos elementos analisados.

Para o elemento neodímio, as variáveis mais significativas determinadas pelo estudo estatístico foram: concentração de agente lixiviante, tempo de lixiviação, temperatura da etapa de condicionamento, e volume de ácido sulfúrico utilizado na etapa de condicionamento. A análise das tendências dessas mesmas variáveis indicou que, o aumento de cada uma delas nos níveis avaliados gerou um aumento no percentual de extração de neodímio.

Já para a extração de lantânio, nenhuma das variáveis estudadas se mostrou significativa no estudo estatístico realizado. Ainda assim, apesar de não se mostrarem significativas, as variáveis concentração de agente lixiviante e tempo de lixiviação foram as que mais se aproximaram do limite de significância. O estudo mostrou que a primeira, quando aumentada, também aumenta o percentual de extração. Já o tempo de lixiviação, quando aumentado, diminui o percentual de extração.

Similarmente ao lantânio, a análise estatística do elemento cério também não mostrou nenhuma variável significativa. No entanto, as variáveis que atingiram maiores valores de influência foram volume de agente lixiviante, cujo aumento provocaria um aumento no percentual de extração de cério, e tempo na etapa decomposição, no qual um aumento resultaria em diminuição no percentual de extração do elemento.

5. Conclusão

É possível pensar que a extração de neodímio pode ser aperfeiçoada em relação aos elementos cério e lantânio, visto que apenas para o neodímio as variáveis concentração de agente lixiviante, tempo de lixiviação, temperatura da etapa de condicionamento e volume de ácido sulfúrico na etapa de condicionamento se mostraram significativas. A manipulação dessas variáveis para ensaios futuros pode possibilitar um aumento significativo da extração de neodímio em detrimento dos outros elementos terras raras, podendo hipoteticamente gerar uma extração mais seletiva. No entanto, é necessário aprofundar o estudo e possivelmente ampliá-lo para outras faixas de valores de variáveis. Também seria interessante a realização de um estudo de condições ótimas de extração para cada elemento em trabalhos posteriores.

6. Agradecimentos

Agradeço à minha supervisora Marisa Nascimento, a todos os colaboradores do CETEM, à família e ao CNPq pela bolsa concedida.

7. Referências Bibliográficas

ABRÃO, ALCÍDIO. Nomenclatura. **Química e tecnologia das terras-raras/Por Alcídio Abrão**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: CETEM/CNPq, p.1, 1994.

GUPTA, C.K.; KRICHNAMURTHY, N. **Extractive metallurgy of Rare Earths**. 2.ed. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 2004. 839p.

NASCIMENTO, M. **Relatório Interno - Projeto FACC (Reservado)**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: CETEM, 2021.