

Separação e purificação de ítrio: Simulação da lavagem contínua em P507

Yttrium separation and purification: Simulation of continuous scrubbing in P507

Davi Gonçalves de Carvalho

Bolsista PCI, Tec. Controle Ambiental.
Graduando em Engenharia Química, 6º período, EQ UFRJ.

Ysrael Marrero Vera

Supervisor e orientador, Eng. Químico, D. Sc.

Marcelo Dourado

Orientador, Eng. Químico, M. Sc.

Resumo

O presente estudo investiga o processo de lavagem contínua de ítrio (Y) em P507, buscando pureza de 99,9% deste elemento. A partir de uma solução de P507 em isoparafina, carregada com óxido de ítrio e de érbio, foram construídas isotermas de lavagem para o levantamento dos parâmetros do modelo matemático. A máxima pureza de Y foi de 94,2%, nas duas condições de $[H^+]$, ambas à razão A/O de 0,1. Para a condição menos ácida, a simulação apontou 4 estágios, recuperação de Y de 14,8% e de Er de 11,7%. Já para a condição mais ácida, o número de estágios foi 5, a recuperação de Y de 29,2% e a de Er de 22,9%. Em ambos os casos a recuperação dos elementos é bem próxima, indicativo de que o processo nessas condições pode não apresentar grande seletividade pelo Y. Não se tendo atingido a meta de 99,9% de pureza de Y, pensa-se na necessidade do acoplamento do processo a uma etapa de extração de Er, para a purificação da fase aquosa resultante.

Palavras-chave: ítrio, purificação, separação, hidrometalúrgica, extração por solvente.

Abstract

The present study investigates the continuous washing process of yttrium (Y) in P507, seeking a purity of 99.9% of this element. From a solution of P507 in isoparaffin, loaded with yttrium and erbium oxide, washing isotherms were constructed to survey the parameters of the mathematical model. The maximum purity of Y was 94.2% under the two $[H^+]$ conditions, both at a W/O ratio of 0.1. For the less acidic condition, the simulation showed 4 stages, Y recovery of 14.8% and Er recovery of 11.7%. For the mostacidic condition, the number of stages was 5, Y recovery was 29.2% and Er recovery was 22.9%. In both cases, the recovery of the elements is very close, indicating that the process under these conditions may not show great selectivity for Y. Having not reached the goal of 99.9% Y purity, the need for coupling is considered. from the process to an Er extraction step, for the purification of the resulting aqueous phase.

Key words: yttrium, purification, separation, hydrometallurgical, solvent extraction.

1. Introdução

Há alguns anos é notável a importância dos elementos de terras raras (ETR) para cadeias produtivas de várias tecnologias globalmente estratégicas (COSME, 2013). Com a intenção de posicionar o Brasil no mercado mundial de ETR, o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) instituiu, dentre outros, o projeto INCT-PÁTRIA. Entre os ETR purificados necessários para o alcance do objetivo do projeto INCT- PÁTRIA está o ítrio (Y), foco de estudo deste trabalho. Anteriormente, Seruff e Vera (2019) estudaram o processo de extração por solvente de uma solução clorídrica sintética, variando pH da fase aquosa, extratante e concentração de extratante. O presente trabalho dá continuidade a esse estudo, jogando luz sobre o processo de lavagem de Y no extratante P507.

2. Objetivos

Dar continuidade aos estudos de Seruff e Vera (2019), a fim de definir os parâmetros operacionais (concentração de hidrônio, razão A/O, número de estágios) para a obtenção de óxido de ítrio (Y₂O₃) com 99,9% de pureza em fase aquosa, a partir do processo de lavagem em regime contínuo de ítrio em P507.

3. Material e Métodos

Uma solução sintética de P507 44% em isoparafina (m/v) foi carregada com 15,2 g L⁻¹ de óxido de ítrio (Y₂O₃) e 1,20 g L⁻¹ de óxido de érbio (Er₂O₃). Ela foi utilizada como a fase lavada em todos os ensaios.

Para a determinação da concentração de hidrônio ([H⁺]) foram realizadas lavagens para 9 valores do parâmetro. Todas as extrações e lavagens desde trabalho foram de 1 contato, realizadas em batelada, em funis de decantação, com ácido clorídrico (HCl), por 30 minutos e sob 300 rpm em mesa agitadora.

O modelo matemático utilizado para descrever a lavagem dos ETR e base da simulação computacional do processo em regime contínuo, é indicado por XIE, F. et al. (2014, p. 24) e apresentado na Equação 1.

$$C_{i,0} = a \times C_{i,A} + b \quad (1)$$

Onde $C_{i,A}$ representa a concentração do componente i na fase aquosa, $C_{i,0}$ a concentração do componente i na fase orgânica e a e b constantes de ajuste, sendo elas obtidas pelo método dos mínimos quadrados para cada componente estudado em duas [H⁺].

A simulação computacional, desenvolvida na linguagem de programação *Python*, varia a Razão A/O de 0,1 até 0,8, com passo de 0,1; e o número de estágios de 2 até 20, com passo de 1.

4. Resultados e Discussão

No estudo da [H⁺] ótima, destacam-se 2 condições, por apresentarem maiores fator de separação (β), e pureza de ítrio na fase aquosa (Pur. Y aq.) razoável: (1,48 ± 0,04) mol L⁻¹ e (1,97 ± 0,05) mol L⁻¹.

Uma observação relevante é a de que, em comparação com a pureza de Y₂O₃ na fase orgânica (92,7%), não houve significativo ganho com apenas um contato de lavagem.

As isotermas construídas nas duas condições de [H⁺] notáveis levaram às regressões apresentadas na Tabela 1, juntamente com seus coeficientes de correlação (R²).

Tabela 1. Regressões lineares para cada condição de [H⁺] e seus R².

[H ⁺] (mol L ⁻¹)	Modelo para Y ₂ O ₃	Modelo para Er ₂ O ₃
1,48 ± 0,04	$y = (0,569 \pm 0,008) x + (2,36 \pm 0,09)$ $R^2 = 0,9996$	$y = (0,866 \pm 0,015) x - (0,011 \pm 0,011)$ $R^2 = 0,9985$
1,97 ± 0,05	$y = (0,305 \pm 0,010) x + (1,62 \pm 0,18)$ $R^2 = 0,9765$	$y = (0,456 \pm 0,015) x - (0,056 \pm 0,021)$ $R^2 = 0,9464$

Utilizando como critério as condições, em ordem: pureza de Y₂O₃ (Pur. Y) máxima; razão A/O e número de estágios mínimos, os melhores resultados para as duas condições de [H⁺] são apresentados na Tabela 2, onde Rec. i é a recuperação do componente i.

Tabela 2. Melhores condições operacionais da simulação para duas condições de [H⁺].

[H ⁺] (mol L ⁻¹)	Razão A/O	Nº de estágios	Rec. Y	Rec. Er	Pur. Y
1,48 ± 0,04	0,1	4	14,8%	11,7%	94,2%
1,97 ± 0,05	0,1	5	29,2%	22,9%	94,2%

As duas condições de [H⁺] apresentam a mesma Pur. Y máxima e nota-se que o número de estágios na segunda condição é maior em comparação com a primeira, todavia, apresenta uma Rec. Y quase duas vezes maior. Para a definição da melhor condição entre as duas opções, faz-se necessário um estudo econômico que compare o custo da [H⁺], número de estágio e recuperação obtida. Percebe-se, também, que a Pur. Y não atingiu a meta de 99,9%, sendo, portanto, indicado o acoplamento do processo a uma etapa de extração de Er, para a purificação da fase aquosa.

5. Conclusões

Assumindo a validade do modelo, foi possível estimar as condições de operação de um processo de lavagem de Y₂O₃ em duas condições de [H⁺]. Todavia, para a determinação da melhor condição operacional entre as duas apresentadas, faz-se necessário um estudo econômico que compare o custo do uso de ácido, o número de estágio e a recuperação de Y. Também não se atingiu a Pur. Y de 99,9% e a Rec. Y foi baixa, sendo indicado o acoplamento do processo a uma etapa de extração de Er.

6. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa. Aos colaboradores do CETEM, em especial aos técnicos do SEMEX e aos meus orientadores Ysrael M. Vera e Marcelo L. Dourado.

7. Referências Bibliográficas

COSME, F. **Usos e Aplicações de Terras Raras no Brasil**. [s.l.] CGEE, 2013.

SERUFF, L.A.; VERA, Y.M. **Estudo da separação do ítrio em meio clorídrico pela técnica de extração por solvente**. In: XXVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa. 2019.

XIE, F. et al. A critical review on solvent extraction of rare earths from aqueous solutions. **Minerals Engineering**, v. 56, p. 10-28, fev. 2014.