



EACH |



Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Universidade de São Paulo

RECURSOS NATURAIS MINERAIS, HÍDRICOS E ENERGÉTICOS

Terras Raras: formas de separação dos elementos
e suas aplicações

Matheus Lyra do Nascimento - 10686679

São Paulo

Outubro - 2020

INTRODUÇÃO

Os elementos de terras raras (ETR) constituem em um grupo de elementos, na tabela periódica, que possuem propriedades físicas e químicas muito similares devida sua distribuição eletrônica. Esse grupo de elementos corresponde ao grupo dos Lantanídeos: lantânio (La), cério (Ce), praseodímio (Pr) e neodímio (Nd); samário (Sm), európio (Eu), gadolínio (Gd), térbio (Tb), disprósio (Dy), hólmio (Ho), érbio (Er), túlio (Tm), itérbio (Yb) e lutécio (Lu), mais os elementos escândio (Sc) e ítrio (Y). De lantânio à gadolínio os elementos são classificados como Terras Raras leves; de itérbio a lutécio os elementos são classificados como Terras Raras pesados. Mas, ao contrário do que o nome sugere, os ETR não são elementos raros. Os elementos são abundantes na crosta terrestre, mas as concentrações disponíveis para mineração são menores que as referentes aos demais elementos (Marco Aurélio, et al, biblioteca digital). Na natureza, as ETR não são encontradas como metais elementares nativos, presentes em minerais agregados à óxidos, fosfatos, silicatos, carbonatos e fluoretos, tendo uma concentração média de 10 a 300 ppm (Souza, Nascimento e Geise, 2019), contudo, veremos alguns exemplos de minerais que possuem concentração suficiente de ETR para justificar sua exploração.

Os ETR possuem inúmeras aplicabilidades em diversas áreas da humanidade, sendo muito importantes para a indústria de alta tecnologia (MBAC, 2013); por essa razão, esses elementos vão sendo consumidos cada vez mais ao longo dos anos, o que aumenta a importância dos estudos sobre a extração e beneficiamento desses elementos, de modo a descobrirem formas cada vez mais rentáveis para sua exploração. A ideia é apresentar aqui algumas formas da separação desses elementos, as que se mostraram mais eficientes, e também ilustrar alguns exemplos de aplicabilidade dos mesmos

ELEMENTOS TERRAS RARAS

Os ETR aparecem juntos na natureza, em minerais carbonáticos, óxidos, fosfatos e silicatos, geralmente como cátions trivalentes. Como eles são divididos em ETR leves e pesados, eles também se apresentam em diferentes minerais, de acordo com essa classificação. Nos minerais contendo ETR pesados, temos: a gadolinita - silicato de ítrio, lantânio, neodímio, berílio e ferro -; o xenotímio - fosfato de ítrio -; a euxenita - óxido de nióbio-tântalo, ítrio, cério e tório -; a samarskita - óxido de nióbio-tântalo, ítrio e itérbio -; e o fergusonite - óxido de nióbio-tântalo, ítrio, cério e lantânio. Para os contendo ETR leves, temos: a bastnasita - combinação de fluoretos e carbonatos de cério, lantânio e ítrio -; a monazita - fosfato de TR e tório -; a loparita - óxido de titânio e cério -; e a allanita - silicato de ferro, manganês, cério e ítrio - (Marco Aurélio, et al, biblioteca digital).

Os ETR leves são mais abundantes e fáceis de processar que os ETR pesados, o que difere no preço tanto para sua exploração quanto no seu valor de mercado (Souza, Nascimento e Geise, 2019). Devido ao raio iônico e o seu comportamento geoquímico, o ítrio e o escândio também podem ser considerados como ETR pesados. Como esses elementos possuem propriedades tanto físicas quanto químicas muito semelhantes, sua separação se torna complicada de ser realizada. Em geral, os processos beneficiamento das ETR passa por etapas iniciais de beneficiamento físico, seguido de etapas de processamento químico (Souza, Nascimento e Geise, 2019).

PROCESSOS DE EXTRAÇÃO

Para que se consiga extrair os ETR, é necessário explorar as diferenças entre esses elementos; feito que se torna difícil de alcançar dada grande similaridade desse grupo. No entanto, existem métodos muito efetivos que conseguem explorar bem a individualidade de cada elemento, levando a sua separação.

No começo do período de exploração dos ETR, os métodos mais utilizados eram a cristalização e a precipitação fracionada, a oxiredução, a formação de complexos e a precipitação. Porém, hoje temos esses processos como sendo “clássicos”, pois, com o passar do tempo, foram surgindo processos mais eficientes, o que qualificou esses processos como obsoletos (Abrão, 1994). Dentre os mais eficientes, podemos citar a troca iônica e a extração por solventes, mas a troca iônica não é tão utilizada pois, apesar de produzir terras raras altamente puras, produz em quantidade relativamente pequena, não sendo usado para produzir em grandes volumes (Ysrael Marrero, CETEM 2015).

No processo de extração por solvente, o metal de interesse é colocado em solução aquosa, contendo um ou mais íons em solução, junto a um solvente orgânico capaz de extrair a espécie de interesse; ambos imiscíveis. O metal se distribui entre a fase orgânica, menos densa, e a fase aquosa, formando os chamados “organo-complexos” dos metais extraídos, permitindo sua retirada do sistema. Feito isso, o elemento é colocado em uma solução de lavagem para retirada de eventuais impurezas (na indústria, a solução de lavagem é, geralmente, a solução concentrada e pura do metal de interesse). Por fim, o solvente orgânico é lavado e contatado com uma solução aquosa chamada de solução de re-extração; etapa que procura trazer o elemento de interesse da fase orgânica carregada, para uma fase aquosa, adequada a um processo de recuperação. Este processo de re-extração é feito com a utilização de um ácido ou uma base ou uma solução diluída do elemento extraído (Ysrael Marrero, CETEM 2015).

A extração por solventes se tornou o processo mais apropriado por e o que mais tem sido utilizado na separação dos ETR devida sua simplicidade e aplicabilidade em uma ampla faixa de concentração e na obtenção de produtos com elevada pureza (MCLELLAN et al. 2013), mas outros processos merecem atenção, como o da lixiviação ácida dos minérios portadores de terras raras. Durante esse processo, o elemento que se busca obter é extraído da matriz sólida através da dissolução por um agente lixiviante, escolhido conforme sua capacidade de dissolver o metal (Souza, Nascimento e Geise, 2019).

APLICABILIDADE E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DOS TERRAS RARAS

Os elementos de terras raras possuem inúmeras aplicabilidades, mas, em se tratando do mundo moderno, tecnológico e globalizado em que vivemos, as que possuem grande impacto econômico se encontram na indústria de alta tecnologia. A extração por solventes separa os ETR para produção de óxidos de terras raras. São diversos óxidos com diferentes usos, citando alguns, temos:

- Óxido de Cério (Ce) - produz pó de polimento, utilizado na fabricação de vidros e lentes que são utilizados em telas planas, espelhos, vidros ópticos, telas de celulares...;
- Óxidos de Ítrio (Y) e Európio (Eu) - formam substâncias fosfo e fluorescentes, muito utilizados para brilho e iluminação em lâmpadas de LED e fluorescentes e em televisores;
- Óxidos de Lantânio (La) e Cério (Ce) - utilizados como aditivos em ligas metálicas e para fabricação de catalisadores de gases de escapamento.

Através da eletrólise, os óxidos de terras raras assumem a forma de metais, adquirindo assim outras propriedades e produzindo materiais com outras utilidades, como:

- Metais de Cério (Ce), Neodímio (Nd) e Praseodímio (Pr) - utilizados para produção de ímãs permanentes de forte corrente magnética, que são usados na fabricação de motores em geral, turbinas eólicas, compressores, etc

Terminando o processo de produção dos ETR, temos a fundição dos elementos para a produção de ligas leves, utilizadas em especial na fabricação de baterias chamadas de NiMH, que possuem uma capacidade de armazenamento de energia muito maior, mesmo sendo menores e mais leves.

Infelizmente, apesar de toda abundância, aplicabilidade, inovações em processos de extração e beneficiamento desses elementos, poucos são os países que dispõem de recursos e conseguem explorar bem as suas reservas. O melhor país na exploração de Terras Raras é a China, que possui monopólio desse mercado, produzindo 80% da quantidade desses elementos que é exportada pro mundo. Monopólios desse tipo causam problemas de dependência de mercado, quando só se tem um comprador e fica a mercê dos preços deste; como ocorrido em 2010, quando a China aplicou uma política de cotas de exportação desses elementos, fazendo com que o preço deles no mercado externo sofressem uma grande alta, afetando os consumidores em todo o mundo, incluindo o Brasil.

CONCLUSÃO

Os ETR são muito abundantes na crosta terrestre e desempenham muitos papéis importantes na indústria de alta tecnologia, mas são difíceis de se extrair e não existem muitos locais com minérios com concentração suficiente desses elementos que torne viável a sua exploração. Esse fator acaba por gerar um monopólio de fornecimento para aquele que melhor souber explorar esse material, de modo que o mercado mundial acaba por “estar nas mãos” desse produtor, visto que os produtos feitos a base de terras raras são utilizados em coisas que usamos no dia-a-dia, como televisores, aparelhos celulares, lâmpadas, dentre outras coisas; e, com a população mundial aumentando, a tendência é que o consumo desses produtos também aumente, de modo que será necessária cada vez mais exploração dos minérios desses elementos.

Com o passar do tempo, novas tecnologias são criadas e novas formas de exploração de recursos são descobertas. Acredito que, dada a aplicabilidade dos materiais, a dificuldade de sua exploração e os inúmeros estudos a respeito dos processos de extração desses elementos, novas formas para a produção de terras raras, em breve, serão descobertas e viabilizadas, podendo assim, aumentar a produção mundial e, talvez, melhorar ainda mais a vida que conhecemos.

REFERÊNCIAS

ROCIO, Marco Aurélio Ramalho *et al.* **Terras-raras: situação atual e perspectivas.** Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1527/1/A%20set.35_Terras-raras%20situa%C3%A7%C3%A3o%20atual%20e%20perspectivas_P.pdf .

MBAC Fertilizer Corp. **Terra Rara: Da mina ao mercado.** Novembro, 2013. Disponível <https://www.cetem.gov.br/images/palestras/2013/iisbtr/13-antenor-silva.pdf> .

NASCIMENTO, M. **Estudo da separação de terras raras usando sistemas extratantes organofosforados.** COBEQ, Outubro de 2014. Disponível <https://www.cetem.gov.br/images/congressos/2014/CAC00110014.pdf> .

A.C.S.P Souza, M. Nascimento, E.C. Giese. **Desafios para a extração sustentável de minérios portadores de terras raras.** Centro de tecnologia mineral, 2019.

VERA, Ysmael Marrero. **Separação de terras raras a partir da extração por solvente: revisão sobre o uso dos extratantes ácidos organofosforados.** Centro de tecnologia mineral, 2015.

Recursos Minerais no Brasil: Problemas e desafios. Academia brasileira de ciências, 2016. Pg 69-71.

MCLELLAN, B.C. **Sustainability of Rare Earths - An overview of the state of knowledge.** Minerals, vol. 3, p. 304 – 317, 2013.

ABRÃO, Alcídio. **Química e tecnologia das terras-raras.** Editora CETEM/CNPq. Rio de Janeiro, 1994.