



Análise de Elementos de Terras Raras com o XRF portátil modelo X-555 REE da SciAps

Introdução

A SciAps Inc. continua liderando a trajetória dos instrumentos analíticos portáteis de campo com os novos analisadores de fluorescência de raios X (XRF) X-555 e de emissão óptica com plasma induzido por laser (LIBS) Z-903 para análise de geomateriais, adicionando novos recursos na análise de campo para identificar, analisar e caracterizar elementos críticos em materiais geológicos. Os materiais críticos contêm elementos como Li, Ta, Nb, Co, Elementos de Terras Raras (ETR), mas também metais básicos convencionais como Cu, Ni e Mn.

A análise de amostras de minerais que contêm esses elementos tem ganhado cada vez mais relevância nos últimos anos devido à demanda nos mercados com alto crescimento, como o das energias renováveis e o das baterias recarregáveis. A rapidez do aumento pela procura por materiais críticos impulsiona a importância da exploração e desenvolvimento de projetos centrados na extração destes materiais.

Dados e Discussão

O que são Terras Raras (ETR) e onde são encontradas?

Elementos de Terras Raras ou ETR são um grupo relativamente abundante de 17 elementos compostos de Escândio (Sc Z = 21), Ítrio (Y Z = 37) e lantanídeos, ou seja, Lantânio La (57) até Lutécio Lu (71). Os ETR são comumente agrupados por seu número atômico como ETR leves (La, Ce, Pr, Nd, Sm) e ETR pesados (Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu e Y) [1,2]. As principais fontes econômicas de Terras Raras são os minerais bastnasita, monazita e loparita, além das argilas lateríticas de adsorção de íons [1]. Esses minerais ricos em ETR podem acumular-se em níveis econômicos em uma variedade de diferentes tipos de depósitos associados a rochas ígneas alcalinas, como o carbonatito de Mountain Pass na Califórnia, EUA, depósitos de minerais pesados, como areias minerais, depósitos residuais,

como as extensas lateritas ricas em IAC no sul da China e em novas fontes de carvão e cinzas de carvão [1,3]. Historicamente, os EUA, e mais recentemente a China, dominaram a produção mundial de ETR, no entanto, à medida que a procura aumenta, muitos outros países identificaram e estão explorando e desenvolvendo inventários significativos de recursos destes elementos estrategicamente importantes [1, 2, 3]. As concentrações e combinações destes elementos variam muito em diferentes estilos de mineralização e entre diferentes depósitos.

Os Elementos de Terras Raras (ETR) possuem propriedades únicas, o que significa que eles são usados em uma ampla variedade de aplicações e são ingredientes essenciais para a indústria de alta tecnologia, especialmente na fabricação de ímãs permanentes, dispositivos ópticos e de laser, e catalisadores químicos [1,3].

O XRF portátil mais potente — tubo de 55 kV ideal para Elementos de Terras Raras.

Por muitos anos os tubos de raios X dos XRF portáteis foram limitados a uma tensão máxima de 40 kV, tornando impraticável a análise até mesmo dos ETR leves. O surgimento dos tubos de raios X miniaturizados com saídas de energia mais elevadas permitiu a análise de vários ETR leves, mas com limites de detecção muitas vezes demasiado elevados para muitas aplicações, particularmente ao explorar esses tipos de depósitos onde a concentração pode ser bastante baixa.

O X-555 da SciAps possui um tubo de raios X de 55 kV, o único XRF portátil do mundo com esta capacidade. A operação com 55 kV, ao invés dos 50 kV convencionais da indústria, oferece maior performance para os ETR “leves” críticos e alguns ETR “pesados”, tornando-o uma opção superior para análise de ETR.

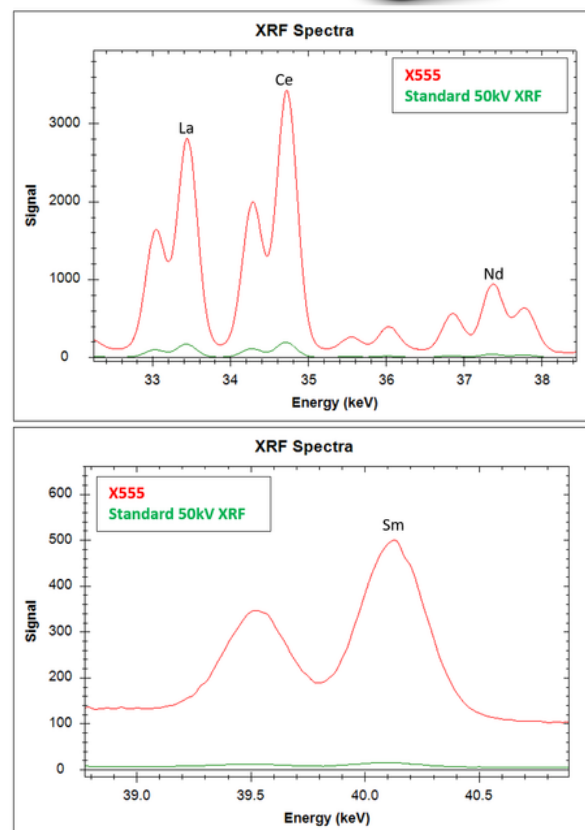


Figura 1: Comparação de espectros mostrando a vantagem do X-555 para ETR em comparação com XRF portátil convencional, que tem no máximo 50 kV. O X-555 utiliza um tubo de raios X de 55 kV para excitar melhor os ETR e um SDD extragrande de 70 mm² para detectar com mais eficiência as emissões de alta energia. Isso atinge uma taxa de contagem 10x maior para o elemento La e uma taxa de contagem até 30x maior em um ETR mais pesado, como no Sm.



Continuação

Com a tensão mais alta, o X-555 analisa efetivamente todos os ETR leves, incluindo Lantânio, Cério, Praseodímio, Neodímio e Samário, e também os ETR pesados, Európio e Gadolínio. O instrumento possui um feixe de raios X adicional para otimizar a análise do elemento Ítrio, que é um rastreador amplamente utilizado para a família das Terras Raras pesadas estratégicas, como o Disprósio, Túlio e Ítérbio. O feixe padrão também analisa mais de 30 elementos de baixo número atômico, metais de transição e outros metais pesados de interesse para a comunidade mineira. O SciAps X-555 oferece os melhores limites de detecção do segmento.

Por que um tubo de raios X com 55 kV?

A energia de raios X necessária para excitar com eficácia as emissões dos Elementos Terras Raras leves (ETR) reside na faixa de 40-48 keV. Os tubos de raios X em instrumentos portáteis convencionais operam apenas até 50 kV e, portanto, apenas uma pequena fração da faixa de energia dos raios X é útil para a excitação dos ETR. Operando um instrumento com um tubo de raios X que vai até 55 kV, cerca de 10x mais energia de raios X fica disponível para produzir emissões dos ETR leves e dos dois

primeiros ETR pesados, Európio e Gadolínio. Embora não seja possível operar um XRF portátil em tensões altas o suficiente para analisar de forma útil todos os ETR pesados, o X-555 consegue analisar o Ítrio, que é um elemento rastreador comum para os ETR pesados, com muita sensibilidade.

O X-555, com sua blindagem excepcional e colimação de feixe de 4 mm de diâmetro, pode ser usado diretamente em superfícies e núcleos rochosos. Também pode ser equipado com uma estação de teste interligada para análise segura de amostras embaladas ou ensacadas.

Na figura 2 estão os valores de LOD livres de interferência (SiO₂) e os valores de LOD para minérios OREAS REE altamente desafiadores, contendo vários elementos interferentes. Os LOD considerados são para detecção de 3 sigma acima do fundo, com tempos de teste de 120 segundos.

Nas figuras de 3 a 6 abaixo são apresentados resultados do X-555 em uma variedade de materiais de referência certificados, mostrando uma correlação muito boa com os valores certificados.

Elemento	LOD livre de interferência em amostras de SiO ₂	LOD para amostras OREAS do “mundo real”
La	13	15
Ce	15	19
Pr	18	34
Nd	27	33
Sm	30	35
Eu	60	120*
Gd	90	180*

Figura 2: *Os LOD do “mundo real” para Eu + Gd são estimativas, não derivadas de amostras OREAS

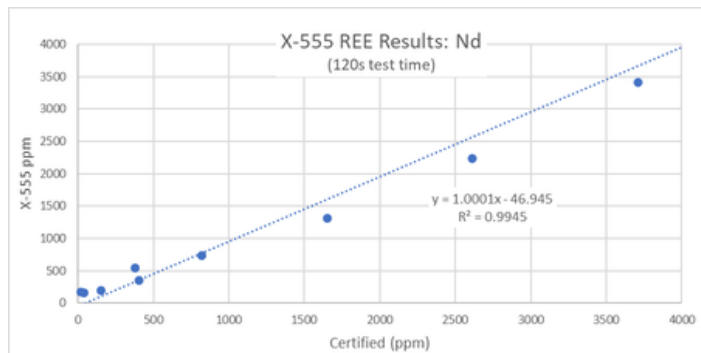


Figura 3

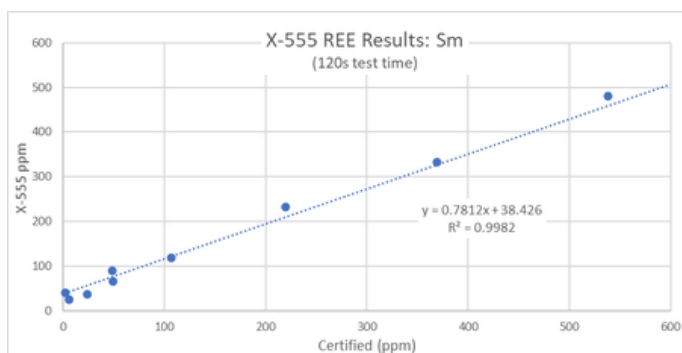


Figura 4

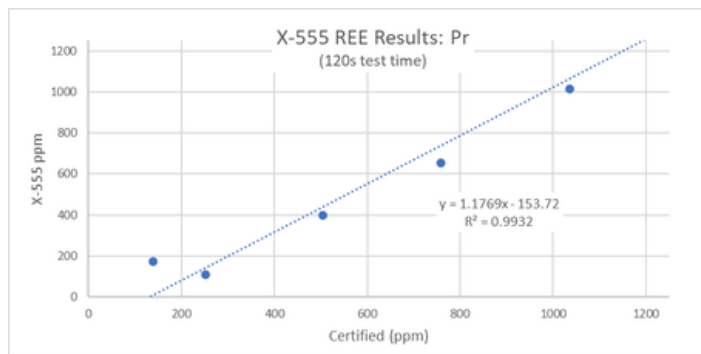


Figura 5

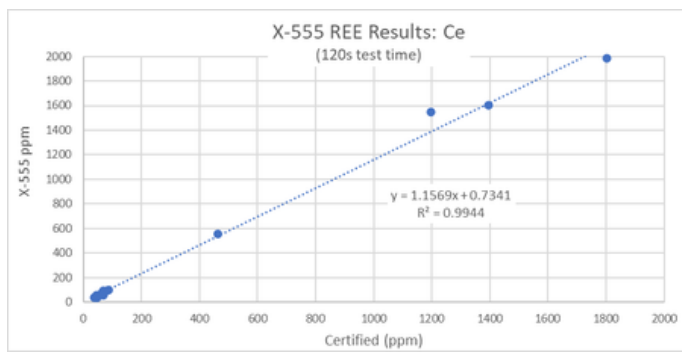


Figura 6

Referências

- USGS, <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/rare-earths-statistics-and-information>
- Geology.com, <https://geology.com/articles/rare-earth-elements/>
- V. Baram, 2019, Rare earth elements: A review of applications, occurrence, exploration, analysis, recycling, and environmental impact Geoscience Frontiers, vol. 10, pp 1285 to 1303
- Geoscience Australia, <https://www.ga.gov.au/scientific-topics/minerals/mineral-resources-and-advice/australian-resource-reviews/rare-earth-elements>