

DETERMINAÇÃO DE U-238, U-235 E RAZÃO ISOTÓPICA U-235/U-238 EM FOSFATO PELA TÉCNICA DE ATIVAÇÃO COM NÊUTRONS TÉRMICOS.

Romilton S. Amaral
Bárbara Mazzilli*
Carlos C. Dantas
DEN/UFPE - IPEN/CNEN/SP*

1. INTRODUÇÃO.

A técnica de análise por ativação com nêutrons térmicos é rápida, possui boa precisão e exatidão sendo uma solução adequada para avaliar a reserva de urânio nos fosfatos do nordeste do Brasil. A técnica pode também ser adotada para avaliação de impacto ambiental determinando-se os teores de urânio nos solos do capeamento das jazidas e em plantas cultivadas no local.

Este trabalho foi realizado com o propósito de adaptar este método as condições existentes no Departamento de Energia Nuclear (DEN-UFPE). Devido a inexistência de um reator no local, a aplicação do método somente é possível realizando-se as medidas decorridos alguns dias após a irradiação. Desta forma, torna viável o transporte do material irradiado até o local da análise.

A espectrometria gama do Np-239 e de alguns dos produtos de fissão fornece dados para a determinação de urânio e permite a medida da razão isotópica U-235/U-238.

A técnica de seleção de fotopicos descrita na literatura, viabiliza a avaliação de espectros particularmente complexos como ocorre na determinação de urânio por meio dos produtos de fissão[1]. A precisão e a exatidão encontradas neste método, variaram de 3,5 a 4,9% e 1,9 a 4,1%, respectivamente. A determinação da razão isotópica U-235/U-238 é perfeitamente satisfatória desde que para matrizes complexas seja feita uma separação radioquímica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS.

Para detecção da radiação gama emitida no decaimento dos radionuclídeos de interesse, utilizou-se um detector de germânio hiperpuro pertencente ao DEN-UFPE. O sistema de medidas é composto de um detector de germânio hiperpuro [HP(Ge)], com 4,54 cm de diâmetro e volume ativo de 41,1 cm³ e resolução de 1,77 kev (FWHM) em 1.332 kev para o Co-60, um pré-amplificador ORTEC e um analisador multicanal CANBERRA com 4096 canais.

O princípio desta múltipla relação de fotopicos de raios gama para determinação da concentração de urânio e da razão isotópica U-235/U-238, já foi aplicada em diversos laboratórios[1].

O método é baseado no fato que, num único espectro gama obtido de uma amostra de urânio irradiada com nêutrons térmicos e medida com detector de alta resolução, podem-se identificar fotopicos do Np-239 formado pela ativação do U-238 e fotopicos de produtos de fissão do U-235. Por meio de cada um destes fotopicos (Np-239 e produtos de fissão) pode-se calcular a quantidade de urânio na amostra irradiada, supondo que a abundância isotópica do urânio seja conhecida. Este trabalho também permite avaliar a razão isotópica e verificar se ocorrem interferências nos

fotopicos, comparando-se as razões obtidas nos fotopicos de padrões com os das amostras[1].

Uma amostra de fosforita de concentração desconhecida, juntamente com dois padrões da IAEA, foram co-irradiados e contados 48 horas após o final da irradiação. Os padrões possuem razão isotópica U-235/U-238 natural.

Os padrões e amostra, pesando aproximadamente 50 mg cada, foram colocados em recipientes apropriados de polietileno, e irradiados no reator IEA-R1 do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN), em São Paulo, num fluxo de nêutrons de aproximadamente $3.10^{11} \text{ n.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$. O tempo de irradiação foi de 4 horas. O tempo de contagem foi de 16,5 minutos. A distância entre amostra e detector foi suficiente para que o tempo morto não excedesse 10% .

3. RESULTADOS.

Através do critério de seleção de fotopicos descrito na literatura[1], usou-se para determinação do U-238, quatro fotopicos do Np-239 (106, 210, 228 e 278 keV) e para o U-235, quatro fotopicos de produtos de fissão (140, 293, 364 e 530 keV).

Os valores encontrados para as concentrações de urânio (ppm U_3O_8), precisão e exatidão foram, para o padrão IAEA S-8, 1374, 3,5%, e 1,9%, respectivamente; enquanto que para o padrão IAEA S-13, foram de 406, 4,9%, 4,1%, respectivamente. Por outro lado, o valor encontrado para a amostra de fosfato, foi de 1468 ppm de U_3O_8 . Para efeito de comparação, a mesma amostra de fosfato foi analisada por espectrometria gama passiva, espectrofotometria de absorção molecular e medida de nêutrons atrasados, determinando-se os valores de 1454, 1445 e 1521 ppm de U_3O_8 , respectivamente.

O resultado da percentagem isotópica de U-235, determinado por meio dos fotopicos do Np-239 e dos produtos de fissão para o padrão IAEA S-8 foi de 0,7012% com exatidão de 2,6%, para o padrão IAEA S-13, foi de 0,7297% com exatidão de 1,3% . A percentagem isotópica obtida para a amostra de fosforita foi de 0,6808% .

4. CONCLUSÃO.

Devido às interferências, apenas quatro fotopicos do Np-239 e quatro fotopicos dos produtos de fissão foram usados na determinação do urânio.

Os valores dos desvios padrões, precisão e exatidão estão próximos dos valores encontrados na literatura. Houve dificuldade na determinação da abundância isotópica do U-235 na amostra de fosforita por meio de análise por ativação, devido ao grande número de radionuclídeos produzidos durante a irradiação. Os resultados encontrados para os padrões da IAEA foram melhores devido ao fato da matriz não ser tão complexa como a matriz de fosforita.

A comparação entre os valores encontrados neste trabalho e os encontrados por outros métodos, demonstra que a técnica pode ser usada em nosso laboratório com bons resultados.

[1] Mantel, M. and Amiel, S. J. Radioanal. Chem. vol. 26. 97:105. 1975.