

Espectrometria gama de areias e fosfogesso para uso como fonte radioativa em irradiação de detectores

Sand and phosphogypsum gamma spectrometry for use as a radioactive source in detectors irradiation

RESUMO

Isabelle Cabello Araujo
bellecabello@yahoo.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Janine Nicolosi Corrêa
janine@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Nos laboratórios da UTFPR, a radiação natural presente em amostras de areia é utilizada como fonte alfa para a irradiação de detectores CR-39. Este trabalho tem como objetivo realizar a caracterização da dose ($\mu\text{Sv/h}$) obtida por espectrometria gama de amostras de areia fornecidas pelo CDTN/CNEN e de fosfogesso de empresa produtora de fertilizantes. O equipamento utilizado para o presente estudo foi um espectrômetro portátil. Durante as medições, os espectros e as doses obtidas podiam ser acompanhados em tempo real pelo HDC. Os valores de doses relativas às amostras de areia e fosfogesso foram obtidos a partir dos espectros gama. Os resultados obtidos mostraram que todas as areias são úteis para trabalhos de irradiação de detectores. Com relação ao fosfogesso, a dose obtida foi bem menor. Isto significa que, embora o material seja responsável por dose maior que a ambiental, seu uso prático para irradiação de detectores não é viável devido a questões estatísticas. O trabalho propiciou obter as informações de interesse sobre as areias, já utilizadas em laboratórios da UTFPR e sobre amostra de fosfogesso, que podem ser utilizadas como fontes radioativas para pesquisas.

PALAVRAS-CHAVE: Areia. Fosfogesso. Espectrometria Gama.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

In UTFPR laboratories, natural radiation present in sand samples is used as an alpha source for the irradiation of CR-39 detectors. This work aims to characterize the dose ($\mu\text{Sv/h}$) obtained by gamma spectrometry of sand samples supplied by CDTN/CNEN and phosphogypsum from a fertilizer producer. The equipment used for the present study was a portable spectrometer. During the measurements, the spectra and doses obtained could be tracked in real time by the HDC. Dose values for sand and phosphogypsum samples were obtained from the gamma spectra. The results showed that all sands are useful for detector irradiation work. Regarding phosphogypsum, the dose obtained was much lower. This means that although the material is responsible for a larger than environmental dose, its practical use for detector irradiation is not feasible due to statistical issues. The work provided information of interest about the sands, already used in UTFPR laboratories and about phosphogypsum samples, which can be used as radioactive sources for research.

KEYWORDS: Sand. Phosphogypsum. Gama Spectrometry.

INTRODUÇÃO

A maior parte da dose radioativa recebida por um ser humano durante a vida é advinda de radioatividade natural presente em solos e rochas (UNSCEAR, 2000). Parte significativa desta radioatividade é oriunda dos chamados radionuclídeos primordiais: ^{226}Ra , ^{232}Th e ^{40}K (EISENBUD, 1987).

Em grande parte dos minerais e rochas, a concentração de ^{232}Th está entre 7Bq/kg e 50Bq/kg (STEINHÄUSLER, 1994). Entretanto, em diversas regiões, essa concentração pode chegar a 500Bq/kg. No Brasil, existem regiões com anomalias de concentração de tório no solo, a exemplo de praias com areias monazíticas e do grupo das sílicas (UNSCEAR, 2000; MACHADO et al., 2009), materiais dos quais o país é considerado um importante depósito (RIEDEL e EISENMENGER, 1999).

Os radionuclídeos naturais presentes em solos são significantes para a dose ambiental recebida pela população mundial. Dessa forma, medidas de concentração de radônio-222 e rádio-226 são essenciais para se caracterizar os radionuclídeos em materiais de construção, com enfoque em materiais de construção que contêm fosfogesso em substituição ao gesso (EPA, 2003; FATHIVAND e AMIIDI, 2006); uma vez que representam 50% da dose de exposição à radiação (UNSCEAR, 2000).

Em ambiente laboratorial, a radiação natural presente em amostras de areia pode ser aproveitada de diversas maneiras. Nos laboratórios da UTFPR, a radiação natural presente em amostras de areia cedidas pelo CDTN/CNEN é utilizada como fonte alfa para a irradiação de detectores CR-39. É usual utilizar desta irradiação para realizar calibração e estudos de eficiência de métodos e equipamentos.

A espectrometria gama permite, por um método analítico, a identificação e a quantificação de isótopos que emitem raios gama. Por meio de uma única medição, que não necessita de muito preparo prévio, a espectrometria possibilita o reconhecimento de diversos elementos em uma amostra (ZHAO et al., 2006).

As emissões gama advindas dos radionuclídeos presentes na amostra são captadas pelos materiais componentes do detector de radiação. Após a captura, as emissões são transformadas em sinais elétricos, aumentadas e processadas por software próprio do equipamento; que gera um espectro de contagens de emissões em função de sua energia.

Este trabalho tem como objetivo realizar a caracterização da dose ($\mu\text{Sv/h}$) obtida por espectrometria gama de amostras de areia fornecidas pelo CDTN/CNEN e de fosfogesso de empresa produtora de fertilizantes. O interesse se deve ao fato das amostras poderem ser utilizadas como fontes radioativas para pesquisas a serem realizadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O equipamento utilizado para o presente estudo foi o *Spectrometric Backpack- based Radiation Detector model AT6101C*, um espectrômetro portátil alocado no interior de uma mochila. O espectrômetro possui um HDC (computador

portátil), na Figura 1 no canto inferior direito, no qual é possível definir as configurações do aparelho, bem como acompanhar em tempo real as medições realizadas.

As amostras utilizadas no estudo foram padronizadas em massa de 500g e armazenadas em recipientes Marinelli com volumes de 500mL a 1000mL, conforme imagem da Figura 1 (esquerda).

A massa das amostras foi mensurada com o uso de uma balança eletrônica do modelo SF-400, precisão de 1g. Após a pesagem, as amostras foram lacradas; permanecendo dessa forma por aproximadamente 4 semanas. Esse procedimento faz com que o equilíbrio radioativo das séries ^{238}U e ^{232}Th seja alcançado.

A espectrometria iniciou com a calibração do detector, utilizando uma fonte de ^{40}K . Após a calibração, as 4 amostras de areia e 2 amostras de fosfogesso foram medidas por 600 segundos pelo espectrômetro AT6101C. Durante as medições, os espectros e as doses obtidas podiam ser acompanhados em tempo real pelo HDC, conforme ilustrado na Figura 1 (direita).

Figura 1 – Posicionamento de frasco Marinelli com relação ao detector gama (esquerda) e espectro gerado em tempo real no HDC (direita)

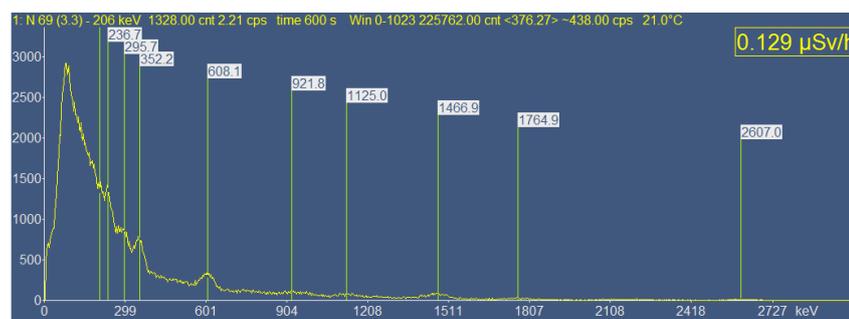


Fonte: Autoria própria

RESULTADOS E DISCUSSÕES

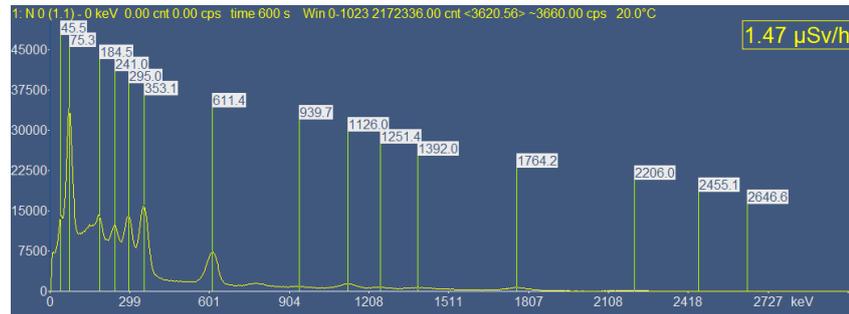
Os valores de doses relativas às amostras de areia e fosfogesso foram obtidos a partir dos espectros gama ilustrados nas Figuras 2 a 6.

Figura 2 – Espectro obtido para a areia C1 (CDTN/CNEN)



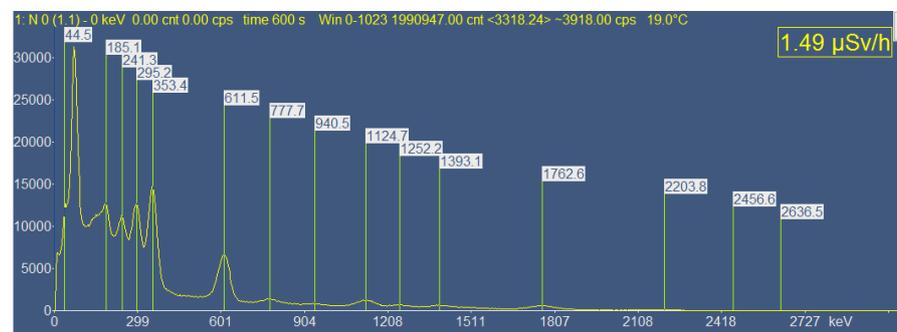
Fonte: Autoria própria

Figura 3 – Espectro obtido para a areia A6 (CDTN/CNEN)



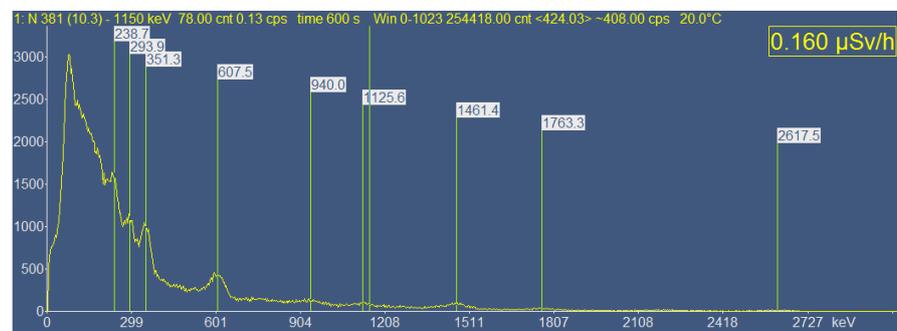
Fonte: Autoria própria

Figura 4 – Espectro obtido para a areia D9 (CDTN/CNEN)



Fonte: Autoria própria

Figura 5 – Espectro obtido para a areia C (CDTN/CNEN)



Fonte: Autoria própria

Figura 6 – Espectro obtido para o fosfogesso (indústria de fertilizantes)



Fonte: Autoria própria

Na Tabela 1 é possível observar os resultados das doses em $\mu\text{Sv/h}$ das áreas radioativas e do fosfogesso analisados.

Tabela 1 – Resultados das doses em $\mu\text{Sv/h}$ das áreas e do fosfogesso.

	AREIA C1	AREIA A6	AREIA D9	AREIA C	FOSFOGESSO
Doses ($\mu\text{Sv/h}$)	0,129	1,470	1,490	0,160	0,076

Fonte: Autoria própria

Observa-se que as doses obtidas por meio de amostras de areias monazíticas obtidas pela UTFPR, por intermédio do CDTN/CNEN são compatíveis com o uso das mesmas como fontes radioativas para estudo de detectores. Mesmo as areias C e C1, com doses de 0,129 e 0,160 $\mu\text{Sv/h}$, respectivamente, são consideradas úteis para irradiação de detectores.

As areias A6 e D9, com doses de 1,47 e 1,49 $\mu\text{Sv/h}$, respectivamente, podem ser usadas, desde que com tempo de exposição curta, para não sobrecarregar os detectores. Já que produzem muitos traços nucleares. O fosfogesso também poderia ser usado, mas tendo em vista uma provável quantidade de traços nucleares pequena, o que pode não ter confiança em termos estatísticos.

CONCLUSÕES

Com relação à caracterização das amostras de areias radioativas, com o intuito de uso das mesmas para obtenção de dose, os resultados obtidos mostraram que todas as areias são úteis para trabalhos de irradiação de detectores.

Com relação ao fosfogesso, a dose obtida foi bem menor. Isto significa que, embora o material seja responsável por dose maior que a ambiental, seu uso prático para irradiação de detectores não é viável devido a questões estatísticas relacionadas a quantidade de traços possíveis gerados na exposição.

O trabalho propiciou obter as informações de interesse sobre as areias, já utilizadas em laboratórios da UTFPR e sobre amostra de fosfogesso, que podem ser utilizadas como fontes radioativas para pesquisas a serem realizadas.

REFERÊNCIAS

EPA – **United States Environmental Protection Agency**. EPA Assessment of Risks from Radon in Homes, Report EPA 402-R-03-003, 2003

EISENBUD, M.; GESELL, T. **Environmental Radioactivity From Natural, Industrial and Military Sources**. 4a ed. Califórnia: Academic Press, 1997.

FATHIVAND, A. A.; AMIDI, J. The natural radioactivity in the bricks used for the construction of the dwelling in Tehran areas of Iran. **Radiation Protection Dosimetry Advance Acess**. p. 391-393, 2006.

MACHADO, F.B.; MOREIRA, C.A.; ZANARDO, A.; ANDRE, A.C.; GODOY, A.M.; FERREIRA, J.A.; GALEMBECK, T.; NARDY, A.J.R.; ARTUR, A.C.; OLIVEIRA, M.A.F.
Enciclopédia Multimídia de Minerais. [on-line]. ISBN: 85-89082-11-3.

RIEDEL, W.; EISENMENGER, A Problems in monitoring for thorium intakes by workers. *KERNTECHNIK*, v. 64, n. 1-2, p. 72-85, 1999.

STEINHÄUSLER, F.; HOFMANN, W. e LETTNER, H. Thoron exposure of man: Negligible issue?, *Radiation Protection Dosimetry*. v. 56, 127-131, 1994.

UNSCEAR – **United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.** Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Vol I: Sources. New York: United Nations, 2000.

ZHAO, Y.; ZHANG, Z.; FENG, W. Toxicology of Nanomaterials, [on-line]. IBSN 9783527689125, 2016.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, à Fundação Araucária e ao CNPq, bem como ao Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN/CNEN) pela permanente colaboração.