

## A RADIOATIVIDADE NO FOSFOGESSO

Lucia H. C. Silva\*, Roosevelt Rosa\*, Maria L. Godoy\*, Maria H. T. Taddei\*\* e Eliana C. S. Amaral\*

\*Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD - CNEN  
Caixa Postal 37750  
22642-970 Rio de Janeiro, Brasil

\*\*Coordenadoria do Laboratório de Poços de Caldas - COLAB - CNEN  
Caixa Postal 913  
37701-970 Minas Gerais, Brasil

### RESUMO

A indústria brasileira de fertilizantes fosfatados utiliza como matéria-prima o ácido fosfórico, produzido a partir da digestão ácida de rochas fosfáticas, gerando da ordem de 3 milhões de toneladas anuais de gesso como subproduto, denominado fosfogesso. A utilização deste material tem sido estimulada, não só pelas vantagens na construção civil e o aumento de produtividade na agricultura, como para reduzir o impacto ambiental decorrente da sua deposição nas circunvizinhanças das indústrias. No entanto, como as rochas fosfáticas contêm teores de urânio e tório associados, durante o processamento os radionuclídeos naturais são redistribuídos para os produtos e subprodutos. Desta forma, para uma utilização ampla do fosfogesso é necessário sua caracterização do ponto de vista radiológico. Neste trabalho, são apresentados alguns resultados do teor de radionuclídeos das séries do urânio e tório em amostras de fosfogesso de empresas representativas do mercado nacional.

### I. INTRODUÇÃO

As indústrias produtoras de ácido fosfórico no Brasil, utilizam o processo conhecido como “via úmida”. Nesse processo o ácido fosfórico é obtido pela reação de um ácido forte, normalmente ácido sulfúrico, com o concentrado de rocha fosfática. Dessa reação resulta como subproduto o  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , conhecido como fosfogesso.

Nesta reação o equilíbrio secular entre os radionuclídeos naturais presentes na rocha fosfática é rompido e ocorre a redistribuição dos radioisótopos entre o ácido e o fosfogesso.

Para cada tonelada de ácido fosfórico produzida são geradas de 4 a 5 toneladas de fosfogesso que são estocadas em pilhas junto às unidades produtoras. A produção anual de fosfogesso no Brasil é da ordem de 3 milhões de toneladas e, no ano 2000 a quantidade estocada deverá totalizar 80 milhões de toneladas [1].

Tendo em vista o impacto ambiental potencial decorrente desta estocagem e o alto custo de seu gerenciamento, entre outros, foram estudadas alternativas

para o uso deste material, sendo os principais a aplicação na agricultura e na construção civil.

A avaliação dos riscos radiológicos decorrentes dessas aplicações deve ter como base o conhecimento das concentrações de atividade dos radionuclídeos no material. No IRD está sendo conduzido um trabalho para avaliar o impacto econômico-ambiental da utilização do fosfogesso como insumo agrícola e o impacto em termos de dose efetiva individual de sua utilização na construção civil [2,3].

Neste trabalho apresentaremos alguns resultados da concentração de atividade de urânio, tório e isótopos de rádio em amostras de fosfogesso de processo e de pilha de duas empresas, responsáveis por mais de 50% da produção nacional.

### II. MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras de fosfogesso foram coletadas em empresas representativas do mercado nacional e analisadas quanto ao teor dos radionuclídeos naturais de importância

sob o ponto de vista de radioproteção. As amostras do fosfogesso recente, denominado de processo, foram coletadas de acordo com os procedimentos de controle de qualidade utilizados pelas empresas. No caso das amostras mais antigas, denominadas de pilha, optou-se por uma amostragem aleatória em vários locais até 2 metros de profundidade, uma vez que a profundidades superiores a presença de água inviabilizou a coleta.

As amostras foram secas a 100°C, homogeneizadas e quarteadas, segundo procedimentos de preparo adotados pela COLAB [4]. Foram combinadas por níveis de profundidade, resultando em um total de cerca de 100 amostras compostas, analisadas através da utilização dos procedimentos radioquímicos descritos na referência [5].

Os dados individuais [2] foram tratados estatisticamente utilizando o programa computacional GRAF, verificando-se que seguem uma distribuição log-normal [6].

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 1 e 2 apresentam os valores médios dos teores dos radionuclídeos obtidos para o fosfogesso de pilha e de processo respectivamente.

TABELA 1. Valores médios da concentração de atividade de radionuclídeos naturais no fosfogesso de pilha

Radionuclídeo	Empresa A (Bq/kg)	Empresa B (Bq/kg)
<sup>238</sup> U	14 (1,4)	77 (1,2)
<sup>226</sup> Ra	65 (1,3)	184 (1,8)
<sup>228</sup> Ra	54 (1,6)	154 (2,0)
<sup>232</sup> Th	30 (1,4)	174 (1,3)

( ) desvio geométrico

TABELA 2. Valores médios da concentração de atividade de radionuclídeos naturais no fosfogesso de processo

Radionuclídeo	Empresa A (Bq/kg)	Empresa B (Bq/kg)
<sup>238</sup> U	18 (1,4)	54 (1,1)
<sup>226</sup> Ra	91 (1,3)	108 (1,6)
<sup>228</sup> Ra	112 (1,5)	198 (1,8)
<sup>232</sup> Th	39 (1,4)	214 (1,2)

( ) desvio geométrico

Nota-se que o fosfogesso gerado pelas duas empresas são diferentes no que se refere às concentrações de radionuclídeos naturais, como esperado, devido ao processamento de rochas fosfáticas de diferentes origens.

Observa-se a inexistência de equilíbrio entre as concentrações dos radionuclídeos, como conseqüência do processamento do concentrado de rocha fosfática, no qual ocorre a partição dos elementos presentes segundo suas características químicas.

O comportamento apresentado segue, de forma geral, o encontrado na literatura, onde os isótopos de rádio se concentram no fosfogesso enquanto o urânio segue com o ácido fosfórico [7].

Os níveis de <sup>226</sup>Ra e <sup>228</sup>Ra encontrados, são compatíveis com os resultados obtidos por Godoy, em 1989, para fosfogesso produzido no Brasil [8].

O <sup>232</sup>Th, apresentou nas amostras da empresa A, o mesmo comportamento do urânio, porém, a empresa B, não seguiu esse padrão, observando-se concentrações de atividade de <sup>228</sup>Ra inferiores às de <sup>232</sup>Th, ao contrário do esperado [7].

Essa diferença motivou a pesquisa das causas para estes resultados, iniciando-se então estudos em conjunto com o CETEM, cujos dados preliminares mostram a presença do Th numa estrutura cristalina complexa e muito resistente ao ataque ácido.

Comparando-se os resultados referentes a fosfogesso de pilha e de processo de cada empresa notam-se também diferenças acentuadas. Essa variação decorrem do fato das amostras de fosfogesso de processo terem sido coletadas imediatamente após a sua formação, portanto logo após o rompimento do equilíbrio radiológico, enquanto o fosfogesso estocado nas pilhas vem sendo depositado ao longo dos anos. Este último sofre a ação do intemperismo bem como das águas ácidas em contato com as pilhas, que contribuem para as modificações nas concentrações dos radionuclídeos presentes.

Embora as amostras de fosfogesso de pilha tenham sido coletadas a diferentes profundidades, não se pode concluir sobre a possível estratificação do material pelo processo de deposição.

O teor dos radionuclídeos encontrados e os desequilíbrios observados mostraram a importância de se efetuar uma caracterização mais ampla do fosfogesso quanto ao teor dos isótopos de urânio e tório e do <sup>210</sup>Pb e <sup>210</sup>Po de forma a viabilizar os estudos de avaliação de impacto em andamento.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às empresas que permitiram a realização da coleta de amostras de fosfogesso e ao corpo técnico da COLAB e do IRD pelo preparo e análise das amostras de fosfogesso.

results of concentrations of uranium, thorium and radium in phosphogypsum samples, from representative fertilizers national industries.

## REFERÊNCIAS

- [1] Malavolta, E., **O gesso agrícola no ambiente e na nutrição da planta - Perguntas & respostas**. Anais do II seminário sobre o uso do gesso na agricultura, p 41-66, 1992.
- [2] Silva, L. H. C., **Aspectos econômico-ambientais do uso do fosfogesso na agricultura**. Tese de mestrado. COPPE/UFRJ, 130p, 1997.
- [3] Rosa, R., **Avaliação do impacto radiológico do uso do fosfogesso na construção civil**. Tese de mestrado (em desenvolvimento). Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, UFRJ, 1997.
- [4] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, **Amostragem de Minério Nuclear**. 1º Projeto de Norma nº 20:05.001.001, 1990.
- [5] Godoy, J.M., Godoy, M. L. & Carvalho, Z. L., **Development of a sequential method for the determination of  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  and  $^{210}\text{Pb}$  in environmental samples**. Journal of Radioanal. and Nuclear Chem., 182 (1), p 165-169, 1994.
- [6] Conti, L.F., **Programa de análise estatística e gráfica de dados, GRAF**. Instituto de Radioproteção e Dosimetria, 1989.
- [7] Roessler, C.E., **Control of radium in phosphate mining, beneficiation and chemical processing**. IAEA, Technical Report Series 310, p 269-279, 1990.
- [8] Godoy, J.M.O., **Determination of  $\text{Ra}^{226}$  and  $\text{Ra}^{228}$  in gypsum**. Ciência e Cultura 41, p 86-87, 1989.

## ABSTRACT

The Brazilian fertilizers phosphate industry uses as a raw material the phosphoric acid, obtained by acid attack of phosphate rock, producing 3 million of tones per year of gypsum as a by-product, named phosphogypsum. The use of this material has been stimulated due to its the advantages as a construction material and as a fertilizer and to reduce the environmental impact caused by its disposal in the facilities neighborhood. Since the phosphate rocks have uranium and thorium associated, during the processing the natural radionuclides are redistributed trough product and by-products. Thus, for a wide utilization of phosphogypsum a radiological characterization is necessary. This paper presents some