



# Emanação de radônio-222 em fosforito uranífero de Pernambuco

M. L. O. Santos; E. J. França; D. S. Amaral; K. E. M. Silva;

C. A. Hazin, E. E. G. Farias

*Serviço de Monitoração Ambiental/ Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste, 50730120, Recife-PE, Brasil  
emersonemiliano@yahoo.com.br*

## RESUMO

A concentração de atividade do radônio-222 radioativo disponível para transporte até a superfície por meio do espaço poroso pode ser definida como emanção de radônio. Proveniente do decaimento de rádio-226, cuja meia-vida é 1850 anos, possui associação com o desenvolvimento de neoplasias, como câncer de pulmão. Na Região Metropolitana do Recife, rochas sedimentares conhecidas por fosforito são conhecidas desde 1959, assim, a partir da caracterização radiométrica do Município de Paulista e Igarassu, em Pernambuco, foram realizados ensaios de emanção, tendo como objetivo determinar o poder de emanção do radônio em amostras de fosforito uranífero da Região Metropolitana do Recife. Inicialmente, 6 amostras independentes de fosforitos com concentração de atividade de  $^{226}\text{Ra} > 400 \text{ Bq kg}^{-1}$  foram cominuídas. Porções de 5g fossem acondicionadas em câmara de radônio com 500 mL de volume para as medições. O ajuste linear do modelo convergiu após 200 interações com seleção do melhor ajuste pelo teste Chi-Quadrado, por meio do programa Origin® 8.0. Após análise das amostras, o poder de emanção do radônio foi estimado na faixa de 7% a 15%, com valor médio 10,8%. A metodologia empregada para a determinação dos parâmetros de emanção em amostras de fosforito uranífero mostrou-se adequada, observando-se relação inversamente proporcional entre a concentração do rádio-226 e o poder de emanção.

Palavras-chave: Emanação, Radônio-222, Fosforito Uranífero.

## 1. INTRODUÇÃO

Na Região Metropolitana do Recife (RMR) existem rochas sedimentares de origem marinha conhecidas por fosforitos, em que a presença de urânio é conhecida desde 1959 [1]. O rádio-226 dessas rochas, a partir do seu decaimento, forma radônio-222, o qual está associado, quando inalado, ao aumento da probabilidade do desenvolvimento do câncer de pulmão em indivíduos [2].

Após ser gerado no interior da matriz mineral do fosforito, o  $^{222}\text{Rn}$  migra para os macroporos do solo por meio de emanção e sofre difusão [2]. Posteriormente, parte desse gás é exalada para atmosfera. A emanção de  $^{222}\text{Rn}$  pode ser definida como a fuga do gás após o decaimento de átomos de  $^{226}\text{Ra}$  do interior do grão do solo para os espaços porosos [2].

A porção que migra é denominada Poder de Emanção (PE) conforme a denominação de Sakoda et al. [2], estando relacionada com o número de núcleos de radônio produzidos e os núcleos emanados, sendo expressa como uma percentagem do total de produção do radônio [4]. O objetivo determinar o poder de emanção do radônio em amostras de fosforito uranífero da Região Metropolitana do Recife.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

No período entre os anos de 1960 e 1980 várias pesquisas foram executadas pelo DNPM/CPRM, por meio de furos de sondagem, para caracterizar a camada de fosforito uranífero [1]. A perfilagem também possibilitou avaliar a continuidade da camada ao longo da Bacia Paraíba. Os perfis desses furos, posteriormente à coleta, foram seccionados, catalogados e armazenados na Litoteca do DNPM-PE (Departamento Nacional de Produção Mineral em Pernambuco). Os perfis IG-01, IG-02, PL-01 e PL-03 foram pesquisados com o auxílio de cintilador sólido portátil [1] para a seleção das amostras de rochas de fosforitos uraníferos.

### 2.2 Amostragem e preparação da amostra

As amostras de fosforito uranífero, PL-01-PE e PL-03-PE [1], foram amostrados no Município de Paulista, distante 17 km a norte da capital pernambucana, Recife e as amostras IG-01 e IG-02 foram amostrados no Município de Igarassu, localizado na Região Metropolitana do Recife a 29 km a Norte da capital. Estas amostras foram coletadas por meio de furos de sondagem.

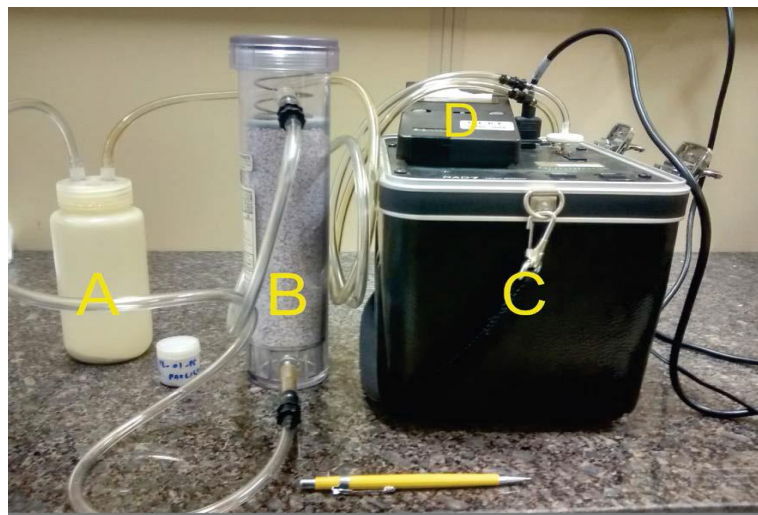
Inicialmente, amostras independentes dos fosforitos com concentração de atividade  $>400 \text{ Bq kg}^{-1}$  foram cominuídas por meio de almofariz e pistilo e posteriormente passaram por peneira de 2 mm para garantir que o processo de difusão do gás ocorresse apenas por emanção. Porções analíticas de 5g de amostras foram então separadas para análise a partir de uma câmara de emanção.

### 2.3 Determinação do crescimento de radônio-222 em câmara de emanção

Para analisar a emissão do radônio em fosforito, porções analíticas foram acondicionadas em uma câmara de emissão de radônio com volume de 500 mL para as medições (Figura 1), na qual sua saída foi acoplada ao dessecante de sulfato de cálcio (Figura 1B) e a entrada da amostra de ar no detector RAD7 (Figura 1C), utilizado para verificar o crescimento do gás no sistema.

Na câmara de emissão, o ar contendo  $^{222}\text{Rn}$  gerado pela amostra passa através do dessecante para remoção da umidade e é injetado na câmara de detecção do RAD7<sup>®</sup>, na qual as partículas alfa do decaimento dos filhos de meia-vida curta do radônio ( $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Po}$  e  $^{214}\text{Bi}$ ) são detectadas. O sistema digital determina a concentração de radônio no interior da câmara e após a análise, o sistema devolve a amostra de ar à câmara de emissão.

**Figura 1:** Sistema de medição da emissão de radônio. (A) Câmara de emissão; (B) Coluna de dessecante; (C) Detector RAD7<sup>®</sup>; (D) Impressora portátil



Fonte: Autor.

### 2.3.1 Cálculo do poder de emissão de radônio

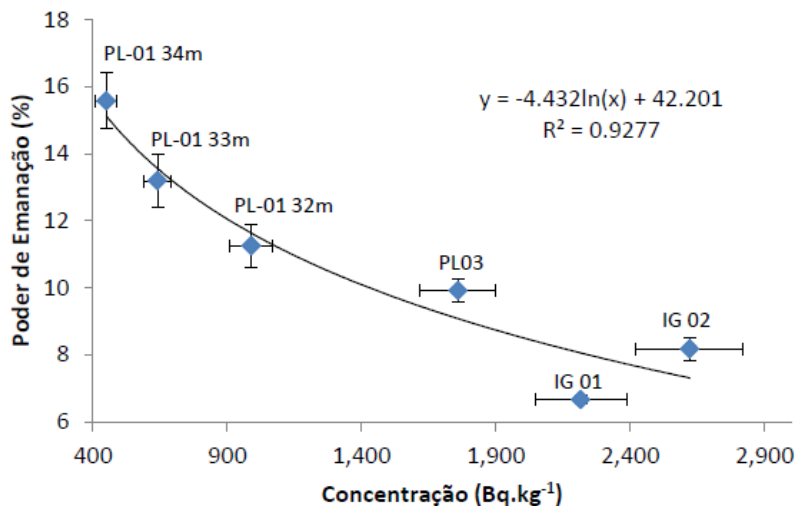
A taxa de emissão mássica do radônio-222, detalhes em Farias [5], foi determinada para estimar o poder de emissão do radônio para as amostras de fosforitos uranífero. A emissão é comumente expressa sob a forma do poder de emissão ( $\epsilon$ ). Contudo, para o cálculo é necessário determinar a concentração de  $^{226}\text{Ra}$  ( $\text{Bq kg}^{-1}$ ) e a taxa de exalação mássica, pois o  $\epsilon$  é dado pela razão entre o número total de núcleos de radônio exalados pela amostra ( $N_e$ ) e o número total de núcleos de radônio gerados pelo  $^{226}\text{Ra}$  presente na matriz ( $N_g$ ).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O poder de emissão do radônio foi estimado para as amostras de fosforitos uranífero, conforme mostra a Figura 2, o qual situou-se na faixa de 7% a 15%, com valor médio de 10,8%. Para

rochas, os valores do poder de emissão de  $^{222}\text{Rn}$  são geralmente menores ou iguais a 50%, contudo, nas regiões de distúrbio tectônico, são aceito valores de poder de emissão iguais a 100 % [3,4]. Este poder é dependente dos fatores petrofísicos da rocha-fonte, particularmente ligados à porosidade e permeabilidade, assim como às concentrações de atividade dos isótopos precursores de radônio [3,4].

**Figura 2:** Concentração de atividade de  $^{226}\text{Ra}$  e poder de emissão de  $^{222}\text{Rn}$  para amostras de fosforito uranífero da RMR



Fonte: Autor.

Para solos, Nazaroff et al. [6] indicaram uma faixa do PE de radônio entre 5% e 70%. Porém, segundo a UNSCEAR [7], o PE típico de solos é de 20%, valor corroborado por dados de revisão realizada por Sakoda et al. [2]. Na Figura 2 pode-se observar a relação inversamente proporcional entre a concentração de  $^{226}\text{Ra}$  e o poder de emissão do fosforito uranífero. Além da relação de proporcionalidade, pôde-se verificar um ajuste logarítmico feito no programa Microsoft Excel® 2010. Esse ajuste teve ótimo índice de correlação, representado por  $r^2=0,9277$ .

## 4. CONCLUSÕES

Foi possível observar uma relação inversamente proporcional entre a concentração do rádio-226 e o poder de emissão, sendo que essa proporcionalidade, para os dados apresentados aqui, seguiram uma função logarítmica.

## REFERÊNCIAS

1. SOUZA, E. M. *Estratigrafia da seqüência Clástica inferior (Andares comiciano-maastrichtiano inferior) da Bacia Paraíba e suas implicações paleoestratigráficas*. Tese de doutorado, UFPE-

CTG, 2006. Disponível em: [http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/ficha/params/id/29736896.html](http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/29736896.html), acessado em: 16 de janeiro de 2017.

2. SAKODA, A.; HANAMOTO, K.; ISHIMORI, Y.; KATAOKA, T.; KAWABE, A.; YAMAOKA, K. First model of the effect of grain size on radon emanation. **Appl. Radiat. Isotopes**, v.68, p.1169–1172, 2010.
3. PRZYLIBSKI, T.A. Estimating the radon emanation coefficient from crystalline rocks into groundwater. **Applied Radiation and Isotopes**, v.53, p.473-479, 2000.
4. COSMA, C.; DANCEA, F.; JURCUT, T.; RISTOIU, D. Determination of  $^{222}\text{Rn}$  emanation fraction and diffusion coefficient in concret using accumulation chamber and the influence of humidity and radium distribution. **Applied Radiation and Isotopes**, v. 54, p. 467-473, 2001.
5. FARIAS, E. E. G. **Exalação de radônio-222 em solos: parâmetros para modelagem e métodos de determinação**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 1-126, 2016.
6. NAZAROFF, W.W. Radon transport from soil to air. **Rev. Geophys**, v.30, p. 137–160, 1992.
7. UNSCEAR – United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing. **United Nations Publication**. New York, 2010.