



Determinação dos processos de enriquecimento e das concentrações de radônio em minas subterrâneas de fluorita e carvão do estado de Santa Catarina

C.E.L. Santos¹, R.V. Conceição¹, M.L. Vignol-Lelarge¹ & A.M. Xavier²

1 Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Instituto de Geociências-Caixa Postal 15001-igeo@ig.ufrgs.br

2 Comissão Nacional de Energia Nuclear-Caixa Postal 15016-cnen@ufrgs.br

Abstract The presence of radon (Rn) gas in the interior of underground mines occurs due to decay of uranium and thorium from rocks. When Rn-222, daughter of U-238, or Rn-220, daughter of Th-232, is aspirated by humans, their radioactive daughter can be concentrated in the lungs and emitted α particles are totally absorbed by the lung tissues. According to the National Committee of Radiological Protection, in the United States, 55% of the total human radioactive exposition is due to aspiration of Rn and their daughters. The concentration limits defined by the International Commission on Radiological Protection - ICRP N. 65 are between 500 and 1500 Bq/m³ to the galleries environment in underground mines. This work was performed to determine the Rn and the radioactive levels derived from the presence of this element in underground mines of fluorite and coal from the state of Santa Catarina, south Brazil. Our results, obtained using Solid State Nuclear Track Detectors (SSNTD), polycarbonate detector (LEXAN) and cellulose nitrate detector (CR-39) show that coal mine has low Rn levels, which are internationally acceptable. However, fluorite mines show results much higher than the interval concentration of 500 to 1500Bq/m³, established by the ICRP 65. We infer that this behavior is justified by the incompatible behavior of Rn and their daughter elements, which concentrate in the hydrothermal fluids related to the fluorite mineralization.

Keywords: Radon concentration, solid state nuclear track detectors, cellulose nitrate detector (CR-39), polycarbonate detector (LEXAN).

INTRODUÇÃO A existência de gás radônio (Rn) em minas subterrâneas ocorre devido a decaimento do urânio e do tório presente nas rochas. Quando há inalação de Rn-222, descendente do U-238 ou de Rn-220, descendente do Th-232, seus produtos de decaimento podem ser retidos nos pulmões e as partículas α emitidas são totalmente absorvidas pelos tecidos pulmonares. Estudos epidemiológicos internacionais envolvendo trabalhadores de minas subterrâneas de urânio e de outros bens minerais detectaram um aumento considerável de casos de câncer de pulmão nesse grupo de indivíduos.

De acordo com a Comissão Nacional de Proteção Radiológica dos Estados Unidos da América (Publicação NCRP 87), 55% da exposição total do homem à radioatividade natural é devida à inalação do radônio e de seus filhos.

O levantamento das concentrações de radônio-222 em ambientes de minas subterrâneas no Brasil vem sendo executado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, dentro de um projeto nacional, com a participação do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – IG/UFRGS.

Os limites de concentração preconizados pela *International Commission on Radiological Protection* - ICRP em sua publicação nº 65 estão entre 500 e

1500 Bq/m³ para esses ambientes de galerias de minas subterrâneas.

OBJETIVO Determinar os processos de enriquecimento de elementos radioativos em rochas bem como as concentrações de radônio e os níveis de radiação resultantes da presença desse elemento em minas subterrâneas de fluorita e de carvão no estado de Santa Catarina.

DETECTORES DE RADÔNIO EMPREGADOS

Para a determinação da concentração de radônio, foram utilizados dois tipos de detectores de traços nucleares (SSNTD), o de policarbonato LEXAN e o de nitrato de celulose CR39.

Esses detectores consistem essencialmente de pequenas câmaras circulares de ionização, contendo um ou mais filmes plásticos. O gás radônio penetra naturalmente na câmara e o decaimento do próprio Rn e de seus descendentes resulta em traços sub-microscópicos das partículas alfa no plástico. Esses traços são realçados por meio de um ataque eletroquímico, para o LEXAN, e de um ataque químico, para o CR-39, para que possam ser contados em microscópio óptico. A obtenção dos dados, dependendo das concentrações a serem determinadas, exige tempos de exposição que variam de 90 a 180 dias.



MATERIAIS E MÉTODOS Os detectores passivos de radônio são instalados em galerias, corredores de acesso, salas de reunião, almoxarifados, oficinas e *shafts*, locais esses de maior circulação de pessoas. O período de permanência dos detectores na mina é estabelecido pelos detectores temporizadores, que são coletados cerca de 20 dias após sua instalação e que, depois de revelados e interpretados, permitem inferir o tempo ideal de exposição dos demais detectores.

Após o período de exposição, os detectores são coletados e enviados aos laboratórios da CNEN e do IG/UFRGS.

O tratamento dos detectores tipo LEXAN consiste num banho químico com adição de corrente elétrica em um ataque eletroquímico por solução de KOH 8M/etanol (4:1) sob corrente elétrica a 800 V, 3 kHz visando a revelação das lesões latentes provocadas pelo radônio na superfície do filme plástico do detector LEXAN. E para os detectores do tipo CR-39, por meio de um ataque químico com solução de hidróxido de potássio, KOH 30%.

Com isso as lesões que se apresentam em tamanho extremamente reduzido, em torno de ângstrons, passaram a ter após o ataque eletroquímico um tamanho aproximado de 150 μm , possibilitando uma visualização da densidade dos traços na superfície do detector em leitor de micro-fichas. Os traços registrados no detector CR-39 por terem dimensões muito reduzidas, mesmo após o ataque químico, são quantificados no microscópio óptico comum.

RESULTADOS Os resultados obtidos, até o presente, para uma mina de carvão e outra de fluorita, variam muito de um bem mineral para outro. Na Tabela 1 observam-se os pontos e valores de concentração de cada ambiente estudado, para uma mina de carvão, na região de Criciúma/SC.

Ponto	Concentração Bq/m^3
Galeria G1/T1 - Exaustão	58 \pm 6
Galeria G6/T74 - Refeitório	50 \pm 6
Galeria G6/T59 - Dist. Energia	54 \pm 6
Galeria 5 T26/T27 - Eixo SN1	43 \pm 6
Galeria G4/T23 - Borracharia	49 \pm 6
Galeria 2/T4 - Área Desativada	62 \pm 6
Rampa G5 - Galeria de Acesso	42 \pm 6

Tabela 1. Dados para uma mina de carvão na região de Criciúma/SC

Na Tabela 2 observam-se os pontos de instalação dos detectores e valores de concentração de cada ambiente estudado, para uma mina de fluorita, na região de Criciúma/SC.

Ponto	Concentração Bq/m^3
N152 - Frente de Lavra	3512 \pm 60
N152 - Acesso p Rampa 3	2702 \pm 53
N152 - Cruz. estrutura 1	1958 \pm 45
N152 - Oficina mecânica	1817 \pm 43
N152 - Mesa do café	1310 \pm 37
N102 - Acesso p Rampa 1	2024 \pm 46
N102 - Sala do Café	1100 \pm 34
Outdoor - Garagem	43 \pm 9

Tabela 2. Dados para uma mina de fluorita na região de Criciúma/SC

CONCLUSÕES Observou-se na análise dos resultados, que a mina de carvão apresenta valores de concentração baixos e internacionalmente aceitáveis para o radônio. A mina de fluorita, no entanto, apresenta valores de concentração para o radônio muito acima do intervalo de concentração de 500 a 1500 Bq/m^3 preconizado pelo ICRP 65.

Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que os elementos terras raras actínídeos (ETRA), entre eles o urânio e do tório, possuem um caráter incompatível, concentrando-se em rochas mais diferenciadas, e em alguns bens minerais que são produtos de atividade hidrotermal dessas rochas, como por exemplo, a fluorita.

ETAPAS POSTERIORES Para determinação dos processos de enriquecimento de radônio em minas subterrâneas de fluorita e carvão do estado de Santa Catarina, serão realizadas análises mineralógicas e de teores de elementos-traço em amostras de rochas e minerais coletados nessas minas. Posteriormente os dados obtidos por meio dessas análises serão correlacionados com os teores de radônio apresentados nas Tabelas 1 e 2.



Referências

- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Source. Viena, 1996.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Radiation protection against radon in workplaces other than mines. Viena, 2003.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication No. 60. Pergamon Press, Oxford and New York. 1991.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Protection Against Radon-222 at Home and Work. ICRP Publication 65. Pergamon Press, Oxford and New York. 1993.
- TÉCNICA DE MEDIDA DE RADÔNIO NO AR UTILIZANDO UM DETECTOR PLÁSTICO DE TRAÇOS. J.F.A. Pereira, J.J.S. Estrada, D.A.C. Binns e M. Urban. IRD/CNEN. RJ, 1983.
- UNSCEAR 2000 – United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation – UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly; Vol.1; Annex B- *Exposures from Natural Radiation Sources* - United Nations, 2000.
- VEIGA L.H.S., MELO V., KOIFMAN S., AARAL E.C.S. 2004. High radon exposure in a Brazilian underground coal mine. *J. Radiol.Prot.* **24**;295 – 305.