

Avaliação da Gênese do Radônio em Minas Subterrâneas Brasileiras

Talita O. Santos^{1,2,3}, Zildete Rocha³, Vandir A. Gouvea⁴, Paulo Cruz⁴, João B. Siqueira⁴, Gabriela B. D. de Araujo³, Vanderlei Vasconcelos³ e Arno H. Oliveira¹

¹ Departamento de Engenharia Nuclear – Escola de Engenharia – UFMG (talitaosantos@yahoo.com.br)

² Departamento de Anatomia e Imagem – Faculdade de Medicina - UFMG

³ Serviço de Meio Ambiente - CDTN/CNEN - MG

⁴ Coordenação de Controle de Matérias Primas e Minerais Nuclear – CNEN – RJ

Modalidade: Doutorado

1. INTRODUÇÃO

- Os radionuclídeos de ocorrência natural, urânio e tório seus produtos de decaimento, estão presentes em concentrações variadas nos materiais geológicos, especialmente em rochas e solos.
- Durante a abertura de minas subterrâneas, radionuclídeos de meia-vida longa e curta provenientes das séries naturais do urânio e tório são liberados e concentram-se tornando poluidores potenciais. Dentre esses, destaca-se o radônio e sua progênie que são considerados a principal fonte de exposição à radiação em minas subterrâneas.
- O radônio é produzido pelo decaimento do rádio presente no corpo mineral e por recuo emana da matriz sólida dos materiais para os interstícios entre grãos preenchido com ar ou água ou para os planos de fraturas das rochas. Por difusão e por convecção, é transportado das rochas para o interior das galerias através da circulação de ar (exalação) e de águas cuja concentração depende do embasamento rochoso, do volume relativo de água e da temperatura (coeficiente de partição). A importância de cada processo de transferência relaciona-se com as fraturas tectônicas e geológicas da formação e do comportamento hidrogeológico do aquífero nas operações de mineração.
- Em geral, a concentração de radônio varia consideravelmente dentro da mina. Alguns fatores contribuem para tal variabilidade como exemplo cita-se: as mudanças na taxa de exalação devida às alterações na diferença de pressão (induzida mecanicamente ou naturalmente), nas condições de trabalho e no grau de ventilação.

2. OBJETIVO

- Neste contexto, os autores pretendem avaliar a gênese geológica do ²²²Rn no interior de 6 minas subterrâneas brasileiras. Este trabalho é resultado de um projeto intitulado “Projeto Radônio” realizado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear e os resultados obtidos estabelecerão um banco de dados que subsidiarão a elaboração de uma norma brasileira específica.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

- Tipos de minas investigadas:

Algamatolito

Carvão

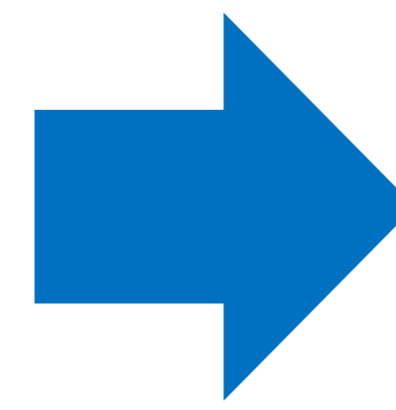
Esmeralda

Fluorita

Scheelita

Turmalina

- Procedimentos Experimentais:



As medições da concentração de radônio no ar foram executadas com dois detectores, são eles: o detector de traços nucleares CR-39 (Landauer) e o monitor AlphaGUARD (Saphymo GmbH, modelo PQ2000PRO)

As amostras de rochas foram analisadas no Laboratório de Trítio do CDTN/CNEN no detector de germânio hiperpuro Canberra, de eficiência 15%, geometria coaxial. Tal detector está localizado dentro de um laboratório com *background* reduzido, um dos menores do mundo.



As medidas da concentração de radônio em água foram realizadas com o detector RAD7 (DurrIDGE Company Inc.) a fim de obter a origem do radônio. As amostras de águas foram coletadas em condições peculiares: diretamente da rocha, sem entrar em contato com o ar.

4. RESULTADOS

Mina	Mine Situation	Concentração de Radônio (Bq.m ⁻³)			Atividade Específica de ²²⁶ Ra (Bq.kg ⁻¹)
		CR-39 [média (min-max)]	AlphaGUARD [média (min-max)]	RAD7 [média (min-max)]	HPGe [média (min-max)]
Mina A	Parada*	676 (599-1144) n = 5	2463 (528 - 4128)	487 (336 - 637) n=4	75 (41 - 120) n=4
Mina A	Em operação	1160 (507-1668) n = 4	714 (309 - 2088)	487 (336 - 637) ** n=4	75 (41 - 120) ** n=4
Mina B	Em operação	122 n = 1	113 (48 - 192)	25 (24 - 26) n=2	42 (1-182) n=5
Mina C	Em operação	985 (341-2913) n = 8	949 (584 - 1256)	851 (786 - 915) n=2	386 (196-517) n=7
Mina D	Parada*	779 (218-1256) n = 5	1442 (792 - 2288)	8 (6 - 9) n=3	22 (8-60) n=5
Mina E	Em operação	4153 (763-7384) n = 7	4964 (1392 - 10880)	6 (3 - 8) n=3	72 (11 - 297) n=5
Mina F	Em operação	316 (285-339) n = 6	327 (65 - 617)	13 (11 - 15) n=3	17 (11-25) n=4

n= número de medidas

* Em manutenção na data da visita

** Amostras coletadas durante a primeira visita

5. CONCLUSÃO

- De acordo com os resultados, a concentração de ²²²Rn variou consideravelmente de mina para mina e dentro da mesma mina.
- Concentrações de ²²²Rn acima do nível de ação de 1000 Bq.m⁻³ ocorreram em todas as minas, exceto nas minas B e F.
- Diante disso, recomenda-se que ações de mitigação sejam implementadas, como exemplo cita-se melhora na ventilação mecânica e escala de trabalho adequada, o que reduz o tempo de exposição dos mineiros.
- Nas minas A e C, as concentrações de ²²²Rn elevadas origina-se provavelmente da circulação de água no interior da mina.
- Nas minas D e E, os resultados sugerem que a exalação de ²²²Rn, principalmente, do pegmatito seja a causa dos níveis altos encontrados.
- Contudo, recomenda-se a condução periódica de medidas de radônio e da sua progênie, haja vista que as minas evoluem progressivamente.
- No contexto brasileiro, algumas minas ainda não foram investigadas; entretanto, isso faz parte dos trabalhos futuros dos autores.
- Nesse sentido, estudos futuros compreendem a identificação de outras minas com concentrações de ²²²Rn elevadas, a caracterização de fatores de equilíbrio e de aerossóis para condições referência de trabalho, a avaliação do risco correspondente ao ²²²Rn e a definição e a adoção de protocolos de medidas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear que ajudou a desenvolver esse estudo. Agradecimentos especiais à Maria da Glória M. Linhares, Rose Mary Marques Pinheiro (Laboratório de Trítio/CDTN) e a estudante Evelise G. Lara (Estudante de doutorado DEN/UFMG) pela ajuda nas análises. Agradecimentos especiais também aos funcionários das minas.