



## International Joint Conference Radio 2019

### Adaptação do LabMoveIRN do Exército Brasileiro para Medição de $^{232}\text{Th}$ em amostras de solo por Espectrometria Gama com Cintiladores NaI(Tl) tipo Poço

Oliveira<sup>a</sup> L. S. R., Izidorio<sup>b</sup> A. C. A. C., Vilela<sup>a</sup> P. R. T. V., Amorim<sup>a</sup> A. S., Balthar<sup>a</sup> M. C. V., Santos<sup>a</sup> A., Conceição<sup>c</sup> D. A. e Brigida<sup>a</sup> Z. A. A. G. S.

<sup>a</sup>IDQBRN/CTEx, <sup>b</sup>COPPE/UFRJ, <sup>c</sup>UCB-RJ

<sup>a</sup>Avenida das Américas 28705, Guaratiba - RJ

lucianosantarita@gmail.com

**Introdução :** A identificação da ocorrência de  $^{232}\text{Th}$ , pela medição das energias dos radioisótopos filhos  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{212}\text{Bi}$  e  $^{212}\text{Pb}$ , em seus locais de origem, fazendo uso do Laboratório Móvel para Identificação de Agentes Radiológicos e Nucleares - LabMoveIRN, pela discriminação de sua concentração ambiental normal e NORM [1] é importante para a atuação das equipes operacionais do Instituto de Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear (IDQBRN) do Exército Brasileiro, otimizando seu tempo de ação, além de reduzir a cadeia de custódia da amostra. Dada a dificuldade operacional do uso de detectores de HPGe no LabMoveIRN, está sendo realizada uma adaptação no laboratório a fim de seja possível a análise de  $^{232}\text{Th}$  em amostras de solo pela técnica de espectrometria gama utilizando detectores cintiladores [2] de NaI(Tl) tipo poço, bem como a caracterização da resposta deste detector cintilador em energia, resolução e eficiência para energia de até 3.000 keV.

**Metodologia :** O LabMoveIRN possui em sua configuração um castelo de chumbo, originalmente destinado a detectores de HPGe como mostra a Figura 1. A adaptação sugerida nesse trabalho possibilita uma geometria adequada para o uso de detectores cintiladores de NaI(Tl), tipo poço, com cristal de 3x3", onde será utilizada a técnica de espectrometria gama, com tempo de medição máximo de 7200 segundos. Para os ajustes e calibração em energia foram utilizadas fontes padrões de  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  e  $^{60}\text{Co}$  e ainda, um padrão líquido com coquetel dos radionuclídeos  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  e  $^{60}\text{Co}$  em uma geometria adequada para a cavidade do cintilador. Para os ajustes das curvas de calibração em energia, resolução e eficiência foram usadas as seguintes energias:  $^{241}\text{Am}$  (E=59,541 keV) e o pico soma do  $^{60}\text{Co}$  (E=2706,720 keV) para possibilitar um ajuste até 3.000 keV; Resolução e Eficiência:  $^{241}\text{Am}$  (E=59,541 keV),  $^{137}\text{Cs}$  (E=661,657 keV) e  $^{60}\text{Co}$  (E=1.173,228 keV e 1.332,492 keV).

**Figura 1:** Laboratório móvel radiológico e nuclear (Labmovel - RN)



Para avaliação dos ajustes das medições de  $^{232}\text{Th}$  em solo é utilizada uma amostra de 17g extraídas da Praia da Areia Preta, Município de Guarapari, estado do Espírito Santo, que apresentam concentrações de  $^{232}\text{Th}$  de  $7236 \pm 513 \text{ Bq.kg}^{-1}$  [3], possibilitando a resposta em medições de NORM, uma vez que a média mundial de concentração de  $^{232}\text{Th}$  em solo é inferior a  $64 \text{ Bq.kg}^{-1}$  [4]

**Resultados :** A identificação do radioisótopo  $^{232}\text{Th}$  pelo sistema de espectrometria com cintilador de NaI(Tl) tipo poço na amostra da Praia da Areia Preta foi alcançada pela medição das energias de seus radionuclídeos filhos [5]  $^{228}\text{Ac}$  (Energias em keV: 338,32, 463,004 911,204\* e 968,971\*),  $^{208}\text{Tl}$  (Energias em keV: 510,77\*, 583,187\* e 2614,511),  $^{212}\text{Bi}$  (1078,62 keV) e  $^{212}\text{Pb}$  (238,632keV).

O ajuste da curva de resolução foi realizado pela equação  $R(\%) = A.E^{(B.E+C.E^2)}$  onde  $A= 3,01819 \times 10$ ,  $B= 3,31504 \times 10^{-4}$  e  $C=1,33946 \times 10^{-7}$ . As resoluções obtidas com o ajuste para as energias de referência são mostradas na Tabela 1.

O ajuste da curva de eficiência foi realizado pela equação  $\epsilon=A.(B^E).E^C$  onde  $A=1,82598 \times 10^{-2}$ ,  $B=9,95219 \times 10^{-1}$  e  $C=9,61979 \times 10^{-1}$ . As eficiências obtidas com o ajuste para as energias de referência são mostradas na tabela 1.

**Tabela 1:** Energias, Resolução e Eficiência

Energia (keV)	Resolução (%)	Eficiência (%)
59,541	27,89	69,97
661,657	10,61	39,62
1173,228	7,21	5,37
1332,492	6,90	3,90

**Conclusões:** As medições realizadas no LabMovelRN do IDQBRN mostraram a confiabilidade de resposta do sistema de espectrometria com cintilador tipo poço para as medições e identificação de  $^{232}\text{Th}$ , na amostra com 17g, baseado nas energias dos radionuclídeos  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{212}\text{Bi}$  e  $^{212}\text{Pb}$  que estão presentes em seu decaimento, e é compatível com os procedimentos utilizados pelas equipes operacionais do IDQBRN nas ações em campo. A partir destes resultados, os autores pretendem dar continuidade à utilização do sistema de espectrometria estudado com o uso de outros detectores cintiladores, com tamanhos e geometrias de cristais diferentes, buscando otimizar e melhorar a resposta do sistema em resolução e eficiência.

#### Referências:

1. IAEA-TECDOC-1472, International Atomic Energy Agency, 2005. **Naturally Ocurring Radioactive Materials (NORM IV)**, Poland
2. MONTANHEIRO, M. N. S.; V. F.; NASCIMENTO Filho e PINTO F. A. – **Introdução à espectrometria gama**. Boletim Didático no 021, 1977, 37 p., CENA, Piracicaba, SP
3. AQUINO, R. R., 2010, **Avaliação da radioatividade natural em areias das praias da Grande Vitória, Espírito Santo** - dissertação de mestrado, IPEN/USP, SP
4. UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2000. **Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation**, United Nations, New York

5. TAUHATA, L.; SALATI, I. P. A.; DI PRINZIO, M. A. R. R. - **Radioproteção e dosimetria: Fundamentos 10a revisão** novembro/2014 - Rio de Janeiro - IRD/CNEN. 345p. ISBN: 978-85-67870-02-1