Utilização de uma câmara de ionização de grande porte, com grade para a identificação de amostras contendo emissores alfa

R. N. dos Santos*, E. R. Vitale* e F. Y. Hiodo**

*Departamento de Física, PUC-SP, Rua Marquês de Paranaguá, 111

01303-050, São Paulo, SP, Brasil

** Instituto Astronômico e Geofísico, USP, Rua do Matão, 1226 05508-900, São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 5 de setembro, 1994

O presente trabalho refere-se à utilização da técnica de espectrometria alfa envolvendo uma Câmara de Ionização de grande porte, com grade, cuja resolução permite a identificação de amostras radioativas contendo emissores alfa. Utilizando-se diversas fontes radioativas emissoras alfa foram encontrados diversos valores de energia que se ajustaram perfeitamente à reta de calibração da câmara. Medidas complementares com outros tipos de detectores comprovaram os resultados obtidos permitindo a identificação de alguns elementos da série radioativa do ^{233}U, cuja atividade é bastante baixa em relação ao pico principal.

This paper refers to a large magnitude gridded ionization chamber with high resolution used in the identification of alpha radioactive samples. Several values of α energy were found which matched perfectly well adjustment curve of the chamber. Many other aditional measures using different kinds of adjusted detectors were successfully obtained in order to confirm the results gotten in the experiments, thus leading to the identification of some elements of the ^{233}U radioactive serie.

Introdução

Nesta pesquisa se descreve a operação e as características de uma câmara de ionização, com grade, de grande porte (C.I.G.) do laboratório de Geofisica Nuclear IAG/USP. A partir do domínio desta técnica experimental pretende-se iniciar uma linha de pesquisa em espectrometria alfa utilizando-se detetores gasosos e sólidos.

A metodologia de espectrometria alfa, associada à técnica de diluição isotópica, tem demonstrado um grande potencial de aplicação em estudos geofísicos, uma vez que diversos radioisótopos das três séries radioativas naturais emitem partículas alfa (^{238}U, ^{234}U, ^{232}Th, ^{228}Th, etc), sendo que muitos deles apresentam atividades gama muito reduzidas ou nula.

Desta forma, tem-se condições de determinar as concentrações de diversos elementos naturais e mesmo artificiais (Pu e Am), bem como suas composições isotópicas mesmo, quando os radioisótopos emissores alfa estivessem presentes am baixas concentrações nas amostras[1-7].

Descrição dos equipamentos utilizados

A câmara de ionização de grande porte utilizada é constituída por um tubo cilíndrico de ferro niquelado de volume interno de 7263 cm^3, sendo que internamente possui altura de 22,0 cm e diâmetro de 21,0 cm e externamente altura de 28,5 cm e diâmetro de 28,0 cm (figura 1).

A câmara é preenchida com uma mistura de argônio (90%) e metano (10%) numa pressão de 0,8 atm. No seu interior estão dispostos três eletrodos:

- anodo: disco metálico circular de 13,0 cm de diâmetro e 3,0 mm de espessura localizado a 6,0 cm da base da tampa superior e a 3,0 cm da grade;
- grade: grade metálica com diâmetro interno de

13,0 cm com 100 fios paralelos (fios de Níquel-Cromo) espaçados de 1,0 mm e colocada a 6,0 cm do catodo;

• catodo: cilindro complementar de aço inoxidável de 15,5 cm de diâmetro com abertura central de 4,0 cm de diâmetro. Rosqueado na parte inferior da câmara tem-se o suporte da fonte radioativa de 5,5 cm de diâmetro e 15,8 cm de altura (figura 1).

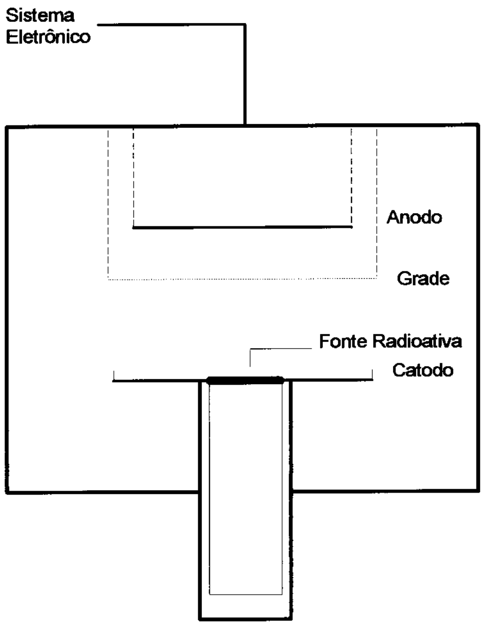

Figura 1: Esquema interno da câmara de Ionização com Grade (CIG).

Estes eletrodos operam com tensão negativa no catodo, metade deste valor na grade, enquanto que o anodo é aterrado.

O sistema eletrônico acoplado a esta câmara utiliza, como pré-amplificador, o integrado LH-0032CG de ganho fixo igual a 10 e um amplificador Ortec modêlo 572 de ganho variável. O sistema de aquisição e análise de dados consiste de uma interface Ortec 916A, que armazena todos os resultados que saem do amplificador. Esta interface é acoplada a um micro-computador PC-AT-286 e a análise de dados é feita por um software da Ortec, chamado Maestro II. Além desses equipamentos, é utilizado um osciloscópio de 15 MHz que auxilia na monitoração do impulso referente às partículas alfa em estudo.

O sistema eletrônico assim constituído, com ganho igual a 1000, contribui com cerca de 0,75% para alargamento do espectro alfa[8].

Calibração da câmara de ionização com grade

Para o levantamento da curva de calibração da câmara utilizaram-se dois padrões radioativos cedidos pelo IPEN-CNEN/SP, para este fim.

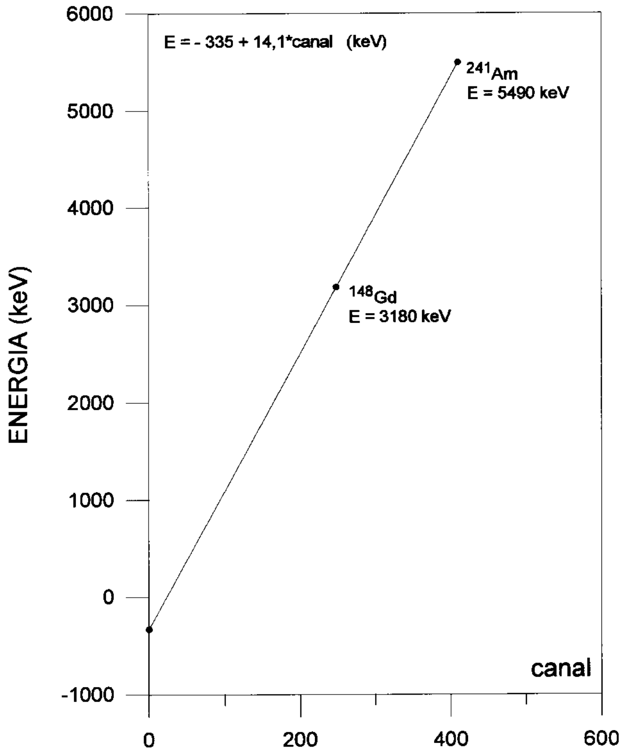

Figura 2: Curva de calibração da CIG envolvendo energia dos nuclídeos ^{148}Gd e ^{241}Am em função do canal dos respectivos picos.

As fontes radioativas padrões, emissoras alfa, utilizadas foram o Gadolínio (^{148}Gd), com energia de 3,18 MeV e o Amerício (^{241}Am) com energia de 5,49 MeV. A reta de calibração encontra-se representada na figura 2 e tem como equação:

$$E = -335 + 14,1{*}\text{canal} \quad (\text{keV})$$

Esta reta mostra uma boa linearidade dos pontos, assegurando que a câmara pode ser utilizada para medidas de espectrometria alfa, na faixa de energia em que foi calibrada.

Convém salientar que as medidas dos espectros alfa das duas fontes padronizadas citadas foram realizadas, também no IPEN-CNEN/SP, com um fotodiodo de silício, fornecendo resoluções compatíveis às obtidas com a C.I.G.

Aplicações

Para testar a C.I.G. como um espectrômetro alfa, utilizou-se uma fonte de ^{233}U com energia alfa de 4,82 MeV. Inicialmente não haviam maiores informações a respeito da composição dessa fonte, nem a forma como foi elaborada no IPEN-CNEN/SP. Procurou-se então identificá-la através das energias das partículas alfa presentes[10]. Segundo os resultados obtidos (figura 3) essa fonte radioativa apresenta partículas alfa de energia 4,82 MeV no pico principal e outros picos de contagem bastante inferior, sendo portanto composta de ^{233}U.

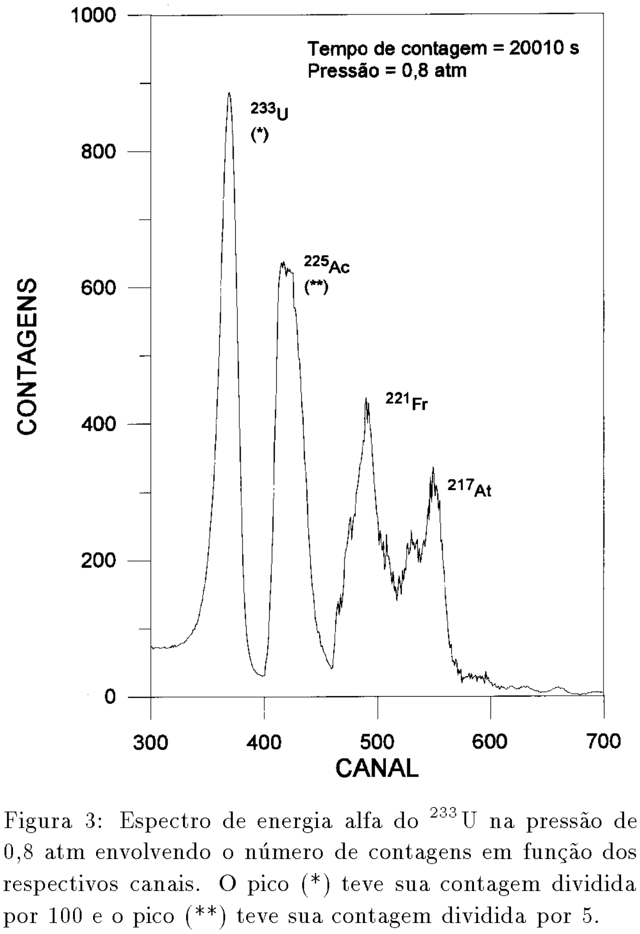

Figura 3: Espectro de energia alfa do ^{233}U na pressão de 0,8 atm envolvendo o número de contagens em função dos respectivos canais. O pico (*) teve sua contagem dividida por 100 e o pico (**) teve sua contagem dividida por 5.

Para melhor ajuste da relação alcance-pressão levantou-se o espectro da mesma fonte radioativa com pressão de 0,6 atm em tempos diferentes (figura 4). Observou-se que puderam ser identificados os mesmos picos relacionados com alguns radionuclídeos pertencentes à série do ^{233}U e que tem atividades bastante reduzidas (tabela 1).

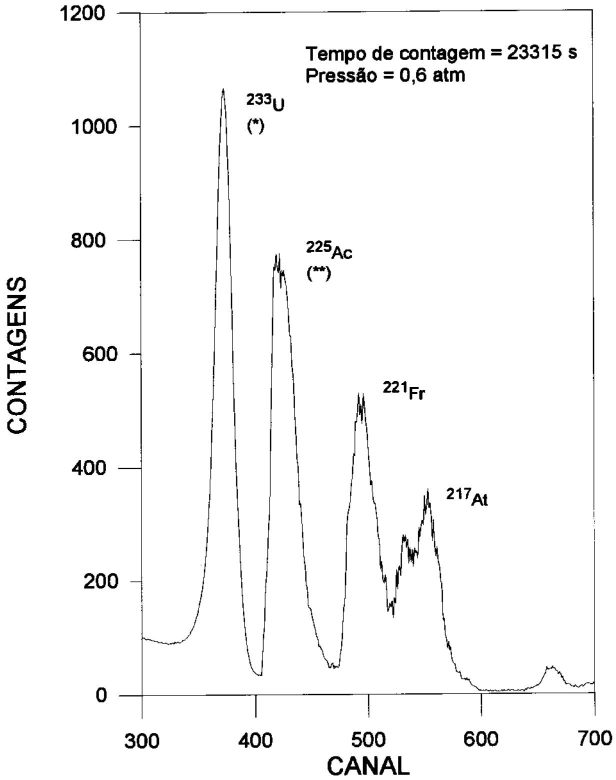

Figura 4: Espectro de energia alfa do ^{233}U na pressão de 0,6 atm envolvendo o número de contagens em função dos respectivos canais. O pico (*) teve sua contagem dividida por 100 e o pico (**) teve sua contagem dividida por 5.

Tabela 1: Comparação entre os resultados dos valores de energia obtidos experimentalmente e tabelados referentes a cada nuclídeo encontrado no espectro alfa do ^{233}U .

canal	energia obtida (MeV)	energia tabelada (MeV)	nuclídeo
372	$4,8 \pm 0,1$	4,8247	$_{92}U^{233}$
421	$5,5 \pm 0,3$	5,7930	$_{89}Ac^{225}$
491	$6,4 \pm 0,1$	6,3410	$_{87}Fr^{221}$
532	$6,9 \pm 0,2$	7,0677	$_{85}At^{217}$

De acordo com esses dados foi possível evidenciar que a câmara em estudo pode ser utilizada para a identificação de partículas alfa de diferentes energias, trabalho que está sendo realizado no laboratório de Geofísica Nuclear do IAG/USP em colaboração com o Departamento de Física da PUC/SP.

Conclusão

Este trabalho teve como objetivo principal colocar em funcionamento uma câmara de ionização com grade, para medidas de amostras de emissores alfa.

A possibilidade de variar a pressão no interior da câmara foi oportuna, uma vez que, mantendo-se fixa a distancia entre os eletrodos pode-se alterar o alcance das partículas alfa em estudo. Teve-se a oportunidade de trabalhar com dois valores diferentes de pressão, 0,6 atm e 0,8 atm, comparar os resultados e concluir que neste caso a mudança da pressão não alterou significativamente o espectro obtido.

Um outro resultado muito importante refere-se ao emprego da câmara para a identificação de impurezas de amostras radioativas alfa de baixa atividade. Foi possível a obtenção dos valores dos picos de energia correspondente a alguns radionuclídeos pertencentes a série do ^{233}U, cujas atividades eram muito baixas. Isto se deve a três fatores importantes: o tamanho da câmara, que tem um grande volume sensível; a estanqueidade da câmara e a estabilidade do sistema eletrônico por longos períodos de tempo.

Referências

1. J.K. Osmond, Earth Sci. Rev.,**14**, 621 (1979).
2. R.F. Anderson and A. P. Fleer, Analitycal Chemistry, **54**, 1142 (1982).
3. M. S. F. Szeles, 1990 - Determinação de urânio e suas razões isotópicas em amostras ambientais, Dissertação de Mestrado - IPEN-CNEN/SP, 78p.
4. I. Burcik, Journal of Radioanalytical Chemistry, **121**, 285 (1988).
5. G. Capaldi and R. Pece, J. Volcanol. Geother. Res., **11**, 367 (1981).
6. J. Gill, D. Pyle, R. W. Williams, Igneous rocks. In: Uranium series disequilibrium, Oxford Univ. Press., 1990.
7. J. Gill and R. W. Williams, Geochim Cosmochim. Acta, **54**, 1427 (1990).
8. R. N. Santos 1992 - Câmara de ionização de grande porte com grade para identificação de impurezas de amostras radioativas alfa. Dissertação de Mestrado- PUC/SP, 61p.
9. R. A. Terini, 1991 - Estudo dos fatores experimentais que afetam a medida da energia e da atividade absoluta de emissores alfa. Tese de Doutoramento - PUC/SP, 83p.
10. R. C. Weast, *Handbook of Chemistry and Physics.* (CRC Press, Inc. Flórida, 1988) p. 1765.