



International Joint Conference Radio 2019

Estudo e calibração de detector HPGe para análise radionuclídica de iodo-125

Correia R.W., Rostelato M. E. C. M., Zeituni C. A.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP

Av. Prof. Lineu Prestes 2242, 05508-000, São Paulo - SP, Brasil

czeituni@ipen.br

Introdução : Os detectores de germânio ultrapuros (HPGe) são compostos por diodos semicondutores que possuem uma estrutura p-i-n na qual a região intrínseca (i) é sensível à radiação ionizante, particularmente raios x e raios gama. Quando os fótons interagem com o material dentro do volume confinado de um detector, os portadores de carga (elétrons) são produzidos e são varridos pelo campo elétrico para os eletrodos p e n. Essa carga, que é proporcional à energia depositada no detector pelo fóton de entrada, é convertida em um pulso de tensão por um pré-amplificador integral sensível à carga. Um analisador discrimina os pulsos, que por sua vez são lançados em um espectro gama na interface do software. O programa fornece a contagem de decaimentos do material analisado em seus respectivos níveis de energia, que são utilizadas para o cálculo da atividade. É necessária uma calibração prévia do equipamento (construção de sua curva de eficiência) para determinar sua capacidade de detecção, sendo este, o objetivo deste trabalho [1]. A determinação da atividade vai depender, entre outros fatores, das características das amostras a serem analisadas principalmente da eficiência de detecção do detector. Por tais motivos, são indispensáveis curvas de eficiência bem detalhadas em todo o intervalo de energia e para cada geometria de medição a ser usada. Necessita-se um conjunto de fontes volumétricas emissoras gama certificadas (isto é, com densidade e composição bem conhecidas), que abranjam um intervalo de energia similar ao dos elementos radioativos de interesse para o estudo.

Metodologia: O detector HPGe utilizado será o da marca ORTEC, modelo GEM-C5970-B conectado em um reservatório de nitrogênio líquido conforme exemplo da Figura 1.



Figura 1- Detector de germânio ultrapuro da ORTEC [2].

A eficiência do pico para uma energia particular será estimada com o auxílio de fontes de atividade conhecida, que cubram o intervalo energético de interesse. O intervalo energético do iodo-125 compreende as seguintes principais energias [3]: 27,38 keV; 31,18 keV; 35,49 keV. Recomenda-se que na faixa entre os 50 e 300 keV, região onde há grandes variações na eficiência, existam pontos de calibração cada 50 keV aproximadamente. Enquanto para energias acima dos 300 keV devem existir pontos de calibração cada 200 keV [4]. A eficiência de pico para uma fonte pontual será obtida por meio da expressão:

$$\varepsilon = \frac{CPS_{FP} - CPS_f}{A \cdot I_\gamma}$$

Onde CPS_{FP} e CPS_f indicam as taxas de contagens no fotopico e do fundo radioativo, A é a atividade da fonte no momento da medição e I_γ é a probabilidade de emissão do fóton. Para a obtenção da curva de eficiência será utilizado padrões certificados de cobalto-60, bário-133, césio-137, iodo-129, amerício-241. Será utilizada um número de contagens no fotopico superior a 100 mil para garantir uma boa estatística de contagem e dessa forma minimizar as incertezas dos valores experimentais. O tempo de aquisição dos espectros será escolhido dependendo da atividade da fonte. Para a determinação da atividade das amostras de iodo-125, será utilizada a curva de eficiência do sistema já calibrado e as amostras serão colocadas em suporte acrílico na mesma geometria de contagem das fontes padrões certificadas, subentendendo um mesmo ângulo sólido da fonte para o detector.

As energias gama e as respectivas probabilidades de emissão gama para os radionuclídeos de interesse serão compiladas num arquivo, com um utilitário e dados nucleares fornecidos pela própria biblioteca do aplicativo. A partir da curva de eficiência e do espectro obtido, a atividade na amostra correspondente a cada linha de energia gama E_γ será obtida pela expressão:

$$A = \frac{C}{\varepsilon(E_\gamma) I_\gamma t_L}$$

em que A é a atividade na fonte para um determinado radionuclídeo; C é a área líquida das contagens do pico gama de energia; $\varepsilon(E_\gamma)$ é a eficiência de detecção na energia gama E_γ obtida pela curva de calibração; I_γ é a probabilidade de emissão por desintegração para cada fóton gama; t_L é o tempo útil de contagem.

Resultados: A eficiência será expressa em função da energia dos fótons através de um polinômio logarítmico de quarta ordem. A Figura 2a representa um exemplo da curva de eficiência estimada para o detector HPGe ORTEC. O espectro gama esperado para o iodo-125 será similar ao apresentado na Figura 2b, conforme os picos de energia citados na metodologia.

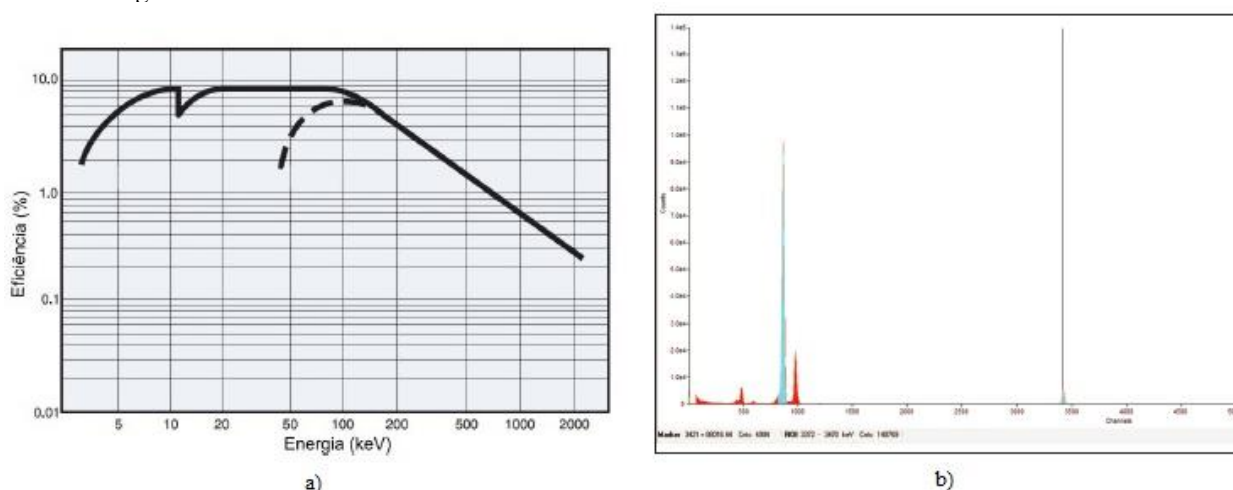


Figura 2 – a) Exemplo de curva de eficiência para espectrometria gama. b) Espectro gama para cálculo de atividade[2].

Conclusões: Uma vez determinada a calibração do detector por sua curva de eficiência espera-se que as amostras de iodo-125 analisadas apresentem uma boa reprodutibilidade. A curva de eficiência será salva no diretório do detector a fim de ser utilizada em outras análises na região de energia próxima à do iodo-125.

Referências:

- [1] CANBERRA High-purity Germanium (HPGe) Detectors – Extended Range Coaxial Ge Detectors (XtRa). Disponível em: <<http://www.canberra.com/products/detectors/germanium-detectors.asp>>. Acesso em: 30 abr. 2019.
- [2] ORTEC PROFILE. HPGe Photon Detector Product Configuration Guide. Disponível em: <<https://www.ortec-online.com/media/ametektortec/brochures/profile.pdf>>. Acessado em 30 abr. 2019.
- [3] NUCLEIDE LARA. Atomic Nuclear Data. Disponível em: <<http://www.nucleide.org/Laraweb/index.php>>. Acesso em 30 abr. 2019.

[4] OLIVARES, D. M. M. Caracterização de um espectrômetro gama de baixo fundo para a determinação de urânio e tório em amostras ambientais sólidas. Dissertação (Mestrado) – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ – UESC. Ilhéus, Bahia.