

Desenvolvimento de detector plástico cintilador para medidas de nêutrons

João Francisco Trencher Martins, Tufic Madi Filho e Margarida Mizue Hamada
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

A detecção de nêutrons não é trivial devido à falta de carga dessas partículas e a peculiaridade de suas interações com a matéria. As fontes de nêutrons geram também radiação gama as quais podem interferir na sua medida. É necessário que o sistema detector seja capaz de discriminar essas interferências. Os principais tipos de detectores sensíveis aos nêutrons são: (a) gasosos, (b) auto-alimentados (self-power), (c) cintiladores e (d) semicondutores. Esses detectores possuem internamente um conversor de nêutrons para produzir radiação ionizante [1,2]. Os conversores são fundamentados em reações nucleares do tipo: Nêutron + conversor = Radiação ionizante. O conversor é um material que apresenta alta probabilidade de interação com o nêutron (alta seção de choque). A seção de choque é um parâmetro que expressa a probabilidade de interação com o alvo. Ela é dependente da energia do nêutron incidente. Encontra-se na literatura pesquisas de detecção de nêutrons utilizando plástico cintilador [1,2]. Plástico cintilador tem uma resposta rápida e uma eficiência alta para espectrometria de nêutrons, entretanto a alta razão entre o sinal/ruído tem limitado a sensibilidade destes detectores [1]. Neste trabalho, plástico cintilador recoberto com uma película de ^{10}B depositado em chapa de alumínio foi estudado. O ^{10}B é utilizado como conversor do tipo (n, α) . No ^{10}B um nêutron é absorvido com subsequente transmutação para ^7Li e emissão de uma partícula α .

OBJETIVO

O objetivo do trabalho é desenvolver e confeccionar detectores plásticos cintiladores para medidas de nêutrons.

METODOLOGIA

Monômero de estireno comercial, utilizado como a matéria prima da matriz polimérica, é

previamente purificada a baixa pressão ($\sim 10\text{mmHg}$) e 31°C de temperatura. O monômero de estireno foi bidestilado para obter solução com pureza adequada para confecção do plástico cintilador.

A solução cintiladora foi preparada misturando-se 0,5% de PPO e 0,05% de POPOP, em peso, ao estireno previamente purificado. A seguir foi introduzida no molde para subsequente polimerização termal.

O plástico cintilador foi usinado e polido nas dimensões de 5 cm de diâmetro por 2 mm de espessura. Para detecção de nêutrons, uma película de ^{10}B elaborado por deposição eletroforética sobre superfície de alumínio tratado quimicamente foi posicionada sobre uma das superfícies do plástico cintilador. A outra superfície do plástico foi acoplada a uma fotomultiplicadora (RCA8850) e conectado a um pré-amplificador modelo 276 da Ortec. Injetou-se o sinal desse sistema em um amplificador modelo 450, marca Ortec e o espectro foi obtido utilizando-se um analisador multicanal modelo 918 da Ortec. Utilizou-se uma fonte de nêutron de $^{241}\text{Am}^9\text{Be}$.

RESULTADOS

Figura 1(a) apresenta a resposta do detector plástico cintilador, utilizando uma película do ^{10}B como conversor, excitados com nêutrons proveniente da fonte de $^{241}\text{Am}^9\text{Be}$ e a Figura 1(b) apresenta o espectro deste mesmo detector quando excitado com radiação gama de 667 keV da fonte de ^{137}Cs . Como pode ser observado na Figura 1(a) existe uma boa discriminação do pico do nêutron no espectro, o qual foi localizado próximo ao canal nº 2200, enquanto o pico do espectro gama encontra-se distante, ao redor do canal nº 500, como mostrado na Figura 1(b). Portanto, o pequeno relevo observado no espectro de nêutrons ao redor do canal nº 500 (Figura 1(a)) pode ser atribuído ao pico de radiação gama. Estes resultados comprovam que a interferência da radiação gama na detecção de nêutrons com o detector desenvolvido não é significativa.

Como se observa nessas Figuras, o espectro da radiação gama não ultrapassa canais de nº 1000 e, portanto não se sobrepõe à região de interesse do espectro dos nêutrons.

A Figura 1 (c) ilustra a resposta do detector plástico cintilador com a película do ^{10}B , medindo a radiação de fundo do laboratório. Constatou-se que o detector de nêutrons desenvolvido é pouco sensível à radiação de baixa atividade. O nível de radiação de fundo no laboratório, não interferiu na região energética dos sinais produzidos pelas interações com nêutrons.

CONCLUSÃO

A melhor resposta à radiação foi obtida pelo detector de TlBr preparado com a superfície cristalina tratada apenas com polimento mecânico, o qual apresentou melhor valor de altura de pulso e resolução

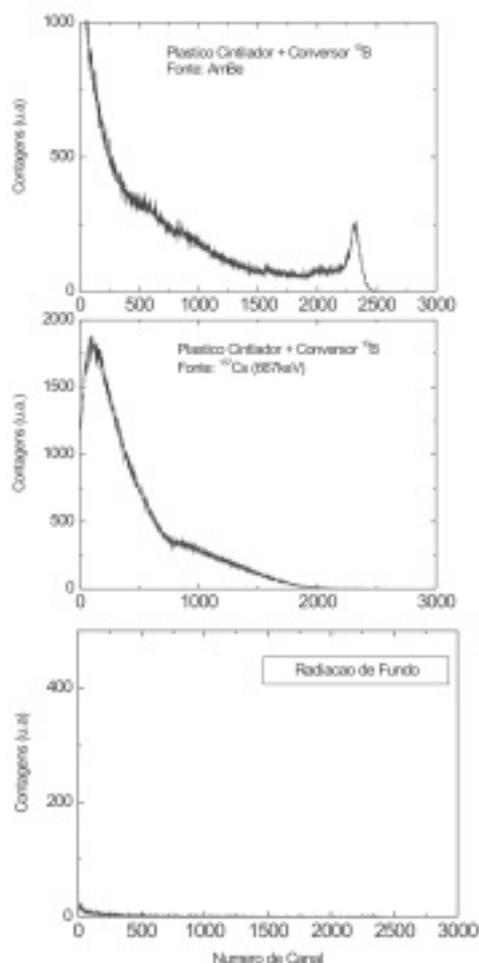


Figura 1. Resposta do detector desenvolvido para radiação: (a) nêutrons de AmBe, (b) gama de ^{137}Cs e (c) de fundo do laboratório

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] NORMAND, S.; MOUANDA, B.; HAAN, S.;

LOUVEL, M. Study of a new boron loaded plastic scintillator IEEE. TRANS. NUCL. SCI., VOL.49(2), PP. 577-582, 2002.

[2] MADI FILHO, T. Desenvolvimento de detector de nêutrons usando sensor tipo barreira de superfície com conversor (n,p) e conversor (n, α). São Paulo: 1999. Tese de Doutorado - Instituto de Pesquisas energéticas e Nucleares.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq/PIBIC