

Padrões experimentais para a área de física de reatores: medidas de taxas de reação

Rosângela Ramalho Cacure e Ulysses d'Utra Bitelli
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

A partir da irradiação de folhas de ativação metálicas diminutas de alumínio, cobalto, ferro, escândio, índio, tório, urânio, ouro, níquel, etc irradiadas nuas (sem cobertura) e com cobertura de cádmio é possível se obter parâmetros como taxa de reação nuclear e o espectro de energia de nêutrons no núcleo de um reator nuclear. De tais folhas de aproximadamente 1,25 cm de diâmetro e espessuras na ordem de décimos de milímetros, pode-se obter por via experimental, as atividades de saturação por núcleo alvo, ou seja, as taxas de reação nuclear por núcleo alvo, a partir da irradiação das mesmas na posição central do núcleo do reator nuclear IPEN/MB-01.

A maioria das taxas de reações nucleares medidas em laboratório, através da espectrometria gama das folhas irradiadas, são realizadas num detector tipo Germânio Hiper-puro (HPGE) e são reações de captura radioativa, como por exemplo as que acontecem para nêutrons térmicos e epitérmicos nas folhas de Au, $^{197}\text{Au}(n,\gamma)^{198}\text{Au}$, de fissão nas folhas de Urânio enriquecidas, $^{235}\text{U}(n,f)^{143}\text{Ce}$ e de limiar para nêutrons rápidos nas folhas de Níquel, $^{58}\text{Ni}(n,p)^{58}\text{Co}$ [1].

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo, o estabelecimento de um Banco de Dados sobre valores de taxas de reação nuclear induzidas em folhas de ativação metálicas para diversos materiais, irradiadas na posição central, no núcleo padrão retangular (28x26) do Reator Nuclear IPEN\MB-01. Tais dados servirão no futuro de padrão de comparação para testar várias bibliotecas de dados nucleares, além de possibilitar a determinação experimental do espectro de energia nos nêutrons na posição em que as folhas de ativação foram irradiadas.

METODOLOGIA

As folhas de ativação metálicas, como já descritas na Introdução, são inseridas dentro de uma pequena caixa de cádmio (0,0508cm de espessura) durante a irradiação, de modo a discriminar a contribuição de nêutrons térmicos dos nêutrons epitérmicos. O arranjo folha/caixa de cádmio foi montado numa placa de lucite e esta fixada em um dispositivo articulado que posiciona a folha exatamente na posição central do núcleo do reator (MN-1415).

As folhas foram medida no detector de Germânio Hiper Puro, na 5ª, 6ª e 7ª gaveta, cujas distancias do detector a fonte são de 4,6 cm, 5,9cm e 6,9cm, respectivamente. Para a análise da espectrometria gama das folhas foi utilizado o software Maestro de onde se obteve o valor integrado das contagens líquidas para um tempo real de aquisição de 15 minutos (900 seg) para as folhas irradiadas neste último semestre que foram as folhas de urânio, Tório e Níquel todas elas sem cobertura (nuas). A partir desses valores de contagem integradas em seus respectivos fotopicos gama, se calcula a atividade inicial (A_0) ao término da irradiação [1,2], a atividade de saturação (A'') [1,2] e por fim a atividade de saturação por núcleo alvo (A''/Nap), numericamente igual a taxa de reação nuclear.

A partir dos valores das contagens corrigidas quanto ao decaimento, fez-se um gráfico dos valores das atividades de saturação por núcleo alvo pelas quantidades de medidas para deste modo se obter uma reta média com o seu devido valor médio da atividade de saturação por núcleo alvo e o seu desvio padrão. Da mesma maneira, construiu-se um histograma com uma gaussiana ajustada, para se obter uma melhor visão do valor médio da atividade de saturação por núcleo alvo.

RESULTADOS

Os resultados estão expressos na tabela 1, sendo que na Fig. 1 observamos o ajuste da reta média e da gaussiana usados na obtenção dos valores médios da A/N_{ap} .

TABELA 1 – Resultados para o banco de dados de taxas de reações, de algumas fontes.

Folhas de Ativação	Reação	A^{00}	N_{at}	A^{00}/N_{at}
Al ²⁷	Al ²⁷ (n,α) Na ²⁴	420,78 ± 28,06	9,95 × 10 ²⁰	(4,23 ± 0,05) × 10 ⁻¹⁹
Fe ⁵⁶	Fe ⁵⁶ (n,p) Mn ⁵⁶	2270 ± 61	13,40 × 10 ²⁰	(1,69 ± 0,04) × 10 ⁻¹⁸
Au ¹⁹⁷ /Cd	Au ¹⁹⁷ (n, γ)Au ¹⁹⁸	(8,716 ± 0,008) × 10 ⁶	8,39 × 10 ¹ 9	(1,039 ± 0,001) × 10 ⁻¹³
In ¹¹⁵	In ¹¹⁵ (n, n')In ¹¹⁵	246114 ± 20 ²⁷	6,07 × 10 ²⁰	(4,05 ± 0,03) × 10 ⁻¹⁶
U ²³⁸	U ²³⁸ (n, γ)U ²³⁹ → Np ²³⁹	(4,508 ± 0,002) × 10 ⁶	3,53 × 10 ²⁰	(1,2754 ± 0,0005) × 10 ⁻¹⁴
Th ²³²	Th ²³² (n, γ)Th ²³³ → Pa ²³³	(6,302 ± 0,003) × 10 ⁶	4,48 × 10 ²⁰	(1,4054 ± 0,0007) × 10 ⁻¹⁴

atuais são valores perturbados, ou seja não levam em consideração a perturbação do fluxo neutrônico causado pelas mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]Knoll, Glenn F., radiation Detection and measurement, second edition, John Wiley & Sons, 1989

[2]Bitelli, Ulysses d'Utra, Medida e Calculo da distribuição Espacial e Energética de neutrons no núcleo do Reator IEA-R1, dissertação de Mestrado, 1988.

[3]Briemeister, J.F; MCNP: A General Monte Carlo N-Particle Code (Version-4C), Los Alamos National Laboratory, LA-13709-M, 2000.

APOIO FINANCEIRO

CNPq/PIBIC

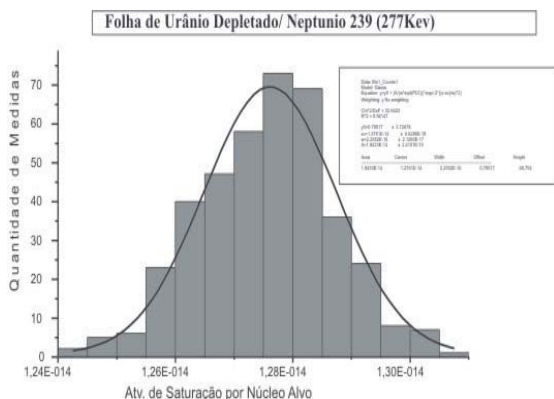


FIGURA 1: Reta Média e Gaussiana da Atividade de Saturação por núcleo Alvo

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos podem ser considerados satisfatórios, se mostrando reprodutíveis aos anteriores. Neste semestre, optamos por realizar poucas irradiações, para testar a reprodutibilidade dos resultados, no entanto obteve-se valores mais precisos, pois foram coletados mais valores na aquisição de dados. No próximo semestre, o enfoque será na determinação dos fatores de auto-blindagem [3] das várias folhas de ativação, tendo em vistas que os