

MAPEAMENTO DO FLUXO DE NÊUTRONS  
NO REATOR IPEN/MB-01  
COM CÂMARA DE FISSÃO MINIATURA

Anselmo Ferreira Miranda (COPESP)  
Ulysses d'Utra Bitelli (IPEN/CNEN-SP)  
Rogério Jerez (IPEN/CNEN-SP)  
Carlos Roberto Ferreira (IPEN/CNEN-SP)

RESUMO

Neste trabalho foi obtida a distribuição axial do fluxo térmico de neutrons a partir das medidas da distribuição das taxas de fissão induzidas num detector tipo câmara de fissão miniaturizada (MCFU-17), ao longo de um canal interno central ao núcleo do reator IPEN/MB-01. Esta distribuição foi comparada qualitativamente com os valores calculados, mostrando-se compatíveis com esses, principalmente na região assintótica do núcleo ativo.

INTRODUÇÃO

A utilização de câmaras de fissão miniaturizadas na obtenção de parâmetros nucleares tem sua importância devido a ser uma metodologia que apresenta uma resposta imediata, boa sensibilidade, possibilidade de utilização de material físsil como detector, possibilidade de miniaturização e boa amplitude de sinais elétricos coletados. (1)

Esses parâmetros nucleares, tais como taxas de reação, são fundamentais para se determinar densidades de potência, fatores de pico, bem como queima de combustível, além de sobre certas condições, acompanharem variações de potência em uma dada operação.

O detector utilizado neste trabalho (Figura 1) é uma câmara de fissão miniaturizada (CFMU-17) fabricada pelo IPEN/CNEN-SP, que apresenta como características geométricas um diâmetro de 2 mm e um comprimento ativo de 50 mm, este constituído basicamente de um eletrodo central revestido de  $U_3O_8$  (1 mg/cm<sup>2</sup>) enriquecido a 93% em massa de U-235.

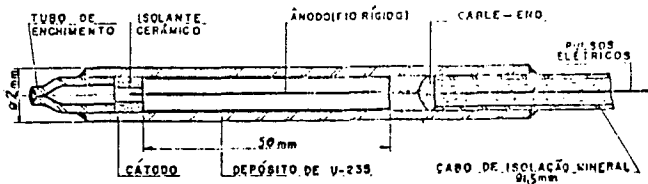


Figura 1: Desenho do Detector MCFU-17 com Suas Características Construtivas.

O detector foi revestido externamente por um pequeno tubo de alumínio (4.7 mm de diâmetro) para garantir estanqueidade à água e o conjunto inserido no núcleo na posição central - furo 10 (Figura 2), entre outras posições.

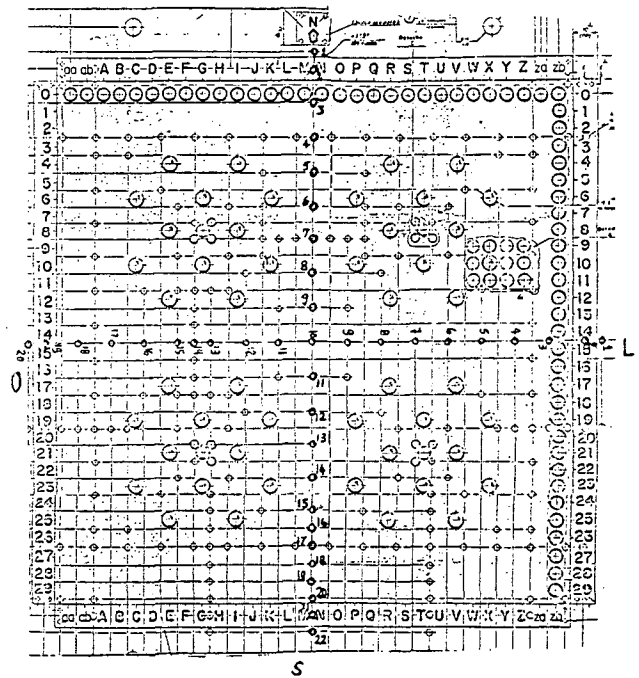


Figura 2: Posições Mapeadas no Núcleo do Reator IPEN/MB-01.

A movimentação do detector se dá axialmente às varetas combustíveis por intermédio de um dispositivo que desloca, no sentido citado, o tubo de alumínio contendo em seu interior o detector. O dispositivo (sistema de movimentação da câmara de fissão - MAC) é basicamente uma estrutura rígida ao qual se acopla o conjunto motor de passo - tubo de alumínio, esse dispositivo é similar ao utilizado para movimentação das barras absorvedoras do reator e é responsável pela movimentação e posicionamento do detector no núcleo do reator, por intermédio da calibração do módulo indicativo de posicionamento. Tal calibração é feita posicionando-se o tubo de alumínio na placa inferior (suporte das varetas combustíveis), atribuindo-se a essa cota o valor zero, através de ajuste apropriado no módulo indicativo de posição. A precisão de posicionamento do detector é similar ao das barras de controle, ou seja 0.5%.

Inicialmente foi associada a esse detector uma instrumentação eletrônica (Figura 3) que possibilitou uma boa resolução no sinal tipo pulso coletado, constando esta de:

- pré amplificador ORTEC modelo IH-210.
- Fonte de baixa tensão ORTEC modelo 114.
- Fonte de alta tensão ORTEC modelo 556.
- Amplificador ORTEC modelo 673.
- Multicanal ORTEC - SEIKO modelo 7800.
- Osciloscópio Phillips modelo PM 3266.

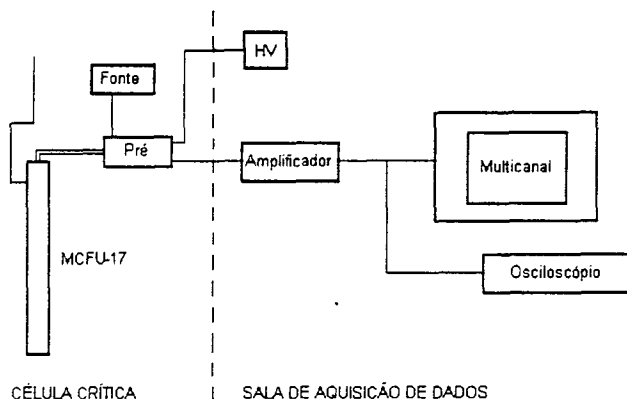


Figura 3: Diagrama de Blocos - Montagem da Instrumentação Eletrônica Associada ao Detector.

Uma vez adequada essa instrumentação, foram obtidas as curvas características do detector, estabelecendo-se a tensão de operação, níveis de ruído, contagens de partículas alfa, faixa linear de operação; possibilitando com isso a obtenção de um nível de contagens líquida proveniente dos produtos de fissão [2]. Em uma primeira análise a obtenção de sua sensibilidade em (contagens/nv) foi obtida por intermédio da técnica de ativação de folhas de ouro [3].

Com esta câmara então caracterizada obteve-se o mapeamento do fluxo de nêutrons térmicos na posição central ao núcleo do reator na direção axial às varetas combustíveis (Figura 4).

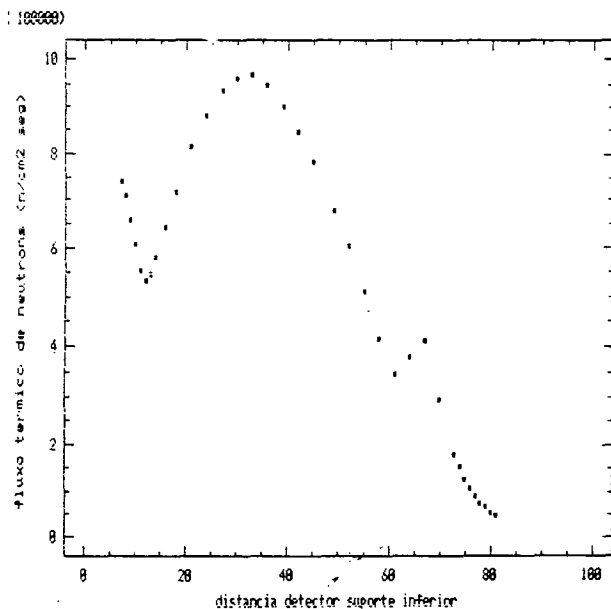


Figura 4: Fluxo de Nêutrons Térmicos na Posição Central do Núcleo do Reator.

Os cálculos foram efetuados com a metodologia NJOY/AMPX-II/HAMMER-TECHNION/CITATION [4], sendo que os cálculos de homogeneização celulares foram efetuados em dois grupos de energia no HAMMER-TECHNION, para os cálculos finais de difusão de nêutrons, tridimensionais, com o CITATION.

## RESULTADOS

A Figura 4 acima mostra o mapeamento de fluxo, efetuado como mencionado anteriormente, onde estima-se um erro de 6%, a um nível de confiança estatística de 95% nos resultados. Erro esse é devido principalmente à estatística de contagem em torno de 5%, sendo quase que irrelevantes as incertezas providas do posicionamento do detector e sinal eletrônico.

Nesse trabalho não foram feitas correções aos dados experimentais tais como perturbação causada pelo detector ou sensibilidade diferencial do detector.

Com o objetivo de uma comparação qualitativa entre os resultados obtidos, experimental e calculado, procedeu-se de maneira a normalizar ambos resultados, isto é, o fluxo térmico de nêutrons calculado e o fornecido pelo detector na posição central [5], observando uma boa concordância dos perfis de fluxo obtidos, onde pequenas discrepâncias foram evidenciadas nas regiões dos refletores.

## CONCLUSÃO

De um modo geral os perfis de fluxo de nêutrons calculado e medido apresentaram boa concordância na região assintótica do reator (Figura 5). As pequenas discrepâncias que foram evidenciadas nas regiões dos refletores podem, entre outros fatores, ser devidas a variação da sensibilidade do detector com o grau de termalização do espectro neutrônico, além de que o refletor axial é bastante heterogêneo, sendo tratado de forma homogeneizada nos cálculos.

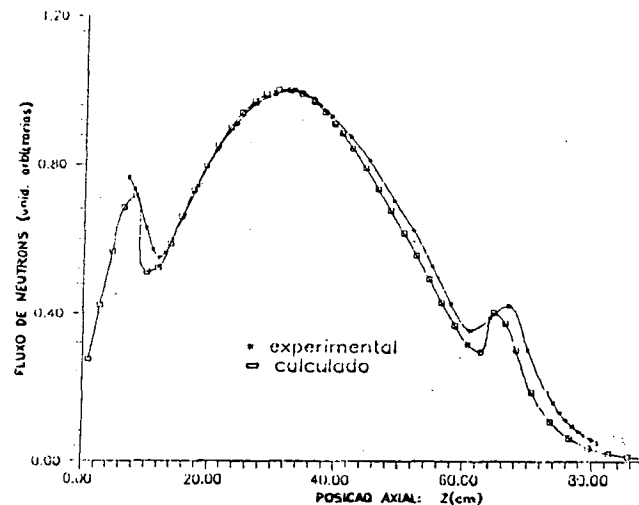


Figura 5: Fluxo de Nêutrons Axiais Normalizados (Experimental e Calculado) na Posição 10.

Em trabalho futuro este aspecto será melhor analisado, onde fatores de correção e ajustes serão obtidos.

## REFERÊNCIAS

- [1] BERGER, F. - "Mesure Neutroniques Effectuees avec des Chambres a Fission Miniatures" - Note CEA-N-2035, Mai/1978.
- [2] MIRANDA, A. F. & JEREZ, R. - "Verificação Operacional da Câmara de Fissão Miniatura CFMU-17" - Relatório Interno --COPESP.
- [3] BITELLI, U. d'U. & MIRANDA, A. F. - "Medida de Sensibilidade da CFMU-17 a Nêutrons Térmicos" - Relatório Interno - COPESP.
- [4] SANTOS, A.; FERREIRA, C. R. & LOPEZ, E. M. - "Elaboração de Uma Interface AMPX-II/HAMMER-TECHNION" - IPEN/CNEN-SP in "Anais do 3º Encontro Geral de Energia Nuclear (3º CGEN), Rio de Janeiro, Abril/1990.
- [5] FERREIRA, C. R. - "Mapeamento do Fluxo de Nêutrons no Reator IPEN/MB-01 - Fase I" - Relatório Interno - COPESP.

## ABSTRACT

This work describes the results obtained in measuring the axial thermal neutron flux distribution along the central core position at IPEN/MB-01 Reactor, using a miniature ionization fission chamber. A qualitative comparison between the experimental and calculated show a good agreement, principally at the axial central core position.