

**MEDIDA DE DISTRIBUIÇÃO DA DENSIDADE DE POTÊNCIA RELATIVA  
DO NÚCLEO DO REATOR IPEN/MB-01, PELA TÉCNICA DE VARREDURA GAMA  
DA VARETA COMBUSTÍVEL**

Alvaro Luiz. G. Carneiro; Adimir dos Santos e Gelson T. Otani

\*Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. CNEN/S.P.

Travessa R. 400 - caixa postal 11049

CEP:05508-900 - São Paulo / Brasil

e mail: carneiro@net.ipen.br

**RESUMO**

Este trabalho apresenta uma metodologia de medida para determinação da distribuição axial e radial da densidade de potência relativa do núcleo do Reator IPEN/MB-01, pela varredura gama da vareta combustível. A metodologia baseia-se na proporcionalidade entre a atividade gama emitida pelo decaimento radioativo dos produtos de fissão da vareta combustível e a densidade de potência. A técnica de varredura consiste em medir a radiação gama com energia superior a 0,6 MeV ao longo da região ativa do combustível, traçando um perfil de distribuição. Os resultados experimentais servirão como padrões para qualificação da metodologia de cálculo estabelecendo margens de desvio de métodos computacionais utilizados em cálculos de parâmetros nucleares no IPEN. Os resultados calculados comparados aos resultados medidos experimentalmente mostraram concordâncias satisfatórias.

**I. INTRODUÇÃO**

A determinação da distribuição da densidade de potência de um reator nuclear<sup>1,2</sup> constitui um dos fatores principais no que diz respeito a análise de segurança nos projetos de instalações nucleares. No projeto de reatores nucleares a densidade de potência é calculada segundo códigos computacionais de parâmetros nucleares, como exemplo o "CITATION"<sup>3</sup>. O cálculo é efetuado frequentemente utilizando a teoria de difusão com parâmetros de multigrupo obtidos por meio de um código celular como o "HAMMER-TECHNION"<sup>4</sup>.

Para a verificação da precisão desse procedimento é necessário que sejam elaborados experimentos em Unidade Crítica<sup>1</sup>. A determinação experimental da densidade de potência para servir como padrão de comparação desses métodos computacionais<sup>4</sup> e estabelecer margens de desvio, é um dos requisitos fundamentais para a qualificação global de metodologia de cálculo utilizada em projetos e análises de reatores nucleares.

A metodologia de varredura baseia-se na proporcionalidade da atividade gama emitida pelo decaimento radioativo dos produtos de fissão da vareta combustível e a densidade de potência<sup>5,6</sup>.

A técnica de varredura utilizada no trabalho trata basicamente de medir os gamas emitidos ao longo de toda região ativa utilizando um dispositivo especial de

movimentação e posicionamento da vareta combustível dotado de colimadores e blindagens. A medida é feita com detector NaI(Tl) e toda instrumentação nuclear associada.

Para a medida de varredura gama da vareta combustível, são computados somente os gamas com energia superior a 0,6 MeV<sup>7</sup> com o intuito de excluir principalmente a radiação gama do <sup>239</sup>Np<sup>8</sup>, por não ser um produto de fissão e além disso por ser produzido principalmente por ativações eptérmicas no <sup>238</sup>U e não térmicas que é de interesse do trabalho.

**II. BANCADA EXPERIMENTAL**

A bancada experimental está dividida em três partes: Sistema de movimentação e indicação de posicionamento da vareta combustível; Colimadores e blindagens e Instrumentação Nuclear

1) Sistema de movimentação e indicação de posicionamento da vareta combustível:

O sistema de movimentação da vareta combustível é composto da unidade de acionamento de motor de passo associado a um servomecanismo onde se dá a movimentação da vareta combustível. O motor de acionamento do sistema de movimentação é dotado de duas velocidades (normal 2mm/s e reduzida 1mm/s).

Acoplado a esse dispositivo está o sistema de indicação de posicionamento da vareta combustível, dotado

de um "display" digital com precisão de décimos de milímetro.

2) Colimadores e blindagens:

O sistema de colimadores e blindagens de chumbo tem como objetivo garantir as contagens gama somente na região de interesse, ou seja na abertura do colimador e passagem para o detector, blindando a radiação externa. A figura 1 mostra um desenho esquemático e dimensional do colimador e blindagem.

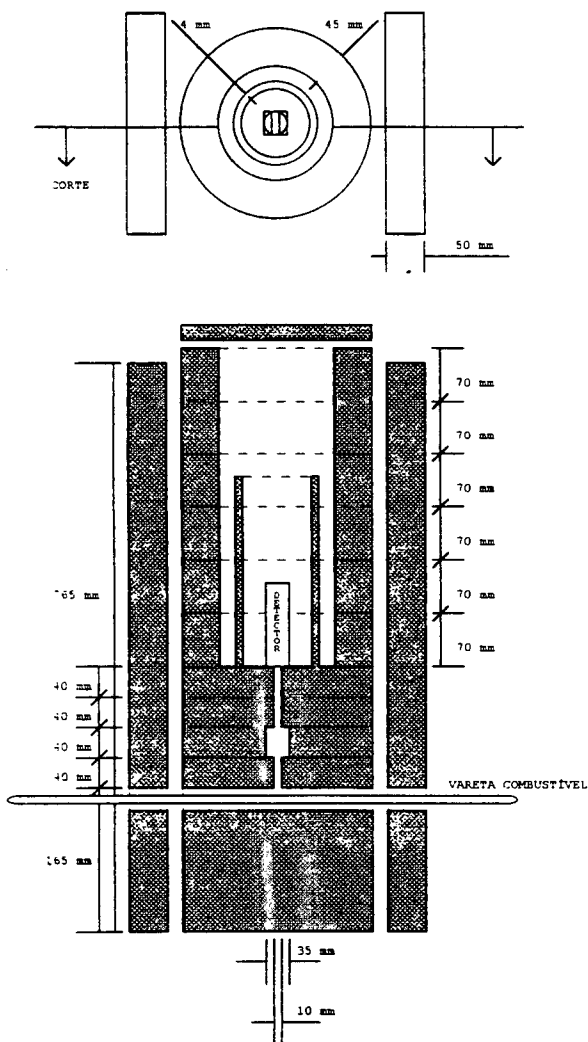


Figura 1: Desenho esquemático do colimador/blindagem.

3) Instrumentação Nuclear:

Para a medida das contagens gama foi utilizado um detector NaI (TI) de 2"x 2", devido ao maior interesse quanto a eficiência das contagens. O arranjo da instrumentação nuclear está indicado na figura 2.

A instrumentação nuclear é composta pela fonte de baixa tensão para alimentação do pré-amplificador do detector e a de alta tensão (800V pos.) para polarização do detector. Os pulsos de saída são ligados a um amplificador linear onde se dá a formatação do pulso nuclear, o qual posteriormente é discriminado no analisador monocanal, passando somente os pulsos com energia superior a 0.6

Mev. Estes pulsos são então contados dentro de um intervalo de tempo pré determinado, via contador/temporizador e finalmente registrados na impressora. O sistema de medida nuclear foi devidamente calibrado em energia utilizando fontes padrões de <sup>137</sup>Cs e <sup>60</sup>Co da "Amershan".

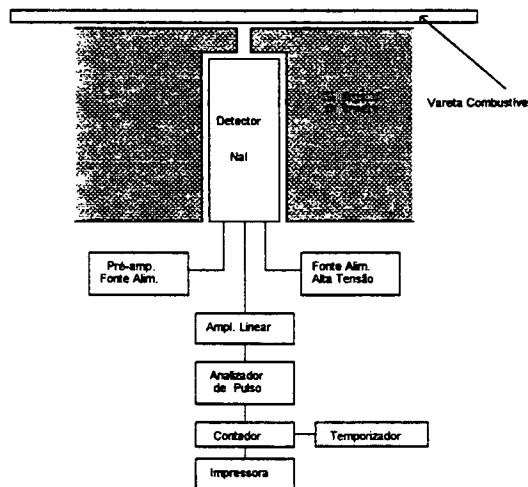


Figura 2: Instrumentação Nuclear

III LEVANTAMENTO DOS DADOS EXPERIMENTAIS:

Todo o trabalho de medida da distribuição de densidade de potência relativa foi realizado com o núcleo na configuração "34" retangular de 26 x 28 varetas, totalizando 680 varetas combustíveis. A figura 3 apresenta o mapa de distribuição e posicionamento das varetas combustíveis, dos elementos de controle e segurança e as posições medidas neste trabalho.

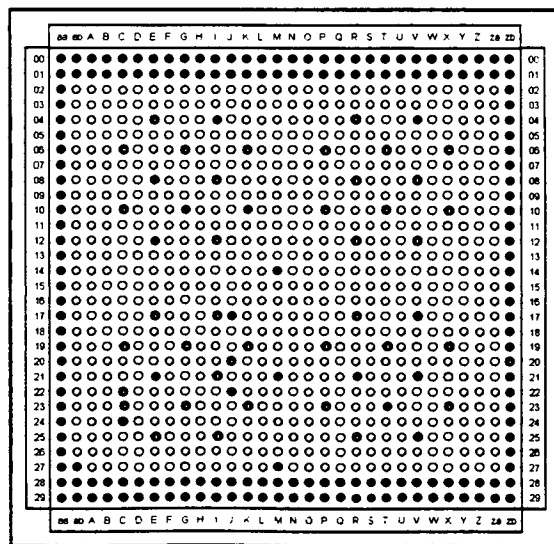


Figura 3: Quadro de distribuição, configuração 34(26x28)

### Medida do decaimento radioativo:

O objetivo de obter uma expressão analítica descrevendo o comportamento da emissão gama em função do tempo é corrigir a contagem medida retrocedendo ao final da irradiação. Certamente essa função é uma função complexa porque descreve o comportamento agregado de vários emissores gama.

O procedimento adotado foi associar a curva de decaimento levantada pelos dados experimentais à somatória de três exponenciais. Para a medida do decaimento radioativo foram feitas contagens integradas no contador / temporizador a cada 40s e registradas na impressora. O tempo de aquisição se deu ao longo de 5 horas de decaimento dando um total de 423 pontos levantados por posição selecionada. Foram feitas quatro medidas de decaimento em três posições no núcleo M14, M21 e M27 (*central, intermediária e periférica*), na cota 180mm do comprimento ativo da vareta combustível no sentido inferior para superior. Na posição central M14 foi realizada uma outra medida na cota 380mm. Com isso foi feito um levantamento do decaimento radioativo considerando uma distribuição radial e axial no núcleo.

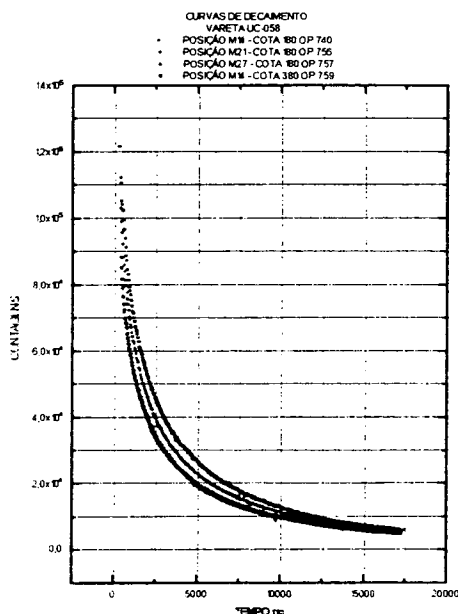


Figura 4: Curvas do decaimento radioativo

Com a normalização das curvas pelo valor máximo das contagens, os resultados mostraram uma sobreposição das curvas normalizadas de decaimento indicando uma independência quanto a posição do levantamento do decaimento radioativo, portanto a equação de ajuste da curva normalizada para correção do decaimento radioativo é válida para qualquer medida de varredura em qualquer posição deste núcleo. Para efeito de ajuste da curva e levantamento da equação de correção do decaimento radioativo, foi considerada a média dos valores levantados

nas quatro medidas (posições) experimentais, chegando-se a uma curva "média" de decaimento radioativo.

O ajuste da curva de decaimento radioativo foi feito via programa matemático ORIGIN Versão 3.0.

Equação de ajuste da curva de decaimento:

$$f(t) = A_1 \cdot e^{-E_1 \cdot T} + A_2 \cdot e^{-E_2 \cdot T} + A_3 \cdot e^{-E_3 \cdot T}$$

onde:

Chiquadrado = 5,33333

A1 = 0,57178 +/- 0,00258 ; E1 = 0,00184 +/- 0,00002

A2 = 0,24009 +/- 0,00157 ; E2 = 0,00009 +/- 4,0733E-7

A3 = 0,50124 +/- 0,00175 ; E3 = 0,0004 +/- 2,5852E-6

Para apresentação gráfica da curva normalizada com o respectivo ajuste foram escolhidos somente trinta pontos experimentais.

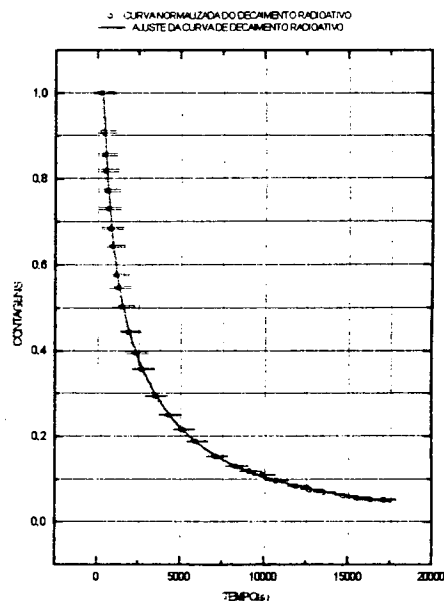


Figura 5: Ajuste da curva de decaimento radioativo

### Medida da densidade de potência relativa

O procedimento para obter a densidade de potência relativa experimental é descrito pelas seguintes etapas:

- É feita a diferença entre as contagens integradas após a operação do reator e o valor da contagem de B.G. (antes da operação) evidentemente na respectiva cota (posição da região ativa da vareta);
- É calculado o valor da função de correção do decaimento para o respectivo tempo da medida;
- O valor da diferença das contagens após operação menos o B.G. é dividido pelo valor da função do respectivo tempo;
- Finalmente é feita a normalização dos resultados pelo valor máximo da distribuição, obtendo-se a distribuição axial da densidade de potência relativa.

### Análise comparativa experimental x calculado

Com objetivo de determinar possíveis desvios e margens de incerteza, faz-se necessário uma comparação

cota	M14			M21			M27		
	calc.	exp.	desvio	calc.	exp.	desvio	calc.	exp.	desvio
20.	0.50355	0.52780	0.32E-02	0.50465	0.51267	0.32E-02	0.50053	0.51716	0.35E-02
40.	0.56997	0.59060	0.35E-02	0.57144	0.56584	0.35E-02	0.57162	0.58115	0.38E-02
60.	0.65057	0.66863	0.39E-02	0.65228	0.64248	0.38E-02	0.65266	0.65684	0.42E-02
80.	0.72839	0.73814	0.42E-02	0.73032	0.72031	0.42E-02	0.73032	0.73305	0.46E-02
100.	0.79864	0.80820	0.45E-02	0.80072	0.79280	0.46E-02	0.80043	0.81093	0.50E-02
120.	0.85951	0.86786	0.48E-02	0.86167	0.85472	0.49E-02	0.86116	0.86596	0.53E-02
140.	0.91014	0.92202	0.51E-02	0.91223	0.90634	0.51E-02	0.91169	0.90939	0.56E-02
160.	0.94985	0.95195	0.53E-02	0.95177	0.93848	0.53E-02	0.95118	0.94976	0.58E-02
180.	0.97823	0.97763	0.54E-02	0.97978	0.97462	0.55E-02	0.97921	0.98046	0.60E-02
200.	0.99498	0.99804	0.55E-02	0.99597	1.00000	0.57E-02	0.99556	0.99464	0.61E-02
220.	1.00000	0.99929	0.56E-02	1.00000	0.99810	0.57E-02	1.00000	1.00000	0.62E-02
240.	0.99346	1.00000	0.56E-02	0.99169	0.99832	0.57E-02	0.99271	0.99086	0.62E-02
260.	0.97564	0.97864	0.56E-02	0.97071	0.97199	0.57E-02	0.97395	0.97273	0.61E-02
280.	0.94730	0.94481	0.55E-02	0.93629	0.95043	0.56E-02	0.94440	0.94283	0.60E-02
300.	0.91309	0.92058	0.54E-02	0.89315	0.90668	0.55E-02	0.90903	0.90039	0.59E-02
320.	0.86167	0.86828	0.52E-02	0.82868	0.85202	0.53E-02	0.85609	0.85862	0.57E-02
340.	0.81367	0.81438	0.50E-02	0.77319	0.79460	0.50E-02	0.80709	0.81319	0.56E-02
360.	0.75957	0.77714	0.49E-02	0.71651	0.73685	0.48E-02	0.75244	0.76066	0.54E-02
380.	0.70308	0.71747	0.47E-02	0.66064	0.68782	0.46E-02	0.69577	0.70441	0.51E-02
400.	0.64487	0.65697	0.44E-02	0.60458	0.62683	0.44E-02	0.63763	0.64936	0.49E-02
420.	0.58527	0.60324	0.42E-02	0.54799	0.57494	0.42E-02	0.57841	0.59465	0.47E-02
440.	0.52464	0.54523	0.40E-02	0.49079	0.52136	0.40E-02	0.51833	0.53961	0.44E-02
460.	0.46328	0.47799	0.37E-02	0.43319	0.45998	0.37E-02	0.45774	0.47789	0.41E-02
480.	0.40205	0.42053	0.35E-02	0.37593	0.41345	0.35E-02	0.39744	0.42064	0.38E-02
500.	0.34416	0.36355	0.32E-02	0.32205	0.35629	0.32E-02	0.34000	0.35667	0.35E-02
520.	0.30226	0.32035	0.30E-02	0.28396	0.30446	0.30E-02	0.29507	0.31801	0.33E-02

cota	J17			J20			J22		
	calc.	exp.	desvio	calc.	exp.	desvio	calc.	exp.	desvio
20.	0.50451	0.48460	0.29E-02	0.50691	0.50968	0.30E-02	0.50820	0.51967	0.33E-02
40.	0.57271	0.54347	0.32E-02	0.57537	0.56869	0.33E-02	0.57671	0.57489	0.36E-02
60.	0.65385	0.62256	0.35E-02	0.65686	0.64405	0.36E-02	0.65828	0.65798	0.40E-02
80.	0.73200	0.69327	0.38E-02	0.73527	0.71692	0.40E-02	0.73686	0.73388	0.44E-02
100.	0.80246	0.76484	0.42E-02	0.80589	0.79269	0.43E-02	0.80756	0.79744	0.47E-02
120.	0.86343	0.83032	0.45E-02	0.86694	0.85158	0.46E-02	0.86855	0.86020	0.50E-02
140.	0.91393	0.89411	0.48E-02	0.91733	0.89738	0.48E-02	0.91888	0.90996	0.53E-02
160.	0.95335	0.93093	0.49E-02	0.95640	0.94494	0.51E-02	0.95780	0.94985	0.55E-02
180.	0.98108	0.97574	0.52E-02	0.98351	0.98614	0.53E-02	0.98460	0.98311	0.57E-02
200.	0.99674	0.99181	0.53E-02	0.99825	0.99370	0.53E-02	0.99885	0.99933	0.58E-02
220.	1.00000	1.00000	0.53E-02	1.00000	1.00000	0.54E-02	1.00000	1.00000	0.59E-02
240.	0.99029	0.99338	0.54E-02	0.98785	0.98657	0.54E-02	0.98704	0.99160	0.59E-02
260.	0.96555	0.97363	0.53E-02	0.95917	0.96393	0.53E-02	0.95735	0.96693	0.58E-02
280.	0.91762	0.93236	0.52E-02	0.90579	0.91701	0.52E-02	0.90279	0.90515	0.56E-02
300.	0.83566	0.84984	0.49E-02	0.82479	0.82490	0.48E-02	0.82087	0.81325	0.52E-02
320.	0.70562	0.72148	0.44E-02	0.70036	0.69634	0.43E-02	0.69565	0.68813	0.47E-02
340.	0.62891	0.61988	0.40E-02	0.61853	0.60499	0.40E-02	0.61318	0.59099	0.42E-02
360.	0.57609	0.56631	0.38E-02	0.56011	0.54006	0.37E-02	0.55424	0.53087	0.40E-02
380.	0.52913	0.52515	0.36E-02	0.51103	0.50315	0.36E-02	0.50486	0.48581	0.38E-02
400.	0.48334	0.48148	0.35E-02	0.46489	0.45954	0.34E-02	0.45867	0.43887	0.36E-02
420.	0.43758	0.44298	0.33E-02	0.41975	0.41214	0.32E-02	0.41372	0.40634	0.35E-02
440.	0.39160	0.40223	0.32E-02	0.37498	0.37245	0.31E-02	0.36931	0.36305	0.33E-02
460.	0.34546	0.35913	0.30E-02	0.33040	0.33197	0.29E-02	0.32525	0.32382	0.31E-02
480.	0.29965	0.31697	0.28E-02	0.28647	0.29501	0.27E-02	0.28193	0.28695	0.29E-02
500.	0.25668	0.27923	0.26E-02	0.24566	0.24792	0.25E-02	0.24178	0.25021	0.27E-02
520.	0.22752	0.24305	0.24E-02	0.21914	0.22026	0.23E-02	0.21584	0.21543	0.25E-02

cota	C22			C24			ab27		
	calc.	exp.	desvio	calc.	exp.	desvio	calc.	exp.	desvio
20.	0.51385	0.52541	0.43E-02	0.51570	0.52350	0.44E-02	0.51169	0.51220	0.47E-02
40.	0.58242	0.58613	0.46E-02	0.58405	0.57507	0.48E-02	0.58661	0.58339	0.52E-02
60.	0.66438	0.65986	0.51E-02	0.66598	0.65774	0.53E-02	0.66889	0.66389	0.57E-02
80.	0.74322	0.72819	0.56E-02	0.74482	0.73057	0.58E-02	0.74707	0.73256	0.62E-02
100.	0.81397	0.80035	0.60E-02	0.81557	0.79941	0.63E-02	0.81719	0.80139	0.67E-02
120.	0.87484	0.86500	0.64E-02	0.87627	0.86034	0.67E-02	0.87738	0.85929	0.72E-02
140.	0.92460	0.91232	0.68E-02	0.92587	0.91687	0.71E-02	0.92646	0.91314	0.76E-02
160.	0.96249	0.95377	0.71E-02	0.96339	0.96683	0.74E-02	0.96362	0.96567	0.79E-02
180.	0.98783	0.97300	0.72E-02	0.98834	0.98164	0.76E-02	0.98827	0.98276	0.81E-02
200.	1.00000	1.00000	0.74E-02	1.00000	1.00000	0.78E-02	1.00000	1.00000	0.83E-02
220.	0.99848	0.99641	0.75E-02	0.99792	0.99137	0.78E-02	0.99871	0.99655	0.83E-02
240.	0.98227	0.98839	0.75E-02	0.98120	0.98167	0.78E-02	0.98455	0.99065	0.84E-02
260.	0.94902	0.96769	0.74E-02	0.94757	0.95705	0.77E-02	0.95110	0.96189	0.82E-02
280.	0.89013	0.90615	0.71E-02	0.88823	0.90954	0.75E-02	0.92043	0.93369	0.81E-02
300.	0.79715	0.81169	0.66E-02	0.79374	0.81340	0.69E-02	0.87761	0.88231	0.79E-02
320.	0.65587	0.68893	0.60E-02	0.64636	0.66265	0.61E-02	0.81623	0.83400	0.76E-02
340.	0.57118	0.57868	0.54E-02	0.56096	0.55629	0.55E-02	0.76106	0.78993	0.74E-02
360.	0.51336	0.51652	0.50E-02	0.50419	0.49698	0.52E-02	0.70112	0.73252	0.71E-02
380.	0.46492	0.46478	0.48E-02	0.45366	0.45103	0.49E-02	0.64088	0.68443	0.68E-02
400.	0.42011	0.42545	0.46E-02	0.41196	0.41054	0.47E-02	0.58114	0.61537	0.64E-02
420.	0.37720	0.38187	0.43E-02	0.36946	0.37139	0.45E-02	0.52226	0.55772	0.61E-02
440.	0.33546	0.34545	0.41E-02	0.32823	0.33649	0.42E-02	0.46438	0.50736	0.58E-02
460.	0.29462	0.30073	0.38E-02	0.28801	0.29617	0.40E-02	0.40766	0.44608	0.54E-02
480.	0.25492	0.27024	0.36E-02	0.24904	0.25879	0.37E-02	0.35249	0.38852	0.50E-02
500.	0.21846	0.22961	0.34E-02	0.21331	0.22073	0.35E-02	0.30058	0.33865	0.47E-02
520.	0.19515	0.19753	0.32E-02	0.19054	0.19943	0.33E-02	0.25861	0.29348	0.43E-02

Tabela 2: Resultados Comparativos - Experimental X Calculado (CITATION).

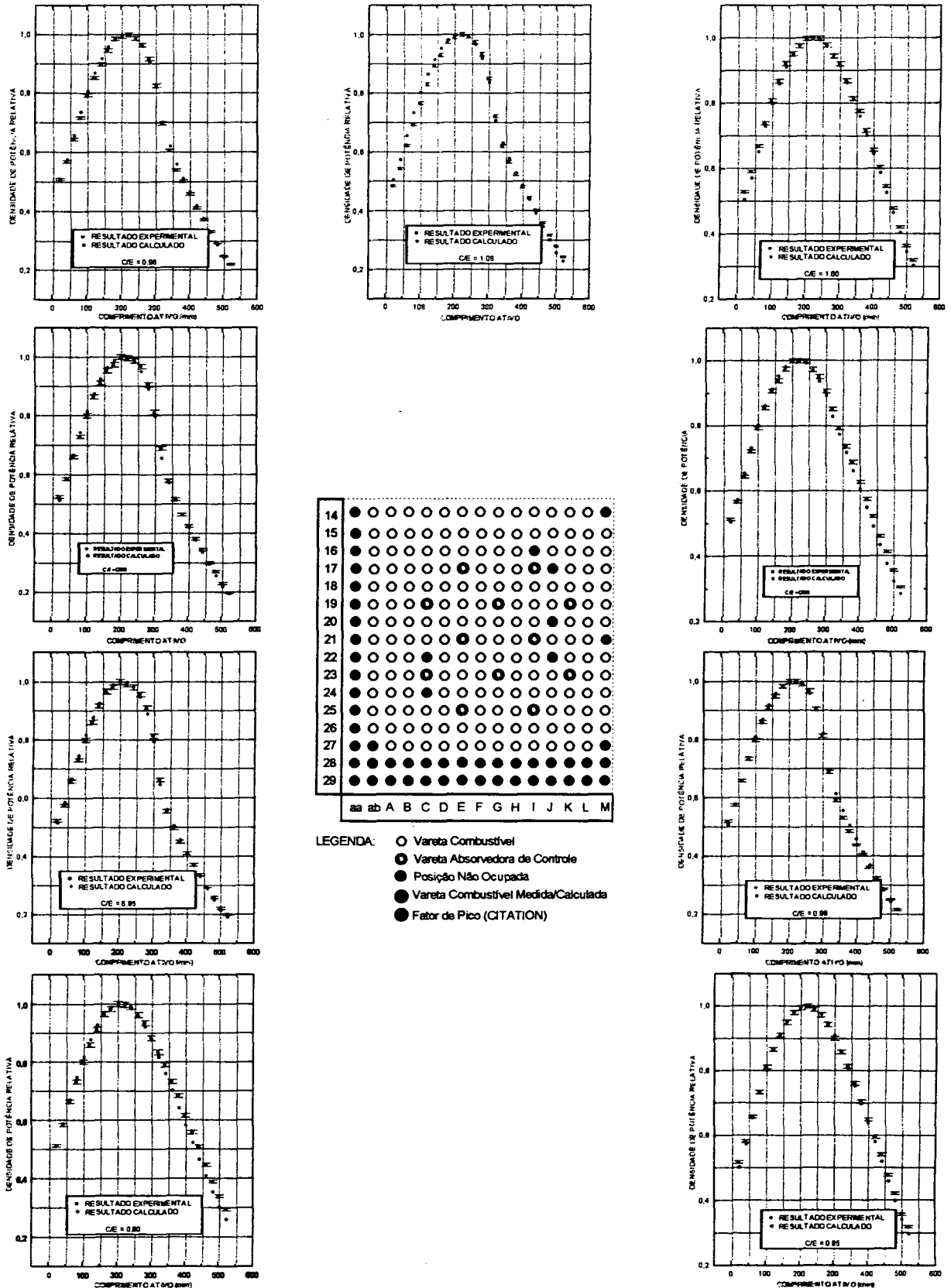


Figura 6: Distribuição da Densidade de Potência Relativa.

dos resultados obtidos via cálculo (CITATION) e os resultados obtidos experimentalmente.

Estão apresentados os resultados comparativos das posições M14, M21, M27, J17, J20, J22, C22, C24 e ab27 na tabela 2 e figura 6.

A razão C/E significa a divisão dos resultados calculados pelos resultados experimentais, proporcionando uma avaliação do desempenho da metodologia de cálculo atualmente utilizada. Nas posições M14, M21 e M27 as curvas apresentam um aspecto cossenoidal, indicando a pouca perturbação dos elementos de controle. Como desvio máximo comparativo entre os resultados calculados e os resultados experimentais observamos a ordem de 9,6% na posição M21 no comprimento ativo (cota) 500mm. Isso se deve ao fato de esta posição estar próximo ao refletor e o código computacional não considerar adequadamente as características neutrônicas nesta região.

Para as posições J17, J20, J22, C22, C24, as curvas evidenciam o deslocamento da densidade de potência provocado pelo efeito do elemento de controle. Nestas posições observamos o desvio máximo da ordem de 8,08%, também na cota 500mm devido as mesmas considerações anteriormente mencionadas.

Para a posição ab27, caso mais crítico devido ao duplo efeito ou seja, a vareta estar localizada na interface núcleo - refletor e o maior desvio ser encontrado na posição superior ativa da vareta.

A título ilustrativo estão apresentados na tabela 1, os resultados da distribuição radial da densidade de potência relativa comparando os valores calculados com os experimentais. Para a distribuição os resultados foram normalizados pelo valor correspondente da posição M14 (região central) na cota 260mm do comprimento ativo da vareta combustível. Para uma avaliação mais apurada da distribuição radial faz-se necessário o levantamento de várias outras posições ao longo do núcleo.

COTA (mm)	POS.	EXPER. (CONT.)	CALCULADO (W/cm <sup>2</sup> )	EXPER. NORM.	CALC. NORM.	C/E
260	M14	119.607	0.24473E-4	1.000	1.000	1.00
260	M21	100.893	0.20449E-4	0.843	0.835	0.99
260	M27	87.848	0.15363E-4	0.734	0.628	0.85
260	J17	115.085	0.24859E-4	0.962	1.016	1.06
260	J20	111.363	0.21870E-4	0.931	0.894	0.96
260	J22	95.981	0.19213E-4	0.802	0.785	0.98
260	C22	63.411	0.12473E-4	0.530	0.510	0.96
260	C24	54.201	0.10482E-4	0.453	0.428	0.95
260	ab27	48.736	0.79371E-5	0.407	0.324	0.80

Tabela 1: Distribuição radial, densidade de potência relativa

#### IV. CONCLUSÃO:

Os sistemas de movimentação e indicação de posicionamento da vareta combustível, o sistema de medida das contagens gama englobando o arranjo colimador e blindagem assim como toda a instrumentação eletrônica nuclear associada demonstraram consistência nos resultados.

As incertezas experimentais foram de maneira geral pequenas (<1%), ou seja de excelente qualidade, qualificando esses resultados como padrão de comparação.

Os resultados comparativos entre os valores calculados via código computacional CITATION e os

valores levantados experimentalmente foram bastante satisfatórios, demonstrando uma boa avaliação no desempenho da metodologia de cálculo utilizada para parâmetros neutrônicos.

Os maiores desvios apresentados entre resultados calculados e resultados experimentais foram localizados em posições próximas a interface núcleo-refletor devido ao fato do código computacional não considerar adequadamente as características neutrônicas nesta região, além disso observou-se que os maiores desvios encontram-se nas posições de comprimento ativo menos significativa em termos de densidade de potência na vareta combustível.

Foi possível observar o efeito dos elementos de controle deslocando o perfil axial da distribuição.

#### V. REFERÊNCIAS:

- 1/ AKIO O., TOSHITAKA O.; "Measurement of Relative Power Distribution at Fast Critical Assembly by Using Gamma Counting Method", Journal of Nuclear Science and Technology, 22(1), 76, Jan/85.
- 2/ SATOH K., OHNO A., OSUGI T.; "Measurement of Relative Power Distribution in the Simulated Axially Heterogeneous Core by Gamma Scanning Method"; JAERI-M-86-191, Jan/87.
- 3/ FOWLER T. B.; VONDY D. R.; "Nuclear Reactor Core Analysis Code: CITATION"; ORNL-TM-2496; Julho/1972.
- 4/ BARHEN J.; RHOTENSTEIN W.; TAVIV E.; "The HAMMER Code System Technion"; ISRAEL INSTITUTE OF TECHNOLOGY, NP-565, 1978.
- 5/ KOBAYASHI I., TSURUTA H., HASHIMOTO M., ABE S., KODAIRA T., OGURA S.; "Critical Experiment and Analysis on the Core for Japan First Nuclear Ship Reactor"; JAERI-1166, Sept./78.
- 6/ SMITH G. G., SEMANS J. P., MITCHELL J. A.; "U233 Oxide-Thorium Detailed Cell Critical Experiments"; WAPD-TM-1101, Oct./74
- 7/ MYIOSH Y., ITAGAKI M., AKAI M.; "A Geometric Buckling Expression for Regular Polygons: I. Measurements in Low-Enriched UO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O Lattices"; JAERI-3190-11, Jan./93.
- 8/ REUS U. and WESTMEIER W.; "Atomic Data and Nuclear Data Tables"; Part I, Vol.29, N.1, July 1.983.

#### ABSTRACT:

This work presents a measurement methodology for determination of radial and axial relative power density distribution of the IPEN/MB-01 Reactor core by means of the fuel rod gamma scanning. The methodology is based on the proportionality between gamma activity emitted by the radioactive decay of the fission products and power density. The scanning technique consists of counting gamma radiation above 0,6 MeV along the active area of the fuel rod, getting a distribution profile. The experimental results will be used as a benchmark for qualification and to establish possible deviations for the calculational methodology currently used at IPEN. The comparison of the calculated and measured results showed good agreement.