

ÁREA

PROJ./ATIV. : p-3.01

NT CORRELATAS: VIDE BIBLIOGRAFIA (item 4.13)

TÍTULO : UTILIZAÇÃO DA MONTAGEM SUBCRÍTICA CAPITU

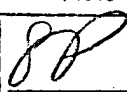
1. OBJETIVO

Expõe-se um plano de utilização da montagem subcrítica a água pesada Capitu por um período de 12 meses a iniciar-se em 25.01.73.

2. RESUMO E CONCLUSÕES

Foi prevista a realização de experimentos para a determinação de Laplacianos Materiais, constantes de decaimento assintóticas, fatores de reprodução do meio infinito, secções de choque maxwellianas de absorção, comprimento de difusão, reatividades, índices espectrais, (inclusive a temperatura) do espectro de neutrons e as leis de dispersão típicas da propagação de ondas de neutrons no meio multiplicador. Será feito um estudo de viabilidade da utilização de um único feixe de combustível para a determinação de parâmetros de reticulados, com ênfase no fator de utilização térmica.

O custo do programa foi estimado em Cr\$ 955.000,00 sendo Cr\$ 248.000,00 a parte correspondente a despesas de manutenção, aquisição de equipamento e materiais diversos e o restante às despesas com pessoal.

Distribuição		Origem			
		Histórico	Nome	Visto	Data
1. Diretor Sup. _____	10. Biblioteca _____	Executado	SILVESTRE PAIANO		/ /
2. Diretor DTD _____	11. Secretaria _____				
3. Assist. Exec. _____	12. _____	Aprovado :	OMAR C. FERREIRA		/ /
4. Ass. Progr. _____	13. _____				
5. Ass. Teen. _____	14. _____	1 -			/ /
6. Dep. Comb. _____	15. _____	2 -			/ /
7. Dep. Reat. _____					
8. Dep. Ind. _____					
9. Dep. Pesq. _____	TOTAL _____				

UTILIZAÇÃO DA MONTAGEM SUBCRÍTICA CAPITU3. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS DO PROGRAMA

A montagem subcrítica "Capitú" representa uma das primeiras experiências genuinamente nacionais no campo da Engenharia Nuclear. Projetada por engenheiros do IPR, sob supervisão de técnicos do Commissariat a l' Energie Atomique, e inteiramente fabricada no Brasil, exceto quanto ao combustível a ser usado inicialmente, constitui-se esta sub-crítica no primeiro projeto integrado de construção e exploração de um sistema nuclear.

O projeto "Capitú" foi concebido no contexto do programa do Grupo do Tó-rio, como primeiro passo para a construção de um protótipo de potência sobre o qual se desenvolveriam os estudos do ciclo do Tório.

A ênfase que se põe atualmente nos sistemas a água leve não invalida a experiência em Engenharia representada pelo Projeto "Capitú". Um programa adequado de exploração desta subcrítica, conjugado ao uso de outras instalações, permitirá desenvolver o treinamento avançado e orgânico das equipes que se ocuparão do cálculo, construção e exploração de novos dispositivos nucleares.

O programa que se segue é pois baseado nas premissas de formação de pessoal, implantação de técnicas experimentais e entrosamento de teoria com o experimento.

Ele prevê a determinação de parâmetros do reticulado através da utilização de técnicas de detecção de neutrons por ativação de folhas, detecção por técnicas de impulso, uso de fontes de neutrons estacionárias e não-estacionárias. As experiências programadas permitirão a obtenção de dados que sejam úteis do ponto de vista da Engenharia de Reatores e ao mesmo tempo colocarão o pessoal participante em constante contato com tópicos fundamentais da Física de Reatores. Ao mesmo tempo, o programa é suficientemente elástico para permitir que as técnicas implantadas durante a sua execução sejam de utilidade no futuro, qualquer que seja a linha Nacional de Reatores Nucleares.

Apesar de sua extensão e do número relativamente elevado de participantes, o custo do programa para 1973 é relativamente modesto; da ordem de Cr\$ 243.000 (exclusive pessoal); isto será possível graças aos pesados investimentos feitos nos períodos anteriores pelo IPR-CNEN para equipar modernamente o Laboratório de Neutrônica, inclusive com a aquisição de um moderno acelerador de 200 Kv, que em condições ideais pode produzir, através de reação $T(d,n)He^3$, 10^{11} neutrons por segundo .

4. ETAPAS

Em futuro próximo, o combustível da Subcrítica Capitu deverá constituir-se de feixes de varetas contendo pastilhas fabricadas no País. No momento, dispõe o IPR de varetas contendo pastilhas de UO_2 de procedência francesa e americana.

A razão da presença deste combustível é que, com o mesmo, poderemos comparar muitos dos resultados de nossos futuros experimentos com os realizados em outros laboratórios.

As etapas que apresentamos a seguir referem-se a utilização do combustível francês. Os quadros anexos mostram estas etapas em conjunto e um cronograma tentativo para a sua execução.

4.1. Cálculo teórico

O "Projeto neutrônico da Subcrítica Capitu" foi estudado com considerável detalhe na referência |1|, cujos resultados serão utilizados como primeira informação para o início dos trabalhos experimentais; numa segunda fase, recorrer-se-á aos códigos CRUEL | 2 | e HECTOR | 3 |. Para a interpretação das experiências cinéticas, outros códigos estão sendo considerados.

4.2. Dispositivos de irradiação e sistemas de contagem

Serão projetados dispositivos para o posicionamento de detetores de folha e tipo BF_3 ou equivalente. Um sistema automático de aquisição de dados foi adquirido do CEA para os experimentos que envolvem ativação de fios e/ou folhas.

4.3. Feixe de varetas

Deverá ser projetado e construído no IPR para utilização do combustível americano. O combustível francês poderá ser utilizado imediatamente pois, juntamente com o combustível, recebemos os elementos estruturais para feixes de 7 e de 19 varetas.

4.4. Relatório de segurança

Constará essencialmente dos seguintes tópicos :

- a) segurança do pessoal quanto a acidentes de radiação e outros;
- b) segurança do equipamento e material presentes;
- c) manual de operação da Subcrítica.

Nesta etapa será feito um estudo do pedestal de grafita como fonte de neutrons e um levantamento dos níveis de radiação nos laboratórios e salas adjacentes.

4.5. 1ª Carga

Precedendo a colocação da primeira carga, será determinada a constante de decaimento da água pesada para vários níveis do moderador. Estas medidas fornecerão informações sobre a existência ou não de um "back - ground" dependente do tempo em medidas de fonte pulsada, devido à reflexão de neutrons nas paredes e materiais estruturais; eventualmente, a seção de choque macroscópica maxwelliana de absorção da água pesada (σ_a) determinada nesta etapa, será utilizada nos cálculos teóricos. Note-se que estas medidas podem ser consideradas como um teste global da pureza do moderador.

Uma duração de 20 dias foi prevista para a primeira carga de elementos da Subcritica. Espera-se que este intervalo de tempo seja suficiente para a solução de problemas de ordem prática, não previstos anteriormente.

Após a colocação do 1º feixe de elementos combustíveis no arranjo (posição central) será feita uma determinação de constante de decaimento que, comparada com a constante de decaimento correspondente no caso da água pesada, fornecerá subsídios para o estudo de viabilidade de utilização da técnica do "elemento único" (etapa 4.12).

4.6. Experimento de criticalidade

Este será um experimento padrão de criticalidade, realizado de conformidade com normas de segurança aceitas internacionalmente | 4 |. O Relatório de Segurança (Etapa 2.4) conterá instruções explícitas a respeito.

4.7. Determinação de constantes de decaimento

Após o experimento de criticalidade, ou, se necessário, durante a realização do mesmo, serão determinadas as constantes de decaimento do meio multiplicador em função do nível do moderador e as correspondentes reatividades pelos métodos de Garellis-Russel e outros | 5 |. O conjunto de valores "constantes de decaimento X curvatura geométrica" será utilizado para a obtenção dos parâmetros do arranjo ($v\bar{\Sigma}_a$, k_∞ , L^2). As constantes de decaimento também serão comparadas diretamente com valores teóricos.

4.8. Medidas por ativação de folhas

Serão irradiados detetores de Mn, In e, se praticável, de Au, para a obtenção do Laplaciano Material. Serão determinados índices espectrais (inclusive temperatura) do espectro de neutrons do arranjo.

O acelerador Kaman poderá ser utilizado em regime contínuo, ($> 10^{10}$ neutrons por segundo) por períodos não superiores a duas horas (na intensidade máxima). A meia vida dos alvos de Trítio é da ordem de 1 mA.hora; cada operação deste tipo implicará em troca de alvo.

Dispomos também de uma fonte de Am-Be de $2 \text{ Ci}(10^6 \text{ neutrons por segundo})$.

4.9. Ruído neutrônico no domínio de tempo

Os métodos de Rossi-alfa, de Feinmann e da "probabilidade nula" serão utilizados | 6 | para a obtenção das constantes de decaimento dos neutrons, e as reatividades correspondentes.

Este tipo de experimento, embora fornecendo informações não muito diferentes das obtidas pelo método clássico da fonte pulsada, apresenta a vantagem de dispensar a presença do acelerador e, em alguns casos, até mesmo de uma fonte externa, utilizando apenas as fissões espontâneas como fonte de neutrons. Assim, em certas ocasiões, espera-se poder aproveitar períodos de manutenção do acelerador para este tipo de experimento.

4.10. Análise de ruído no domínio de frequência

Nesta etapa, procuraremos estudar, não apenas o ruído neutrônico do arranjo subcrítico, mas outras componentes do ruído global, como por exemplo, vibrações mecânicas no interior do tanque. Esta última parte da Etapa 2.1. é considerada importante, dada a estrutura mecânica do núcleo da Subcrítica, e também porque, a rigor, considera uma técnica que é praticamente obrigatória em qualquer tipo de central nuclear | 7 |.

4.11. A lei de dispersão obtida através da propagação de pulsos de neutrons

Este experimento é complementar da fonte pulsada clássica e sua execução requer exatamente o mesmo equipamento. A informação obtida no caso é a chamada lei de dispersão $k(w)$, isto é, o comprimento da difusão complexo em função da frequência w das ondas neutronicas. Além de permitir a obtenção de parâmetros integrais, ele permite a comparação ponto por ponto do pulso de neutrons experimental com a previsão teórica. O pulso de neutrons é utilizado inteiramente, em contraste com o que acontece no caso da fonte pulsada clássica, que utiliza apenas o decaimento assintótico do pulso. O arranjo construído para a Subcrítica Capitu, pode ser considerado excelente para este tipo de experimento.

4.12. Viabilidade do método do elemento único

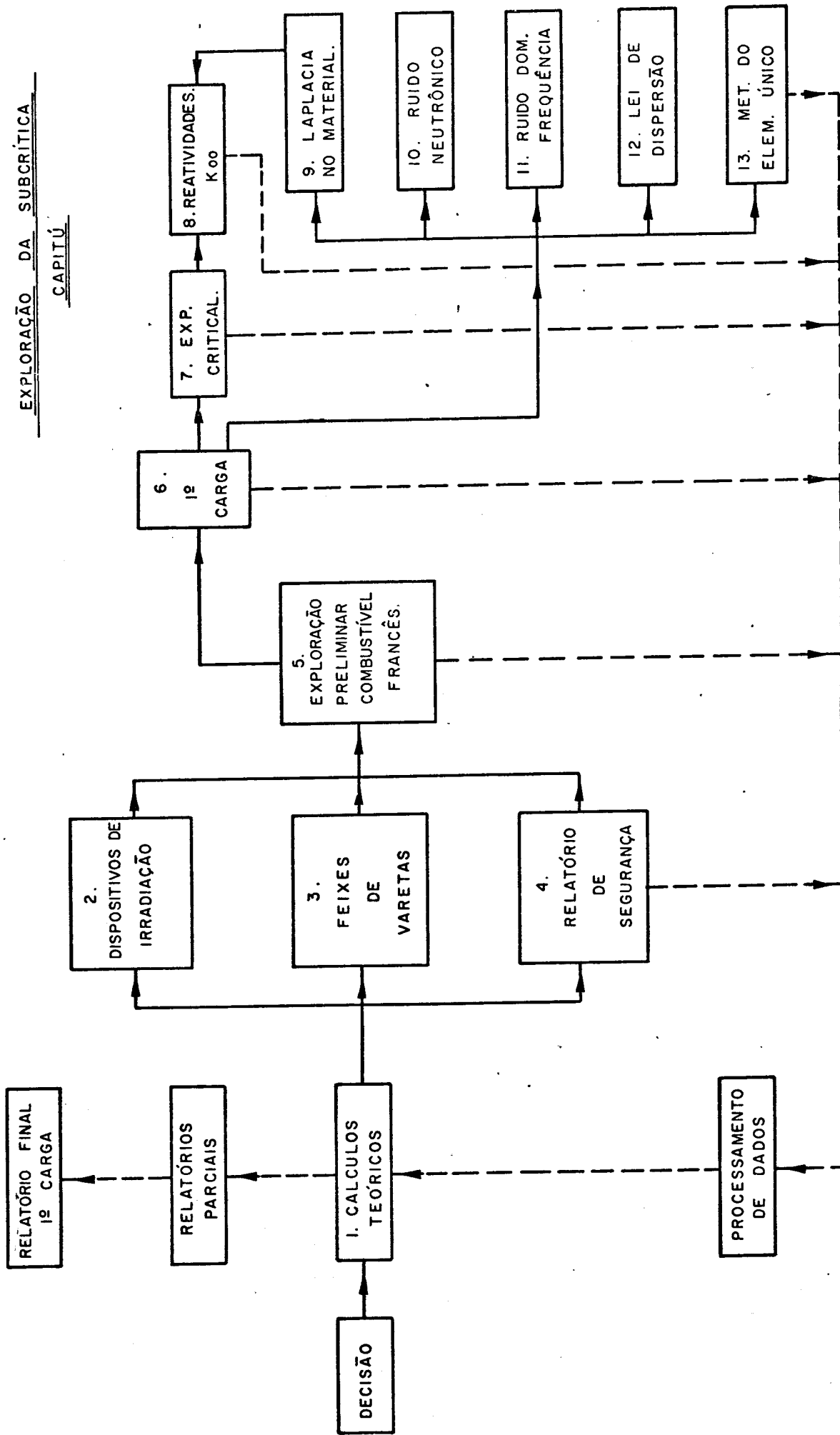
Este método, proposto por Galanin e desenvolvido no MIT, propõe-se a determinar parâmetros de um reticulado pelo estudo de um único elemento combustível, imerso no moderador correspondente. No nosso caso há dúvidas quanto à aplicabilidade do método em toda a sua potencialidade, por falta de intensidade de nossas fontes de neutrons. Entretanto, espera-se poder determinar pelo menos o parâmetro β de Galanin (estritamente relacionado com o fator de utilização térmica f) com base no trabalho de Bernard | 8 | que utiliza a propagação de pulsos de neutrons como técnica de trabalho.

4.13. Bibliografia

- | 1 | - RIBEIRO, L.M.V. - "O Projeto Neutrônico da Subcrítica Capitu", Relatório DR-53, 1973, IPR.
- | 2 | - NAUDET, R.; CHABRILLAC, M.; BOIVINEAU, A. - Le Code CRUEL I, Rapport APM 872, 1965, CEA.
- | 3 | - BOIVINEAU, A.; CHABRILLAC, M. - Le Code HECTOR, Note CEA-N523, 1965
- | 4 | - American National Standard for Safety in Conducting Subcritical Neutron-Multiplication Measurements in Situ ANSI N16,3, 1969.
- | 5 | - Vide diversos artigos em "Pulsed Neutron Research", vol II, IAEA, Vienna, (Karlsruhe) 1965.
- | 6 | - PACILIO, N. - Reactor Noise Analysis in the Time Domain, TID 24512 USAEC, Division Technical Information
- | 7 | - THIE, J.A. - Reactor Noise Monitoring for Malfunctions, Reactor Technology, 14,4 (Winter 1971-1972) 354
- | 8 | - BERNARD, E.A.; PEREZ, R.B. - Determination of Heterogeneous Parameters by the neutron Wave Technique, ANS transactions, 12,2 (1969) 663.

EXPLORAÇÃO DA SUBCRÍTICA

CAPÍTULO



COMPANHIA BRASILEIRA DE TECNOLOGIA

DIRETORIA DE TECNOLOGIA E DESENVOLV

INSTITUTO / LABORATÓRIO: IPR

DIVISÃO: DIVISÃO DE PROJETOS

GRUPO DE TRABALHO / LABORATÓRIO / SERVIÇO: GRUPO DE NEUTRÔNICA

TAREFA	ITEM	DESCRIÇÃO	ORÇAMEN	
			PREVISTO (10 ³ Cr\$)	REALIZADO (10 ³ Cr\$)
	1.	Cálculo Teórico.		
	2.	Preparação de Sistemas de Contagem.		
	3.	Construção de feixes de varetas SRL (7 e 19 elementos).		
	4.	Relatório de Segurança.		
	5.	Exploração preliminar H ₂ O, combus- tível francês.		
	6.	Primeira carga.		
	7.	Experimento de criticalidade.		
	8.	Constantes de decaimento-reativida- des.		
	9.	Laplaciano material e Índices es - pectrais.		
	10.	Ruído neutrônico domínio de tempo.		
	11.	Ruído neutrônico domínio de fre - quência.		
	12.	Lei de dispersão (propagação de pul- sos de neutrons.		
	13.	Método do elemento único-viabilida- de.		
		Processamento de dados.		
		Relatório final da 1ª carga.		
		Montagem Final (a cargo de Virgí- lio M. A. e Silva).		

5. EQUIPE

Inicialmente, a equipe que deverá explorar a Subcrítica será assim constituída:

- 2 Físicos - período integral
- 3 Engenheiros : período integral
- 2 Engenheiros : 1/2 período
- 3 Técnicos de nível médio
- 2 Bolsistas (um maior número poderá ser admitido após o início CCTN da etapa 2.5.)

O pessoal de Nível Superior tem experiência média maior que 6 anos em problemas típicos de Engenharia Nuclear e Física de Reatores.

6. CUSTOS

Os custos aqui apresentados são tentativos. Uma previsão detalhada é difícil dado o grau de sofisticação dos experimentos a serem realizados e a falta de experiência quanto a operação da subcrítica. Uma nova estimativa será feita após o início da fase 2.5.

6.1. Custos exclusive pessoal

Mat. Consumo	Cr\$ 76.500,00
Serv. Terceiros	Cr\$ 12.300,00
Encargos Diversos	Cr\$ 116.000,00
Equipamentos	Cr\$ 25.000,00
Mat. Permanente	Cr\$ 19.000,00
TOTAL	Cr\$ 248.800,00

6.2. Custo de Pessoal

Salários nível superior(12 meses)	Cr\$ 360.000,00
Salários nível médio (12 meses)	Cr\$ 72.000,00
Bolsistas (a cargo do CCTN)	-
Mão de Obra p/ construção de feixes de elementos combustíveis(1ª Carga)	Cr\$ 10.000,00
SUB-TOTAL	Cr\$ 442.000,00
Encargos Trabalhistas e Sociasi(60%)	Cr\$ 265.000,00
TOTAL	Cr\$ 707.000,00

6.3. CUSTO TOTAL

Cr\$ 955.800,00

7. EQUIPAMENTO BASICO A SER UTILIZADO PELO PROJETO, JA EXISTENTE E LOCALIZADO NO LABORATORIO DA SUBCRITICA

a) Irradiação :

Acelerador KAMAN 200 Kv. (10^{11} neutrons/segundo)
 Fonte de Am-Be(10^6 neutrons/segundo)

b) Coleta de dados:

Analizador HP 1024 Canais
 Analizador Packard 1024 Canais
 Sistema(Frances) de contagem automatizado para contagem de folhas
 Modulos para processamento de pulsos (sistema NIM)

c) Detetores

Detetores de BF_3 e He_3 de dimensões diversas. Cintiladores orgânicos e inorgânicos.
 Detetores de Mn, In, Au, Lu e outros.