



## I Congresso Geral de Energia Nuclear

Rio de Janeiro, 17 a 20 de Março de 1986

### ANAIIS - PROCEEDINGS

#### ESTUDO PARAMÉTRICO DE OTIMIZAÇÃO DAS DIMENSÕES DE UMA PASTILHA COMBUSTÍVEL.

— Luiz Antonio Mai

Divisão de Física de Reatores  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - CNEN-SP  
São Paulo - SP

#### SUMÁRIO

Neste trabalho apresenta-se um método simples e rápido para se determinar a dimensão ótima de pastilhas combustíveis para aumentar a reatividade no final do ciclo. Todos os demais parâmetros da célula unitária, são constantes.

A extensão do ciclo é um parâmetro de projeto que será de fundamental importância na determinação do raio ótimo da pastilha, pois a dimensão ótima é uma função deste parâmetro.

Todos os cálculos foram executados utilizando-se o programa HAMMER.

#### SUMMARY

A simple and fast method for the determination of the dimensions of fuel pellets, is presented. The objective is to obtain maximum core reactivity at the EOL. Other unit cell parameters, fixed in a given reactor, are considered constants.

It is seen that the cycle length is an important parameter in the determinations of the pellet dimensions.

The optimal pellet radius is found as an increasing function of the cycle length.

All calculation have been performed using the HAMMER code.

## 1. INTRODUÇÃO

Do ponto de vista econômico e de desempenho é interessante que várias características de um reator sejam otimizadas. Dentre essas características podemos citar, de uma maneira mais generalizada, as dimensões do núcleo, o enriquecimento, o arranjo do combustível, a escolha do material, etc.

Dependendo das características que se quer otimizar, vários métodos são propostos que exigem mais ou menos dispêndio de esforços e cujos resultados podem ser melhores ou piores. Atualmente muitos problemas de otimização de parâmetros na física de reatores nucleares utilizam-se essencialmente da teoria da Programação Linear<sup>1</sup>.

O trabalho que propomos apresentar visa mostrar somente que para se otimizar uma determinada característica simples do reator, podemos lançar mão de um método igualmente simples e também rápido onde os resultados podem ser considerados bons.

## 2. PROCEDIMENTO E RESULTADOS

Como um exemplo de um método assim caracterizado, apresentamos no trabalho a otimização do raio de uma pastilha combustível no sentido de fornecer uma maior reatividade no final de vida, mantendo-se constantes os demais parâmetros da célula unitária. Logicamente a medida que variamos o raio da pastilha, variamos também a quantidade de urânio (o enriquecimento também foi mantido).

O tempo de vida estipulado (tamanho do ciclo) para o reator é um parâmetro de projeto que veremos, será de muita importância na determinação do raio ótimo da pastilha combustível.

Com esses parâmetros fixados, variamos o raio da pastilha combustível e calculamos o valor do fator de multiplicação infinito ( $K_{\infty}$ ) com o programa HAMMER<sup>3</sup>. Determinamos a razão de moderação ( $R_M = \frac{H}{U}$ ) de cada caso e levantamos curvas de  $K_{\infty}$  versus  $R_M$  para várias etapas de queima (0, 242, 482, 722 e 962 dias). Essas curvas estão representadas na Figura 1 abaixo.

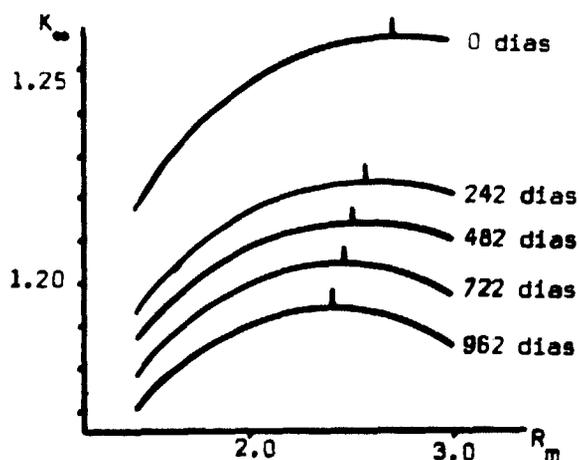


Figura 1 -  $K_{\infty}$  como função de  $R_m$  para 5 etapas de queima.

Como se sabe, existe um ponto onde a razão de moderação é ótima, ou seja, uma razão de moderação cujo fator de multiplicação infinito é máximo<sup>2</sup>. Sabemos

também que, por razões de segurança devemos manter o sistema submoderado durante toda a vida estipulada para o reator.

Através das curvas de  $K_{\infty}$  versus  $R_m$  verificamos que a medida que se processa a queima, o ponto de razão de moderação ótimo se desloca para valores menores de  $R_m$ , ou seja, a razão de moderação escolhida, que vai determinar o raio ótimo da pastilha para um determinado sistema, depende do tempo de queima estipulado.

Determinando visualmente os pontos de razão de moderação ótimo da Figura 1, levantamos a curva da Figura 2 representada abaixo.

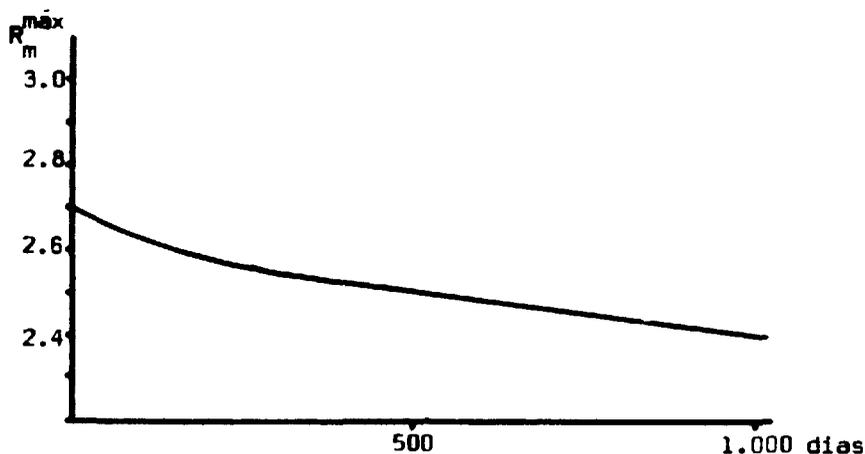


Figura 2 - Posições de pico da Figura 1 em função do tempo de queima.

Com essa razão de moderação, determinamos o valor do raio da pastilha com combustível ótimo no sentido de termos uma maior reatividade no final de vida. Na Figura 3 abaixo mostramos o comportamento do raio ótimo da pastilha combustível em função do tempo de queima onde mantivemos todos os outros parâmetros do reator fixados.

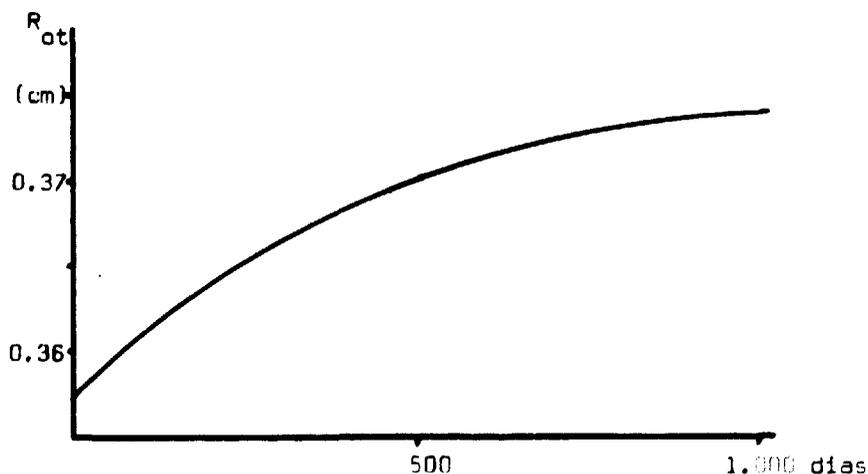


Figura 3 - Raio ótimo da pastilha combustível em função do tempo de queima.

### 3. CONCLUSÕES,

Tendo como variável apenas o raio da pastilha combustível, percebemos que o valor ótimo, em termos de queima, desse raio é uma função do tempo de vida considerado para o reator. Em outras palavras, para um dado tempo, temos um raio que nos dá a maior reatividade no final de vida.

Análise semelhante pode ser feita com algum outro parâmetro, observando-se como sua variação influencia outro determinado parâmetro, assim como, no presente caso, o tempo de vida considerado para o reator foi o parâmetro que nos levou ao raio ótimo.

No momento estamos realizando cálculos tendo como variável apenas o passo entre as varetas combustível ("Pitch"). O objetivo e o parâmetro analisado são os mesmos, ou seja, a maior reatividade no final de vida e o tempo de vida estipulado respectivamente.

### REFERÊNCIAS

1. JACHIC, J.; Um Método de Otimização de Parâmetros na Física de Reatores Nucleares; 3º Encontro Nacional de Física de Reatores Nucleares, 1982 - Itaipava, RJ.
2. DUDERSTADT, J.J.; HAMILTON, L.J.; Nuclear Reactor Analysis; John Wiley & Sons, Inc. 1976.
3. SUICH, J.E.; HONECH, H.C. The HAMMER System Heterogeneous Analysis by Multigroup Methods of Exponentials and Reactors. United States Atomic Energy Commission, Jan. 1967.