

Inis - mf. 1360

JOSÉ MESSIAS DE OLIVEIRA FILHO

SOBRE A EVOLUÇÃO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR EM REATORES DO TIPO HTGR

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA À ESCOLA POLITÉCNICA
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO PARA OBTENÇÃO
DO TÍTULO DE "MESTRE EM ENGENHARIA"**

SÃO PAULO, 1972

JOSE MESSIAS DE OLIVEIRA FILHO

*SOBRE A EVOLUÇÃO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR
EM REATORES DO TIPO HTGR*

Orientador: Prof. Dr. Silvio Bruno Herdade

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do título de
"Mestre em Engenharia"

A meus pais

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Silvio Bruno Herdade, orientador deste trabalho, por sua dedicação e sugestões;

Ao Prof. Dr. Rômulo Ribeiro Pieroni, Diretor do Instituto de Energia Atômica, por tornar possível a realização deste trabalho;

Ao Engenheiro Pedro Bento Camargo, Chefe da Divisão de Engenharia Nuclear do Instituto de Energia Atômica, por seu apoio e compreensão;

Ao Prof. Dr. Yoshiyuti Hukai, Assistente da Chefiada Divisão de Engenharia Nuclear do Instituto de Energia Atômica, pelas críticas e discussões sobre o trabalho;

À Srta. Maria Elia França pela paciente ajuda na revisão deste trabalho;

À Srta. Odete Regina Delion pelos trabalhos de datilografia;

Aos colegas da Divisão de Engenharia Nuclear pelo constante interesse demonstrado.

RESUMO

Apresenta-se, neste trabalho, um modelo para o cálculo da evolução do combustível nuclear em centrais nucleares do tipo HTGR, com a finalidade de se obter dados para uma análise técnico-econômica preliminar do ciclo de combustível.

O trabalho desenvolvido baseia-se, essencialmente, em um modelo nuclear pontual e nas principais características do ciclo de combustível.

O modelo nuclear pontual despreza os efeitos da posição relativa do combustível nuclear no reator, bem como as variações espaciais do fluxo de neutrons. Presta-se, contudo, perfeitamente ao tipo de análise a que se propõe, produzindo resultados bastante satisfatórios.

As considerações sobre o ciclo de combustível são feitas pressupondo-se que a central nuclear opera em ciclo de alto enriquecimento. Os principais parâmetros do ciclo são analisados teórica e praticamente.

O programa proposto possui a versatilidade necessária para analisar a evolução do combustível nuclear e a viabilidade do ciclo de combustível de uma central nuclear do tipo HTGR de qualquer potência e sob diversos esquemas de operação.

INDICE

	<u>Pág.</u>
<u>CAPÍTULO I</u>	
INTRODUÇÃO	1
<u>CAPÍTULO II</u>	
ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SÔBRE REATORES "HTGR"	6
2.1 - Considerações Gerais	6
2.2 - O HTGR Americano	7
<u>CAPÍTULO III</u>	
ANÁLISE FÍSICA	12
3.1 - Conceituação do Modelo Nuclear	12
3.1.1 - Constantes de grupo	13
3.1.2 - Taxas de reação	16
3.1.3 - Fluxo de neutrons	18
3.1.4 - Constante de multiplicação efetiva	18
3.1.5 - Normalização do fluxo de neutrons	19
3.2 - Nuclídeos	19
3.2.1 - Nuclídeos pesados	21
3.2.1.1 - Equação geral	21
3.2.1.2 - Cadeias de nuclídeos pesados	22
3.2.1.3 - Cadeia 1	24
3.2.1.4 - Cadeia 2	25
3.2.1.5 - Cadeia 3	26
3.2.2 - Produtos de fissão	27
3.2.2.1 - Forma geral	27
3.2.2.2 - Classificação dos produtos de fissão	28
3.2.3 - Moderador e outros materiais	31
3.3 - Cálculos Complementares	32
3.3.1 - Massa dos nuclídeos pesados	32
3.3.2 - Fator de regeneração	33
3.3.3 - Razão de conversão	34
3.3.4 - Energia térmica gerada	35
3.3.5 - Densidade de potência e fator de idade do combustível	36
3.3.6 - Produção e absorção de neutrons	37

	<u>Pág.</u>
<u>CAPÍTULO IV</u>	
CICLO DE COMBUSTÍVEL	40
4.1 - O Ciclo do Tório	40
4.1.1 - Material fértil e fissil de alimentação	40
4.1.2 - Tempo de residência e frequência de recarga	42
4.1.3 - Densidade e potência	42
4.1.4 - Utilização do material fissil produzido	43
4.1.5 - Razão carbono-tório (C/Th)	43
4.2 - Recargas	44
4.3 - Considerações sobre o código CICOMB relacionadas com o ciclo de alto enriquecimento	46
<u>CAPÍTULO V</u>	
O CÓDIGO CICOMB	50
5.1 - Descrição Geral	50
5.2 - Método de Cálculo	54
<u>CAPÍTULO VI</u>	
APLICAÇÃO A UMA CENTRAL NUCLEAR DE 770 Mwe	55
6.1 - Considerações Iniciais	55
6.2 - Resultados dos casos analisados	57
CASO - 1	
CASO - 2	123
6.3 - Conclusões	151
<u>CAPÍTULO VII</u>	
COMENTÁRIOS FINAIS	157
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
<u>APÊNDICE A</u>	
INDICAÇÃO DOS NUCLÍDEOS	i
<u>APÊNDICE B</u>	
COEFICIENTES $A_{i,j}$ DA CADEIA-1	ii
<u>APÊNDICE C</u>	
COEFICIENTES $B_{i,j}$ DA CADEIA-2	v

	<u>Pág.</u>
<u>APÊNDICE D</u>	
COEFICIENTES $C_{i,j}$ DA CADEIA-3	vii
<u>APÊNDICE E</u>	
COEFICIENTES $E_{i,j}$ DAS EQUAÇÕES DOS PRODUTOS DE FISSÃO	viii
<u>APÊNDICE F</u>	
VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA	xi
F.1 - <i>Programa Principal</i>	xi
F.1.1 - <i>Variáveis de entrada</i>	xi
F.1.2 - <i>Variáveis de saída</i>	xix
F.2 - <i>Programa AUXI</i>	xx
<u>APÊNDICE G</u>	
LISTAGEM DO CÓDIGO CICOMB	xxiii

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

No cálculo do custo da energia gerada por uma central nuclear de potência, uma importante parcela a ser considerada é a que se relaciona com o *ciclo de combustível* adotado em sua operação. Entende-se por ciclo de combustível o conjunto de processos sofridos pelo material nuclear, durante e após sua passagem pelo reator, representados esquematicamente na Figura 1.1. As setas indicam o fluxo do material nuclear, incluindo seu transporte entre as diferentes fases. O urânio natural pode seguir diretamente para a fase de preparação do combustível, ou sofrer, antes, um enriquecimento em seu teor de ^{235}U . Na preparação, o composto de urânio é transformado quimicamente no produto desejado para a fase de fabricação (conforme o caso pode-se incluir, também, em paralelo, a preparação de tório). Na fabricação, transforma-se, convenientemente, o material nuclear, resultando, como produto final, o elemento combustível que será introduzido no reator. Durante sua permanência no reator, o combustível sofre transformações em sua composição isotópica, resultantes das reações nucleares que aí ocorrem. O combustível usado, ao ser retirado do núcleo, possui, ainda, alto nível de radioatividade sendo necessário o seu armazenamento (resfriamento) até que a sua radioatividade

tenha decaído a níveis satisfatórios para o seu manuseio, quando poderá sofrer várias destinações: ser armazenado para posterior uso; ser considerado resíduo radioativo; sofrer novo processamento para a recuperação dos materiais físséis ainda existentes, além dos produzidos durante a exposição no reator. O material físsil recuperado poderá ser destinado à venda ou usado novamente na fabricação de combustível, constituindo o de nominado *reciclo de combustível*.

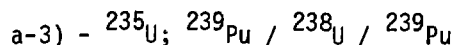
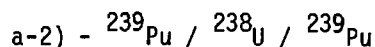
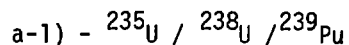
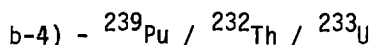
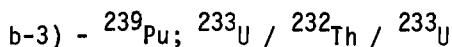
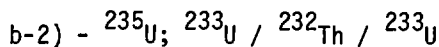
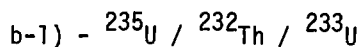
A cada fase do ciclo estão associados custos parciais (custos de enriquecimento, fabricação, transporte, etc.) que compõe o *custo do ciclo de combustível*.

O ciclo que utiliza o ^{238}U como material fértil é de nominado *ciclo do urânio* (ou ciclo de baixo enriquecimento) e o que utiliza ^{232}Th , *ciclo do tório* (ou ciclo de alto enriquecimento). Em princípio, podemos utilizar qualquer isótopo físsil como material de alimentação. A Tabela 1.1, ilustra algumas alternativas possíveis para ambos os ciclos, onde A/B/C indica uma particular combinação entre os isótopos físséis e férteis (A representa o físsil ou físséis de alimentação; B o fértil e o C o físsil produzido).

Para a partida (colocação em marcha) de uma central nuclear, somente alguns destes ciclos são possíveis, devido à disponibilidade de material físsil; atualmente, os únicos ciclos possíveis são os que utilizam o ^{235}U (a-1; b-1) pois este é o único material físsil existente em grandes quantidades nos recursos naturais. Futuramente, com o a cúmulo de ^{233}U e ^{239}Pu produzidos, outros ciclos de partida poderão vir a ser utilizados.

TABELA 1.1

Exemplos de ciclos de combustível

A - Ciclo do urânioB - Ciclo do tório

A escolha do ciclo de combustível deve ser feita mediante uma análise técnico-econômica que considere conjuntamente as limitações técnicas (limites térmicos e metalúrgicos) e o custo do ciclo em questão. Este tipo de análise só é possível desde que se disponha de uma capacidade computacional que compreenda uma série de códigos abrangendo-geração de secções de choque, cálculos de criticalidade, cálculos de evolução do combustível nuclear etc. Os estudos preliminares de viabilidade técnico-econômica são feitos por códigos relativamente simples. Neles, os parâmetros nucleares são calculados por modelos pontuais com a finalidade de minimizar os custos de computação que, no caso de cálculos multi-dimensionais são elevados devido ao tempo de processamento requerido. O custo do ciclo de combustível, por sua vez, é calculado por modelos econômicos usuais. Uma análise deste tipo já permite delimitar algumas condições preliminares que levarão à escolha do ciclo de combustível a ser empregado na central nuclear. A decisão final resulta da análise dos custos envolvidos e dos parâmetros obtidos por códigos com modelos nuclea -

res mais sofisticados (multi-dimensionais) que calculam em detalhes os parâmetros de projeto do núcleo do reator (distribuição de potência, reatividades, etc.).

Este trabalho situa-se entre aqueles destinados a estudos preliminares de viabilidade técnico-econômica de ciclos de combustível. Partindo-se de um modelo nuclear semelhante ao feito por Todt⁽²⁶⁾, desenvolveu-se um código de computador (código CICOMB) cuja flexibilidade permite determinar a evolução do combustível nuclear durante a sua exposição no reator, sob diversos esquemas de operação. Este código é específico para reatores térmicos de alta temperatura, moderados a grafita, refrigerados a gás (HTGR - High Temperature Gas Cooled Reactor) e operando em ciclo de alto enriquecimento (reatores deste tipo foram desenvolvidos nos Estados Unidos da América do Norte, pela Gulf General Atomics). Vários fatores contribuíram para a escolha deste tipo de reator, entre os quais deve-se citar a maior disponibilidade de dados e de relatórios científicos concernentes a reatores do tipo HTGR; a contatos com especialistas norte-americanos do Laboratório Nacional de Oak Ridge (ORNL) que colaboraram com o Instituto de Energia Atômica de São Paulo, através da Divisão de Engenharia Nuclear, em avaliações sobre o mesmo tipo de reator.

Contudo, os princípios básicos dos cálculos aqui utilizados são comuns aos usados em outros tipos de reatores térmicos existentes no mercado, como, por exemplo, se pode verificar pelo trabalho de Girvin⁽⁶⁾ que emprega o código de computador "LEOPARD" (modelo pontual, desenvolvido pela Westinghouse Electric Company) para o cálculo da evolução do combustível nuclear, aplicando-o a um reator do tipo PWR.

CAPÍTULO II

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE REATORES "HTGR"

2.1 - *Considerações Gerais*

São reatores nucleares térmicos de alta temperatura, moderados a grafita e refrigerados a gás. A grafita, além de moderador, funciona também como material estrutural e meio de transferência de calor do combustível para o refrigerante. O refrigerante utilizado é o gás hélio que possui as vantagens de ser quimicamente inerte e transparente aos neutrons.

Uma central nuclear do tipo HTGR é um sistema capaz de produzir vapor em condições de pressão e temperatura elevadas, permitindo o emprego de turbinas de alto rendimento, idênticas aquelas em operação em sistemas térmicos convencionais. Este fato, aliado às características de boa economia de neutrons, elevada razão de conversão e elevado grau de queima do combustível, torna o sistema capaz de produzir energia elétrica a custos competitivos com os demais sistemas produtores.

Com relação ao ciclo do combustível empregado na ope

ração dessas centrais, existem duas correntes: a européia e a americana. Os HTGR em desenvolvimento na Europa baseiam-se no ciclo de baixo enriquecimento, devido em grande parte à falta de urânio altamente enriquecido no mercado interno europeu. Caso se optasse pelo ciclo de alto enriquecimento, o desenvolvimento dos HTGR europeus ficaria vinculado às disponibilidades externas de urânio altamente enriquecido. Por outro lado, nos U.S.A., a situação é totalmente diversa e os seus HTGR baseiam-se no ciclo de alto enriquecimento, (análises técnico-econômicas indicam que para as condições americanas o ciclo mais interessante é aquele que utiliza o ^{235}U enriquecido a 93% como material físsil de alimentação e com-reciclo do ^{233}U).

2.2 - O HTGR americano

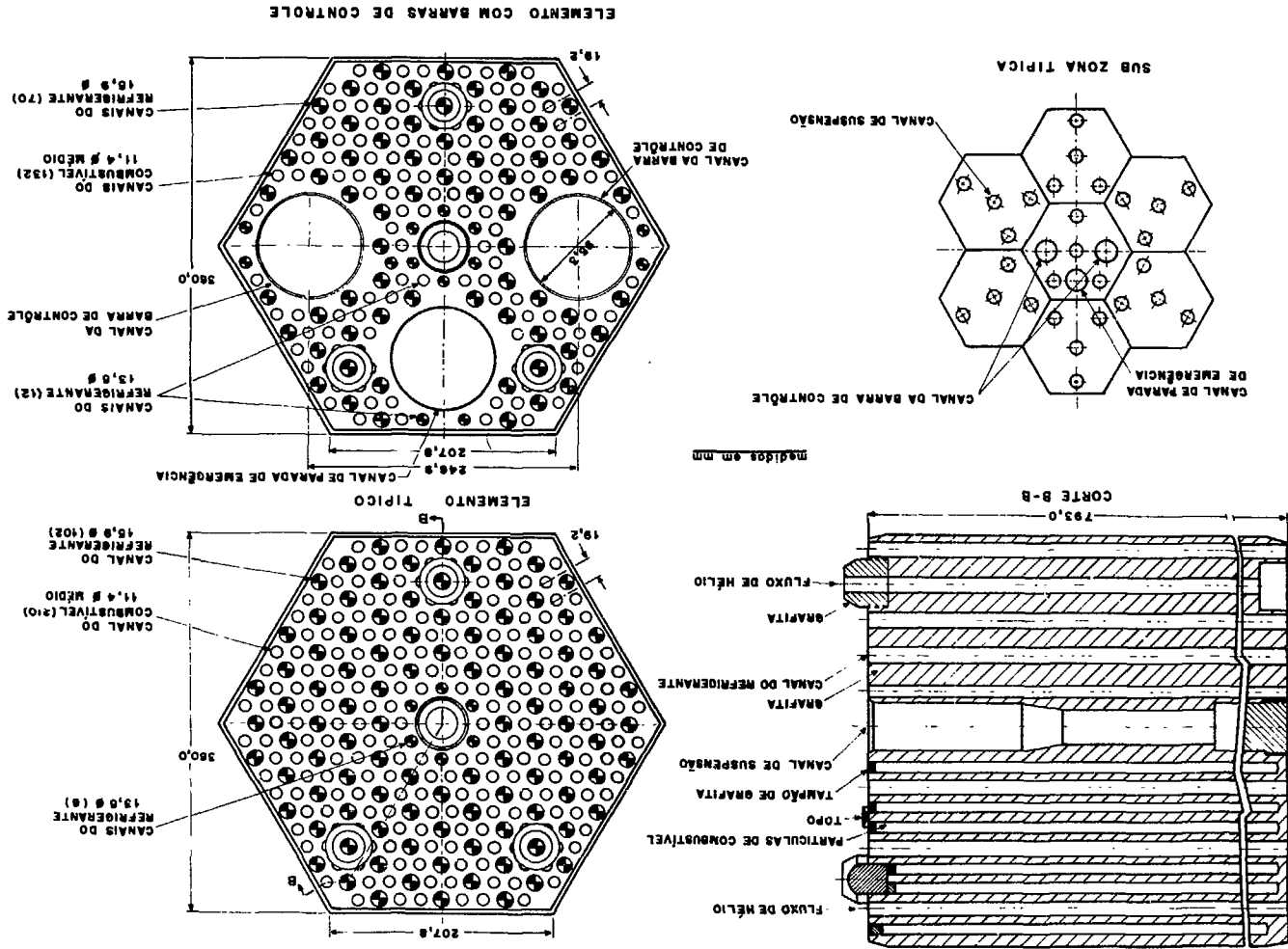
O desenvolvimento do HTGR americano iniciou-se com o protótipo "Peach Botton" de 40 Mwe, cujos méritos foram provar a viabilidade desse conceito de reator e obter dados necessários a projetos posteriores. O reator "Ft.St.Vrain" de 330 Mwe, situado em Plattwille, Colorado, representa um passo adiante na tecnologia dos HTGR, sendo considerado, atualmente, como um reator de demonstração. Sua operação comercial está prevista para meados de 1972. Já existem em oferta, no mercado, centrais nucleares de 770 Mwe e 1160 Mwe, inclusive com garantia de fornecimento de combustível nuclear durante toda a sua vida útil.

O núcleo ativo de um reator HTGR americano tem a forma aproximada de um cilindro e é circundado por refletores de neutrons - constituídos por blocos de grafita. O elemento combustível é fabricado - em forma de blocos prismáticos de grafita (fig.2.1). Em cada bloco exis-

tem canais com várias finalidades: alojamento do combustível nuclear; circulação de gás de refrigeração; alojamento de venenos queimáveis ("burnable poisons"). Alguns blocos possuem canais para inserção de barras de controle e sistemas de emergência. Estes blocos são empilhados convenientemente, formando colunas verticais. Cada conjunto de sete colunas constitui uma sub-zona de recarga. O conjunto de todas as sub-zonas de recarga em que o elemento combustível possui o mesmo *tempo de residência* constitui uma zona de recarga. A Figura 2.2 mostra a configuração do núcleo de um reator de 2000 Mwt, onde se distinguem as sub-zonas com seus números de identificação, bem como as quatro zonas de recarga em que está dividido.

O combustível nuclear é fabricado em forma de pequenas partículas esféricas, com dimensões da ordem de algumas centenas de micra (Figura 2.3). Produzem-se, essencialmente, dois tipos de partículas: BISO e TRISO. As partículas BISO são formadas por um núcleo de material fértil (ThC_2) revestido por uma camada interna de carbono pirolítico de baixa densidade e uma camada externa de carbono pirolítico de alta densidade. Nas partículas TRISO, o núcleo é constituído por material fissil (UC_2), possuindo, além das duas camadas já descritas, uma outra, intermediária, de SiC , que facilita a separação do ^{233}U durante a sua recuperação, além de se constituir numa barreira adicional para a retenção dos produtos de fissão de alta difusidade. As partículas combustíveis são aglutinadas formando pequenas barras cilíndricas que são inseridas em canais apropriados existentes nos blocos de grafita.

Figura 2.1 - Elemento de Combustível HTGR (Ilustração GGA)



medidas em mm

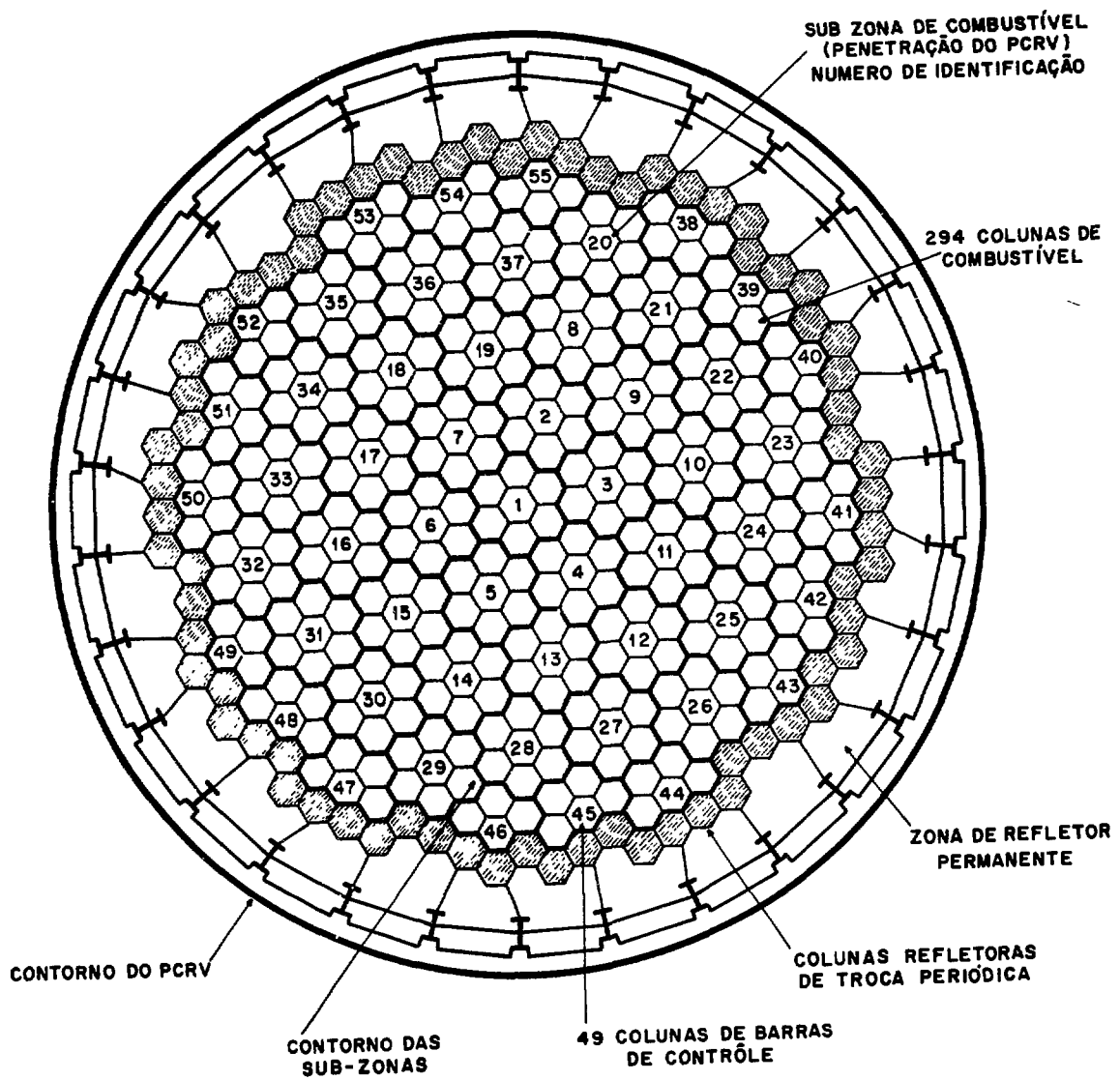


Figura 2.2 - Configuração do núcleo de um reator de 2000 Mwt.

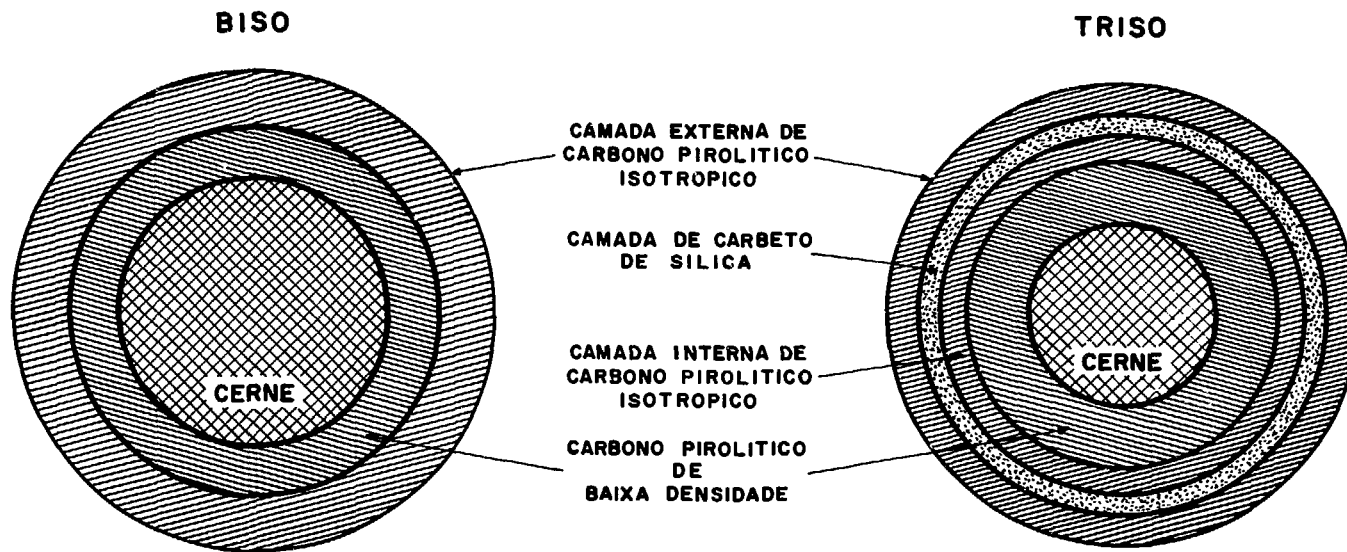


Figura 2.3. - Partículas BISO e TRISO.

CAPÍTULO III

ANÁLISE FÍSICA

3.1 - Conceituação do Modelo Nuclear

Na formulação de um modelo que simule a evolução do combustível nuclear, existem diferentes aproximações no tratamento a ser dado aos processos nucleares que ocorrem no núcleo do reator. Um modelo que descreva com detalhes o comportamento do núcleo de um reator, deve calcular o fluxo de neutrons bi ou tridimensionalmente. Além disso, deve considerar a composição isotópica como sendo uma função da posição relativa do combustível no núcleo, bem como uma função do tempo. É necessário, nesse caso, desenvolverem-se códigos de computador altamente sofisticados, e em consequência, de alto custo de operação, devido ao tempo de processamento necessário.

Em problemas preliminares de avaliação de ciclo de combustível, a experiência mostra que não se faz necessário o emprego desses modelos sofisticados, bastando aqueles mais simples, com aproximações unidimensionais ou mesmo pontuais. O modelo pontual tem sido frequentemente empregado em estudos desta natureza. Neste modelo, desprezam-se os efeitos da posição relativa do combustível no núcleo do reator, bem como

as variações espaciais do fluxo de neutrons, que é suposto o mesmo para todo reator, considerando-se apenas sua variação com o tempo. Esta aproximação, no entanto, somente se aplica a reatores cujo núcleo possua dimensões apreciáveis e seja circundado por refletores de neutrons.

Neste trabalho, especificamente desenvolvido para reatores HTGR, adotou-se o modelo pontual associado à chamada *teoria de multigrupos* que, essencialmente, considera o espectro de neutrons dividido em um número finito de grupos de energia, associando-se, a cada grupo, valores constantes para as propriedades nucleares dos núclídeos.

No cálculo do fluxo de neutrons e da constante de multiplicação efetiva, adotou-se a orientação seguida por Todt⁽²⁶⁾, que consiste em se dividir o espectro de neutrons em G grupos de energia e em se definir uma série de *constantes de grupo* que são utilizadas como coeficientes das equações de difusão, estabelecidas segundo a teoria de multigrupos. Calcula-se o fluxo de neutrons $\phi_g(t)$ e a constante de multiplicação efetiva $k_{ef}(t)$, iterativamente, usando-se estas constantes. O processo iterativo usado consiste em se atribuir, inicialmente, um valor arbitrário conveniente a $\phi_g(t)$ e em se calcular $k_{ef}(t)$ correspondente que é levado à expressão do fluxo de neutrons. O novo valor obtido $\phi'_g(t)$ é comparado com o anterior, mediante um critério de convergência adotado. Se necessário, calcula-se um novo valor para $k_{ef}(t)$, usando-se, sempre, a última estimativa do fluxo de neutrons, e assim sucessivamente, até que a convergência seja atingida.

3.1.1 - Constantes de grupo

As constantes de grupo são valores médios macroscópicos

cos (secções de choque macroscópicas, coeficientes de difusão etc.) calculados considerando-se os efeitos das dimensões físicas do núcleo ativo, as propriedades nucleares microscópicas dos núclídeos e suas densidades atômicas.

Admite-se o reator com núcleo ativo na forma de um cilindro reto de diâmetro \underline{D} e altura \underline{H} , e dividido em \underline{Z} zonas de recarga de combustível.

Os processos nucleares de interesse incluem reações do tipo (n, n') ; (n, γ) ; $(n, \text{fissão})$ e $(n, 2n)$, consideradas através das reações de choque microscópicas respectivas.

As densidades atômicas dos núclídeos são determinadas em função das zonas de recarga e do tempo de exposição do combustível nuclear.

Definem-se, neste trabalho, sete constantes de grupo principais:

1) - Macro-absorção:

$$\Sigma_a^g(t) = \sum_{z=1}^Z \frac{V_z}{V} \cdot \sum_{k=1}^M N_{k,z}(t) \cdot \sigma_{a,k}^g \quad (3.1)$$

e onde:

$N_{k,z}(t)$ = concentração de átomos do núclídeo k na região z ;

$\sigma_{a,k}^g$ = secção de choque microscópica de absorção do núclídeo k no grupo de energia g ;

- M = nº total de núclídeos;
 V_z = volume da zona de recarga z
 V = volume total do núcleo ativo do reator

2) - Macro-espalhamento:

$$\Sigma_s^{g \rightarrow g'}(t) = \sum_{z=1}^Z \frac{V_z}{V} \cdot \sum_{k=1}^M N_{k,z}(t) \sigma_{s,k}^{g \rightarrow g'} \quad (3.2)$$

onde:

$\sigma_{s,k}^{g \rightarrow g'}$ = secção de choque de espalhamento do núclídeo k de g para g' .

3) - Macro-transporte

$$\Sigma_{tr}^g(t) = \sum_{z=1}^Z \frac{V_z}{V} \cdot \sum_{k=1}^M N_{k,z}(t) \sigma_{tr,k}^g \quad (3.3)$$

onde:

$\sigma_{tr,k}^g$ = secção de choque de transporte do núclídeo k no grupo g

4) - Macro-produção

$$\nu \Sigma_f^g(t) = \sum_{z=1}^Z \frac{V_z}{V} \cdot \sum_{k=1}^M N_{k,z}(t) \cdot \nu_k^g \sigma_{f,k}^g \quad (3.4)$$

onde:

ν_k^g = nº médio de neutrons produzidos por fissão do núclídeo k , no grupo g .

$\sigma_{f,k}^g$ = secção de choque microscópica de fissão do núclídeo k , no grupo g .

5) - Macro-fissão:

$$\Sigma_f^g(t) = \sum_{z=1}^Z \frac{V_z}{V} \cdot \sum_{k=1}^M N_{k,z}(t) \cdot \sigma_{f,k}^g \quad (3.5)$$

6) - Macro-2n:

$$\Sigma_{2n}^g(t) = \sum_{z=1}^Z \frac{V_z}{V} \cdot \sum_{k=1}^M N_{k,z}(t) \cdot \sigma_{2n,k}^g \quad (3.6)$$

onde:

$\sigma_{2n,k}^g$ = secção de choque microscópica do nuclídeo k , para reações do tipo $(n, 2n)$

7) - Coefficiente de difusão:

$$D_g(t) = \frac{1}{3 \Sigma_{tr}^g(t)} \quad (3.7)$$

3.1.2 - *Taxas de reação*

Na análise física do núcleo ativo do reator, é importante determinar-se, para cada grupo de energia, as taxas de perda e de produção de neutrons (balanço de neutrons).

A perda total de neutrons ($A(t)$) compõe-se, essencialmente, de duas parcelas sendo uma devida à fuga de neutrons e outra à absorção.

$$A(t) = \sum_{g=1}^G D_g(t) \cdot B_g^2 + \Sigma_a^g(t) \cdot \phi_g(t) \quad (3.8)$$

onde:

B_g^2 = curvatura geométrica.

A perda de neutrons de um grupo g é devida a três parcelas, como sejam:

1) - Termo de fuga:

$$F_g(t) = \frac{D_g(t) B_g^2}{A(t)} \quad (3.9)$$

2) - Termo de absorção:

$$A_g(t) = \frac{\Sigma_a^g(t) \cdot \phi_g(t)}{A(t)} \quad (3.10)$$

3) - Termo de espalhamento:

$$F_{s,g}(t) = \frac{\sum_{g'=1}^G \Sigma_s^{g \rightarrow g'}(t) \cdot \phi_{g'}(t)}{A(t)} \quad (3.11)$$

Por sua vez, a produção total de neutrons no grupo g ($P_g(t)$) é composta pelos termos de fissão e de espalhamento de neutrons de outros grupos de energia para o grupo g .

$$P_g = \chi_g + P_{s,g}(t) \quad (3.12)$$

onde:

χ_g = valor normalizado do espectro de fissão no grupo g ;

$P_{s,g}(t)$ = produção de neutrons no grupo g por espalhamento.

$$P_{s,g}(t) = \frac{\sum_{g'=1}^G \Sigma_s^{g' \rightarrow g}(t) \cdot \phi_{g'}(t)}{A(t)} \quad (3.13)$$

3.1.3 - Fluxos de neutrons

Calcula-se o fluxo de neutrons no grupo g considerando-se a produção e a perda de neutrons nesse grupo, ocasionadas por reações de fissão, espalhamento e absorção.

$$\phi_g'(t) = \frac{\frac{\chi_g}{k_{ef}(t)} \cdot \sum_{g'=1}^G \nu \Sigma_f^{g'}(t) \cdot \phi_{g'}''(t) + \sum_{\substack{g'=1 \\ g' \neq g}}^G \Sigma_s^{g' \rightarrow g}(t) \phi_{g'}''(t)}{D_g(t) \cdot B_g^2 + \Sigma_a^g(t) + \sum_{\substack{g'=1 \\ g' \neq g}}^G \Sigma_s^{g \rightarrow g'}(t)} \quad (3.14)$$

No cálculo iterativo de $\phi_g'(t)$ adotou-se o critério de convergência seguinte:

$$\left| \frac{\phi_g'(t) - \phi_g''(t)}{\phi_g''(t)} \right| < \epsilon \quad (3.15)$$

onde:

ϵ = coeficiente de convergência escolhido convenientemente.

3.1.4 - Constante de multiplicação efetiva

Define-se a constante de multiplicação efetiva ($k_{ef}(t)$) como sendo o quociente entre número total de neutrons produzidos por fissão e o número total de neutrons absorvidos, ou seja:

$$k_{ef}(t) = \frac{\sum_{g=1}^G \nu \Sigma_f^g(t) \cdot \phi_g'(t)}{\sum_{g=1}^G D_g(t) \cdot B_g^2 + \Sigma_a^g(t) \phi_g'(t)} \quad (3.16)$$

3.1.5 - Normalização de fluxo de neutrons

O fluxo de neutrons obtido iterativamente a partir das equações 3.14 e 3.16 não pode ser utilizado diretamente em cálculos posteriores por não estar normalizado. Considerando-se que o espectro de neutrons seja normalizado ($\sum_{g=1}^G \chi_g = 1$), o fator de normalização $f_n(t)$ do fluxo de neutrons será expresso por:

$$f_n(t) = \frac{P.W}{V \cdot \sum_{g=1}^G \Sigma_f^g(t) \cdot \phi_g'(t)} \quad (3.17)$$

e o fluxo de neutrons normalizado será:

$$\phi_g(t) = f_n(t) \cdot \phi_g'(t) \quad (\text{n/barn.seg}) \quad (3.18)$$

onde: V = volume total do núcleo ativo (cm^3)

P = potência térmica gerada (watts)

W = número médio de fissões por watt-seg.

3.2 - Nuclídeos

A concentração isotópica do núcleo de um reator varia em função do tempo devido, principalmente, às reações de fissão e de captura de neutrons. A fissão produz uma variada gama de nuclídeos, os chamados *produtos de fissão*, enquanto que a captura de neutrons origina novos nuclídeos que formam o que se denomina *cadeia de nuclídeos*.

Os nuclídeos físséis (^{235}U , ^{233}U , ^{239}Pu) e os nuclídeos férteis (^{232}Th , ^{238}U), acham-se agrupados entre si, formando duas

cadeias principais de *nuclídeos pesados*, a primeira tendo como componente inicial o ^{238}U e a outra o ^{232}Th .

Os produtos de fissão, por sua vez, constituem-se na mais diferenciada lista de nuclídeos que se formam no núcleo do reator, abrangendo uma vasta gama na escala dos números de massa (variando desde 70 até 170, aproximadamente). A simples consideração de todos os produtos de fissão levaria a um trabalho exaustivo e de grande complexidade - Bennett⁽²⁾ recomenda tratar particularmente os produtos de fissão mais significativos e agrupar os restantes formando os chamados *agregados não saturáveis*.

Além dos nuclídeos pesados e dos produtos de fissão, outra série de nuclídeos (moderador, materiais estruturais, etc.) deve ser considerada por influírem, estes nuclídeos, de uma ou outra forma nas reações nucleares que ocorrem no núcleo ativo.

Em resumo, podem-se classificar os nuclídeos existentes no núcleo do reator em quatro principais categorias:

1. nuclídeos pesados
2. produtos de fissão
3. moderador
4. outros (materiais estruturais, barras de controle, venenos queimáveis etc.)

A cada nuclídeo está associada uma equação diferencial que descreve a variação da concentração atômica em função das zonas de recarga e do tempo de exposição do combustível nuclear. Pode-se solu-

cionar estas equações analiticamente ou por processos numéricos. Por sugestão de Perry⁽²¹⁾ decidiu-se pela primeira alternativa.

3.2.1 - Nuclídeos pesados

3.2.1.1 - Equação geral

Teoricamente, a variação da concentração de um nuclídeo k na zona z , em função do tempo t , pode ser representada por uma equação diferencial de primeira ordem de forma:

$$\frac{d N_{k,z}(t)}{d t} = S_k(t) - N_{k,z}(t) \cdot \beta_k(t) \quad (3.19)$$

O termo $S_k(t)$ corresponde à formação do nuclídeo k e compõe-se das parcelas devidas a captura de neutrons, a reações do tipo $(n,2n)$ e ao decaimento radioativo de seu precursor.

$$S_k(t) = \alpha_{c,k-1}(t) \cdot N_{k-1,z}(t) + \alpha_{2n,k+1}(t) \cdot N_{k+1,z}(t) + \lambda_{k'} \cdot N_{k',z}(t)$$

onde:

$\lambda_{k'}$ = constante de decaimento radioativo do precursor de k .

$$\alpha_{c,k}(t) = \sum_{g=1}^G \sigma_{c,k}^g \cdot \phi_g(t)$$

$$\alpha_{2n,k}(t) = \sum_{g=1}^G \sigma_{2n,k}^g \cdot \phi_g(t)$$

O termo $\beta_k(t)$ corresponde ao desaparecimento do nuclídeo k por absorção de neutrons e por seu decaimento radioativo.

$$\beta_k(t) = \alpha_{a,k}(t) + \lambda_k$$

onde:

$$\alpha_{a,k}(t) = \sum_{g=1}^G \sigma_{a,k}^g \cdot \phi_g(t)$$

Para se obter a solução analítica da equação 3.19 é conveniente dividir-se o intervalo de tempo de operação entre duas recargas consecutivas (τ) em um número inteiro N de pequenos intervalos (passos). Em cada passo admite-se que os coeficientes $\alpha_{c,k}(t)$, $\alpha_{2n,k}(t)$ e $\beta_k(t)$ sejam constantes. Esta aproximação é válida para pequenos intervalos de tempo pois as taxas de reação dos núclídeos variam lentamente com o tempo.

No início de cada passo, calculam-se as constantes de grupo, o fluxo de neutrons $\phi_g(0)$ os coeficientes $\alpha_{c,k}(0)$, $\alpha_{2n,k}(0)$ e $\beta_k(0)$ cujos valores são mantidos fixos nesse período. Calcula-se a concentração $N_k(\tau/N)$ no final do passo, substituindo-se os valores desses coeficientes na expressão da solução analítica da equação 3.19. Este procedimento repete-se em todos os passos, devendo-se notar que a concentração final $N_k(\tau/N)$ em cada passo, corresponde à concentração inicial $N_k(0)$ para o passo imediatamente posterior.

3.2.1.2 - Cadeias de núclídeos pesados

Considerando-se o combustível nuclear constituído por dois tipos de partículas, férteis e físséis, aqui denominadas por A e B, respectivamente, é conveniente distinguir-se os núclídeos pesados - conforme estes pertençam a um ou outro tipo de partícula. Esta distinção permite o cálculo das quantidades de material físsil produzido e as ne -

cessidades de material de alimentação. Os nuclídeos pertencentes ao tipo A agrupam-se conforme a Cadeia-1 (Fig. 3.1), pois normalmente, neste caso, tem-se apenas o ^{232}Th como nuclídeo pesado presente nesta partícula. Por seu vez, as partículas do tipo B, possuem nuclídeos que se agrupam segundo as Cadeias 1 e 2 (Fig. 3.1) pois deve-se considerar tanto o material físsil de alimentação como o ^{233}U de reciclo. Além dessas duas cadeias, é conveniente considerar-se separadamente uma terceira cadeia (Cadeia 3, Fig. 3.1) que inclua apenas os nuclídeos componentes do material físsil de alimentação, o que torna possível distinguir-se os nuclídeos associados ao ^{233}U de reciclo daqueles associados ao ^{235}U de alimentação.

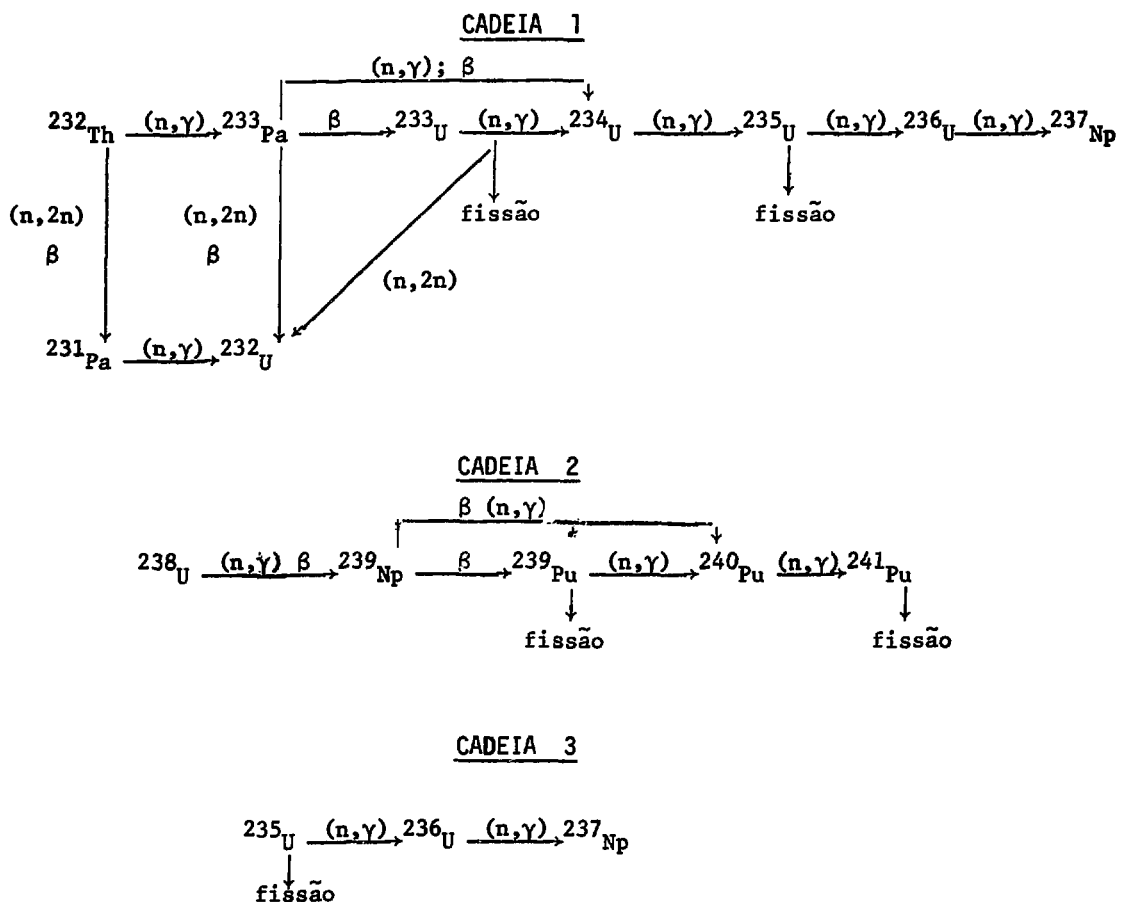


Figura 3.1 - Cadeias de nuclídeos pesados.

A cada uma das cadeias da Figura 3.1 está associado um sistema de equações diferenciais, cuja solução fornece a concentração de cada nuclídeo componente da cadeia, em função da zona de recarga e do tempo de exposição do combustível nuclear.

3.2.1.3 - Cadeia 1

As equações diferenciais associadas à Cadeia 1, são apresentadas a seguir. Para a identificação dos nuclídeos adotou-se a convenção apresentada no Apêndice-A e, para maior simplicidade, adotou-se para os coeficientes das concentrações atômicas dos nuclídeos a seguinte notação: $\beta_k = \beta_k(0)$; $\alpha_{c,k} = \alpha_{c,k}(0)$; $\alpha_{a,k} = \alpha_{a,k}(0)$; $\alpha_{2n,k} = \alpha_{2n,k}(0)$

$${}^{232}_{\text{Th}} : \frac{dN_{02,z}(t)}{dt} = \beta_{02} \cdot N_{02,z}(t)$$

$${}^{233}_{\text{Pa}} : \frac{dN_{13,z}(t)}{dt} = \alpha_{c,02} \cdot N_{02,z}(t) - \beta_{13} \cdot N_{13,z}(t)$$

$${}^{233}_{\text{U}} : \frac{dN_{23,z}(t)}{dt} = \lambda_{13} \cdot N_{13,z}(t) - \beta_{23} \cdot N_{23,z}(t)$$

$${}^{234}_{\text{U}} : \frac{dN_{24,z}(t)}{dt} = \alpha_{c,23} \cdot N_{23,z}(t) + \alpha_{c,13} \cdot N_{13,z}(t) - \beta_{24} \cdot N_{24,z}(t)$$

$${}^{235}_{\text{U}} : \frac{dN_{25,z}(t)}{dt} = \alpha_{c,24} \cdot N_{24,z}(t) - \beta_{25} \cdot N_{25,z}(t)$$

$${}^{236}_{\text{U}} : \frac{dN_{26,z}(t)}{dt} = \alpha_{c,25} \cdot N_{25,z}(t) - \beta_{26} \cdot N_{26,z}(t)$$

$${}^{237}_{\text{Np}} : \frac{dN_{37,z}(t)}{dt} = \alpha_{c,26} \cdot N_{26,z}(t) - \beta_{37} \cdot N_{37,z}(t)$$

$${}^{232}_{\text{U}} : \frac{dN_{22,z}(t)}{dt} = \alpha_{2n,23} \cdot N_{23,z}(t) - \beta_{22} \cdot N_{22,z}(t)$$

$${}^{231}\text{Pa} : \frac{dN_{11,z}(t)}{dt} = \alpha_{2n,02} \cdot N_{02,z}(t) - \beta_{11} \cdot N_{11,z}(t)$$

A solução deste sistema de equações é dada explicitamente na forma matricial por:

$$\left\{ N_{k,z}(t) \right\} = \left\{ A_{i,j} \right\} \cdot \left\{ \exp(-\beta_k \cdot t) \right\} \quad (3.20)$$

com: $k = 02, 13, 23, 24, 25, 26, 37, 22, 11$

$z = 1, \dots, z$

$i = 1, \dots, 9$

$j = 1, \dots, 9$

onde os coeficientes $A_{i,j}$ são calculados pelas expressões apresentadas no Apêndice-B.

3.2.1.4 - Cadeia 2

As equações diferenciais associadas à Cadeia 2 podem ser colocadas sob as formas abaixo:

$${}^{238}\text{U} : \frac{dN_{28,z}(t)}{dt} = -\beta_{28} \cdot N_{28,z}(t)$$

$${}^{239}\text{Np} : \frac{dN_{39,z}(t)}{dt} = \alpha_{c,28} \cdot N_{28,z}(t) - \beta_{39} \cdot N_{39,z}(t)$$

$${}^{239}\text{Pu} : \frac{dN_{49,z}(t)}{dt} = \lambda_{39} \cdot N_{39,z}(t) - \beta_{49} \cdot N_{49,z}(t)$$

$${}^{240}\text{Pu} : \frac{dN_{40,z}(t)}{dt} = \alpha_{c,39} \cdot N_{39,z}(t) + \alpha_{c,49} \cdot N_{49,z}(t) - \beta_{40} \cdot N_{40,z}(t)$$

$${}^{241}\text{Pu} : \frac{dN_{41,z}(t)}{dt} = \alpha_{c,49} \cdot N_{49,z}(t) - \beta_{41} \cdot N_{41,z}(t)$$

A solução deste sistema de equações diferenciais pode ser colocada na mesma forma da equação 3.20 ou seja:

$$\left\{ N_{k,z}(t) \right\} = \left\{ B_{i,j} \right\} \cdot \left\{ \exp(-\beta_k \cdot t) \right\} \quad (3.21)$$

com : $k = 28, 39, 49, 40, 41$

$z = 1, \dots, z$

$i = 1, \dots, 5$

$j = 1, \dots, 5$

Onde os coeficientes $B_{i,j}$, são calculados pelas expressões apresentadas no Apêndice-C.

3.2.1.5 - Cadeia 3

As equações diferenciais associadas à Cadeia 3 podem ser colocadas nas formas:

$$235_U : \frac{dN_{25,z}(t)}{dt} = -\beta_{25} \cdot N_{25,z}(t)$$

$$236_U : \frac{dN_{26,z}(t)}{dt} = \alpha_{c,25} \cdot N_{25,z}(t) - \beta_{26} \cdot N_{26,z}(t)$$

$$237_{NP} : \frac{dN_{37,z}(t)}{dt} = \alpha_{c,26} \cdot N_{26,z}(t) - \beta_{37} \cdot N_{37,z}(t)$$

Sistema de equações diferenciais cuja solução é análoga às anteriores, ou seja:

$$\left\{ N_{k,z}(t) \right\} = \left\{ C_{i,j} \right\} \cdot \left\{ \exp(-\beta_k \cdot t) \right\} \quad (3.22)$$

com: $k = 25, 26, 37$

$z = 1, \dots, Z$

$i = 1, \dots, 3$

$j = \dots, \dots, 3$

Onde os coeficientes $C_{i,j}$ são calculados pelas expressões do Apêndice-D.

3.2.2 - Produtos de fissão

3.2.2.1 - Forma geral

A variação da concentração atômica de um produto de fissão k em uma zona z , em função do tempo, pode ser representada também por uma equação diferencial de primeira ordem de forma:

$$\frac{dN_{k,z}(t)}{dt} = S_{k,z}(t) - N_{k,z}(t) \cdot \beta_k(t) \quad (3.23)$$

O termo $S_{k,z}(t)$ corresponde à formação do produto de fissão k , por fissões e capturas de neutrons, sendo calculado pela expressão:

$$S_{k,z}(t) = Y_{k,z}(t) \cdot \alpha_f(t) + K_{k-1} \cdot \alpha_{c,k-1}(t) \cdot N_{k-1,z}(t)$$

onde:

$$\alpha_f(t) = \sum_{g=1}^G \Sigma_f^g(t) \cdot \phi_g(t)$$

$$Y_{k,z}(t) = y_{k,j} \frac{N_{j,z}(t) \cdot \sum_{g=1}^G \sigma_{f,j}^g \cdot \phi_g(t)}{\sum_i N_{i,z}(t) \cdot \sum_{g=1}^G \sigma_{f,i}^g \cdot \phi_g(t)}$$

para $i = 23, 25, 49, 41$

$y_{k,j}$ = taxa de formação do produto de fissão k , pela fissão do nuclídeo j .
 K_{k-1} = taxa de formação de isômeros.

De modo análogo ao estabelecido em 3.2.1 admite-se - que os coeficientes $\beta_k(t)$, $\alpha_f(t)$ e $Y_{k,z}(t)$ são constantes para cada passo em que foi dividido o tempo de operação entre duas recargas consecutivas. Assim sendo, a notação $\beta_k = \beta_k(0)$, $\alpha_f = \alpha_f(0)$ e $Y_{k,z}(0)$, indica os valores desses coeficientes para o instante $t = 0$ de cada passo.

3.2.2.2 - Classificação dos produtos de fissão

Os produtos de fissão (PF) são classificados em quatro grupos principais:

1) - Produtos de fissão isolados

São PF cujo decaimento radioativo ou captura de neutrons não produz nenhum nuclídeo de importância. Bennett⁽²⁾, por exemplo, recomenda classificar o ^{103}Rh , ^{105}Rh , ^{131}Xe , ^{143}Nd , ^{145}Nd etc, como nuclídeos pertencentes a este grupo. Para os PF assim classificados a equação 3.23 fica na forma:

$$\frac{dN_{k,z}(t)}{dt} = Y_{k,z} \cdot \alpha_f - \beta_k \cdot N_{k,z}(t)$$

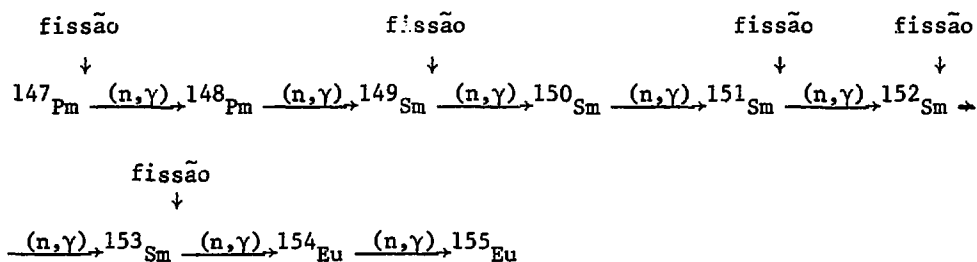
cuja solução é:

$$N_{k,z}(t) = \frac{Y_{k,z} \cdot \alpha_f}{\beta_k} + \left[N_{k,z}(0) - \frac{Y_{k,z} \cdot \alpha_f}{\beta_k} \right] \cdot \exp(-\beta_k \cdot t) \quad (3.24)$$

2) - Produtos de fissão em cadeias

São PF que se acham ligados entre si formando cadeias análogas àquelas associadas aos núcleos pesados.

Considera-se neste trabalho, que as cadeias de PF sejam abertas e que contenham no máximo nove núcleos, hipóteses que se mostram razoáveis para este tipo de análise, uma vez que a maior cadeia que apresenta interesse, é a que se inicia com o ^{147}Pm e que pode ser colocada na forma (21):



Uma cadeia deste tipo dá origem a um sistema de nove equações diferenciais do tipo da equação 3.23, cuja solução pode ser colocada na forma:

$$\left\{ N_{k,z}(t) \right\} = \left\{ E_{i,j} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \exp(-\beta_1 \cdot t) \\ \exp(-\beta_2 \cdot t) \\ " \quad " \quad " \quad " \\ " \quad " \quad " \quad " \\ \exp(-\beta_9 \cdot t) \end{array} \right\} \quad (3.25)$$

com: $z = 1, \dots, z$
 $k = 1, \dots, 9$
 $i = 1, \dots, 9$
 $j = 1, \dots, 10$

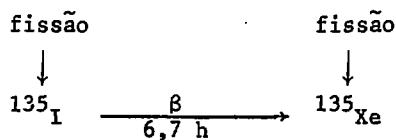
Onde os coeficientes $k_{i,j}$ são calculados pelas expressões do Apêndice-E.

3) - Agregado de produtos de fissão

Os PF com secções de choque de absorção pequenas ($\sigma_a < 10$ barns) e que apresentam taxas de formação relativamente elevadas, são agrupadas em um único bloco, formando o que se denomina de *agregado não saturável* (ANS). Compõem o ANS aqueles produtos de fissão que não são tratados explicitamente. Para efeito de cálculo dá-se ao ANS o mesmo tratamento dispensado aos PF isolados.

4) - Produtos de fissão rapidamente saturáveis

São PF cujas secções de choque de absorção são elevadíssimas, o que leva, praticamente, a uma saturação de suas concentrações em um curto espaço de tempo. Inclui-se neste grupo apenas o ^{135}Xe ($\sigma_a = 3.10^6$ barns). O ^{135}Xe é produzido no reator de duas maneiras: uma resultante diretamente da fissão e outra proveniente do decaimento radioativo do ^{135}I ($\sigma_a \approx 7$ barns). Consideram-se conjuntamente estes dois núcleos como formando a cadeia:



A equação diferencial da variação da densidade atômica do ^{135}I é idêntica à equação 3.24 correspondente aos PF isolados, enquanto que a equação relacionada com o ^{135}Xe é dada por:

$$\frac{dN_{45,z}(t)}{dt} = Y_{45,z} \cdot \alpha_f + \lambda_{35} \cdot N_{35,z}(t) - \beta_{45} \cdot N_{45}(t)$$

cuja solução, supondo-se rápida saturação, é dada pela expressão:

$$N_{45,z}^{\text{sat}} = \frac{\alpha_f}{\beta_{45}} \left[Y_{45,z} + \frac{\lambda_{35} Y_{35,z}}{\beta_{35}} \right] \quad (3.26)$$

3.2.3 - Moderador e outros materiais

A grafita utilizada como moderador encontra-se presente no núcleo do reator em grande quantidade, mas devido à sua pequena seção de choque de absorção, a influência da variação de sua concentração atômica é totalmente desprezível. Sendo o carbono o principal moderador, sua seção de choque de espalhamento é considerada na sua totalidade, incluindo-se os termos de "upscattering" na região térmica.

As barras de controle (BC) e os venenos queimáveis (VQ) são considerados como uniformemente distribuídos no núcleo do reator. Calculam-se as respectivas variações da concentração isotópica por uma equação semelhante à equação 3.24 referente aos PF isolados, admitindo-se nulo o termo referente à formação do PF resultando, como solução, uma equação do tipo:

$$N_{k,z}(t) = N_{k,z}(0) \cdot \exp(-\beta_k t) \quad (3.27)$$

Esta particularidade permite que se dê às barras de controle e aos venenos queimáveis, apenas para efeito de cálculo, o mesmo tratamento dispensado aos PF isolados, obtendo-se, com isto, simplificações no código CICOMB.

No código CICOMB as barras de controle e os venenos - queimáveis são supostos pertencentes ao grupo dos PF isolados e sendo os dois últimos elementos desse grupo. As suas concentrações no início de cada ciclo de operação devem ser consideradas dados de entrada.

3.3 - Cálculos Complementares

Os dois parágrafos anteriores descrevem um modelo para o cálculo da evolução do combustível em um reator nuclear. Pode-se, assim, calcular o fluxo de neutrons, a constante de multiplicação efetiva e a concentração atômica dos núclídeos, parâmetros que determinam o comportamento do núcleo do reator em função do tempo. Além desses três parâmetros principais, alguns outros mais também são calculados por este modelo, o que permite uma análise mais detalhada do ciclo de combustível.

3.3.1 - Massa dos núclídeos pesados

Calcula-se a massa de um núclídeo k , em uma zona z pela expressão:

$$N_{k,z}(t) = \frac{N_{k,z}(t) \cdot V_z \cdot PA_k \cdot 10^{-3}}{0,60247} \quad (\text{kgs}) \quad (3.28)$$

onde:

$N_{k,z}(t)$ = concentração atômica em $\frac{\text{átomos}}{\text{barns.cm}}$

v_z = volume da zona z em cm^3

PA_k = p̄eso atômico do nucl̄ideo k

3.3.2 - Fator de regeneraçaõ

É definido como sendo o número médio de neutrons produzidos para cada neutron absorvido no material f̄issil.

Seja, primeiramente:

$$\eta_z^n(t) = \sum_k \left[N_{k,z}(t) \cdot \sum_{g=1}^G \nu_k^g \cdot \sigma_{f,k}^g \cdot \phi_g(t) \right]$$

$$\eta_z^d(t) = \sum_k \left[N_{k,z}(t) \cdot \sum_{g=1}^G \sigma_{a,k}^g \cdot \phi_g(t) \right]$$

para: $k = 23, 25, 49, 41$

Define-se o fator de regeneraçaõ médio por zona de recarga ($\eta_z(t)$) pela expressãõ:

$$\eta_z(t) = \frac{\eta_z^n(t)}{\eta_z^d(t)} \quad (3.29)$$

e o fator de regeneraçaõ médio ($\eta(t)$) para o reator, como sendo:

$$\eta(t) = \frac{\sum_{z=1}^Z \eta_z^n(t)}{\sum_{z=1}^Z \eta_z^d(t)} \quad (3.30)$$

3.3.3 - Razão de conversão

A absorção de neutrons pelos materiais férteis (^{232}Th ; ^{238}U ; ^{234}U ; ^{240}Pu) leva à formação de materiais físséis (^{233}U ; ^{235}U ; ^{241}Pu), fato este extremamente importante por suas implicações no estudo econômico do ciclo de combustível. A taxa de produção desses materiais é calculada pela *razão de conversão*, definida genericamente, por:

$$RC = \frac{\text{número de neutrons capturados nos materiais férteis}}{\text{número de neutrons absorvidos nos materiais físséis}}$$

Na expressão analítica de RC, deve-se considerar o ^{233}Pa sob uma maneira diferente dos demais núclídeos pois, todo átomo de ^{233}Pa que absorve um neutron, perde a chance de se transformar em ^{233}U , causando um efeito negativo no cômputo geral de RC. Raciocínio análogo aplica-se também ao caso do ^{239}Np .

Seja:

$$R_z^n(t) = N_{02,z}(t) \cdot \sum_{g=1}^G \sigma_{c,02}^g \cdot \phi_g(t) + N_{24,z}(t) \cdot \sum_{g=1}^G \sigma_{c,24}^g \cdot \phi_g(t) - \\ - N_{13,z}(t) \cdot \sum_{g=1}^G \sigma_{c,13}^g \cdot \phi_g(t) - N_{39,z}(t) \cdot \sum_{g=1}^G \sigma_{c,39}^g \cdot \phi_g(t)$$

$$R_z^d(t) = \sum_k N_{k,z}(t) \cdot \sum_{g=1}^G \sigma_{a,k}^g \cdot \phi_g(t) \quad \text{para } k = 23, 25, 49, 41$$

Define-se *razão de conversão média por zona de recarga* ($R_z(t)$):

$$R_z(t) = \frac{R_z^n(t)}{R_z^d(t)} \quad (3.31)$$

e a razão de conversão média para o reator:

$$R(t) = \frac{\sum_{z=1}^Z R_z^n(t)}{\sum_{z=1}^Z R_z^d(t)} \quad (3.32)$$

3.3.4 - Energia térmica gerada

Considerando-se que o reator funciona com um fator de carga (f_c) constante, a energia térmica total produzida (E) será dada pela expressão:

$$E = f_c \cdot P_n \cdot t \quad (3.33)$$

onde:

P_n = potência nominal do reator

t = tempo decorrido

Esta energia é a soma das parcelas resultantes da contribuição de cada zona de recarga. Deve-se notar que uma dada zona terá produzido, num certo instante, uma quantidade de energia diferente das demais zonas, em consequência de possuir tempo de exposição bem como concentração de material físsil, diferentes. A energia produzida em uma zona é proporcional à taxa de reação de fissão $E'_z(t)$ que é dada pela expressão:

$$E'_z(t) = \sum_{g=1}^G \sum_{k=1}^M N_{k,z}(t) \cdot \sigma_{f,k}^g \cdot \phi_g(t)$$

onde k se estende a todos nuclídeos pesados. Assim sendo, a fração da energia total produzida em cada zona será $E''_z(t)$:

$$E''_z(t) = \frac{E_z^n(t)}{\sum_{g=1}^Z E_z^n(t)}$$

Se a potência P_n for dada em *watts* e o tempo em *horas*, a energia produzida por zona será dada pela expressão:

$$E_z(t) = \frac{E''_z(t) \cdot f_c \cdot P_n \cdot t}{3,6 \times 10^9} \quad (\text{Mwhr}) \quad (3.34)$$

Uma outra unidade frequentemente utilizada no cálculo da energia gerada pelo combustível nuclear é a que relaciona a energia produzida com a quantidade de *material pesado* inicialmente contido no combustível, e que é denominada *taxa de queima*, ("burnup") do combustível, a qual é calculada pela expressão:

$$\bar{E}_z(t) = \frac{E_z(t)}{\sum_k \frac{N_{k,z}(0) \cdot V_z \cdot P_{A_k} \cdot 10^{-6}}{0,60247}} \quad (\text{Mwd/ton}) \quad (3.35)$$

Onde k se estende a todos os núclídeos pesados.

3.3.5 - Densidade de potência e fator de idade do combustível

A densidade de potência, ou seja, a quantidade de energia gerada por unidade de volume é uma das limitações tecnológicas - mais importantes na análise de um ciclo de combustível pois determina as condições térmicas sob as quais o combustível nuclear irá trabalhar. Para uma dada zona z o seu valor médio é dado por:

$$D_z(t) = \frac{E''_z(t) \cdot f_c \cdot P_n}{V_z} \quad (\text{watts/cm}^3) \quad (3.36)$$

(com P_n dado em watts e V_z em cm^3).

Particularmente importante é o instante em que o reator entra em operação após uma recarga qualquer, pois é quando ocorre um significativo aumento na densidade de potência da zona em que foi colocado o combustível novo. Analisa-se este fenômeno através do *fator de idade do combustível* ("age peaking factor") que é definido como sendo o quociente entre o número de fissões que ocorrem no combustível novo e o número médio de fissões que ocorrem no núcleo ativo num dado instante.

Seja:

$$F'_z(t) = V_z \cdot \sum_{g=1}^G \left[\sum_{k=1}^M N_{k,z}(t) \cdot v_k^g \cdot \sigma_{f,k}^g \cdot \phi_g(t) \right]$$

então o *fator de idade do combustível* é calculado pela expressão:

$$F_z(t) = \frac{F'_z(t)}{\sum_{z=1}^Z \frac{F'_z(t)}{Z}} \quad (3.37)$$

3.3.6 - Produção e absorção de neutrons

O cálculo da contribuição de um nuclídeo qualquer na produção e absorção de neutrons permite avaliar, separadamente, a importância que cada nuclídeo tem no balanço geral de neutrons. Consideram-se duas parcelas de contribuição: a rápida e a térmica.

Consideremos as expressões:

$$P_D = \sum_{z=1}^Z v_z \cdot \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^N N_{i,z}(t) \cdot v_i^g \cdot \sigma_{f,i}^g \cdot \phi_g(t)$$

$$A_D = \sum_{z=1}^Z v_z \cdot \sum_{g=1}^G \sum_{i=1}^N N_{i,z}(t) \cdot \sigma_{a,i}^g \cdot \phi_g(t)$$

onde: Z = número total de zonas de recarga

G = número de grupos de energia

N = número total de núclídeos

então a produção média de neutrons por núclídeo é calculada pelas expressões:

Fração Rápida - $PR_k(t)$

$$PR_k(t) = \frac{\sum_{z=1}^Z v_z \cdot \sum_{g=1}^{G'} N_{k,z}(t) \cdot v_k^g \cdot \sigma_{f,k}^g \cdot \phi_g(t)}{P_D} \quad (3.38)$$

onde G' = número de grupos rápidos de energia.

Fração Térmica - $PT_k(t)$

$$PT_k(t) = \frac{\sum_{z=1}^Z v_z \cdot \sum_{g=G'+1}^G N_{k,z}(t) \cdot v_k^g \cdot \sigma_{f,k}^g \cdot \phi_g(t)}{P_D} \quad (3.39)$$

Por sua vez, a absorção média de neutrons por núclídeo é dada por:

Fração Rápida - $AR_k(t)$

$$AR_k(t) = \frac{\sum_{z=1}^Z v_z \cdot \sum_{g=1}^{G'} N_{k,z}(t) \cdot \sigma_{a,k}^g \cdot \phi_g(t)}{A_D} \quad (3.40)$$

Fração Térmica - $AT_k(t)$

$$AT_k(t) = \frac{\sum_{z=1}^Z V_z \cdot \sum_{i=G'+1}^G N_{k,z}(t) \cdot \sigma_{a,k}^g \cdot \phi_g(t)}{A_D} \quad (3.41)$$

É conveniente calcular-se também a contribuição de cada zona de recarga na produção e absorção de neutrons, considerando-se o efeito global dos núclídeos.

Sejam as expressões:

$$P'_z(t) = V_z \sum_{g=1}^G \sum_{k=1}^N N_{k,z}(t) \cdot \nu_k^g \cdot \sigma_{f,k}^g \cdot \phi_g(t)$$

$$A'_z(t) = V_z \cdot \sum_{g=1}^G \sum_{k=1}^N N_{k,z}(t) \cdot \sigma_{a,k}^g \cdot \phi_g(t)$$

A fração de produção de neutrons por zona de recarga é dada por:

$$P_z(t) = \frac{P'_z(t)}{\sum_{z=1}^Z P'_z(t)} \quad (3.42)$$

e, finalmente, a fração de absorção de neutrons por zona de recarga é dada por:

$$A_z(t) = \frac{A'_z(t)}{\sum_{z=1}^Z A'_z(t)} \quad (3.43)$$

CAPÍTULO IV

CICLO DE COMBUSTÍVEL

4.1 - O ciclo do tório

Um ciclo de combustível caracteriza-se pelo tipo de material físsil e fértil de alimentação, pelo tempo de residência do combustível nuclear, pela fração do núcleo substituída em cada recarga, pela densidade de potência e pela forma com que se aproveita o material físsil produzido. Para o caso particular do ciclo de combustível de alto enriquecimento, a razão entre o número de átomos de carbono e o número de átomos de tório (razão carbono-tório) constitui-se também em um parâmetro característico.

4.1.1 - Material fértil e físsil de alimentação

Como já se mencionou em capítulos anteriores, os HTGR americanos baseiam-se no ciclo de alto enriquecimento. Isto se deve principalmente, à disponibilidade de ^{235}U enriquecido a 93% e às excelentes características nucleares do ^{233}U na região térmica. Nesta região, o fator de regeneração médio ($\bar{\eta}$) do ^{233}U , por exemplo, é cerca de 1,12 vezes superior ao do ^{235}U , e, 1,27 vezes superior ao do ^{239}Pu , o que impli-

ca em uma razão de conversão potencialmente maior ($RC \approx \eta - 1$). Uma desvantagem deste ciclo seria o elevado custo do ^{235}U enriquecido a 93%. Este custo é composto de duas parcelas: uma relativa ao custo do urânio natural que alimenta a usina de difusão gasosa e a outra devida ao custo total do trabalho de separação (que é proporcional ao número de unidades de trabalhos relativo de enriquecimento). No ciclo inicial de operação, quando se necessita de grande quantidade de urânio enriquecido a 93%, o total das unidades de trabalho separativo para os HTGR, é nitidamente maior que aquele para as concepções de reatores para ciclo de baixo enriquecimento (LWR, HWR, etc.), contudo, com o decorrer das primeiras fases de operação a produção de ^{233}U e o seu reciclo compensam o ônus decorrente do elevado custo do ^{235}U inicial de tal forma que, em 30 anos de vida útil, uma central nuclear do tipo HTGR requer aproximadamente 40% menos urânio natural e cerca de 12% menos unidades separativas de trabalho de enriquecimento, quando comparadas com uma central do tipo PWR. O custo do ciclo também é afetado pela formação de ^{232}U , através de reações do tipo $(n,2n)$ no ^{232}Th e no ^{233}Pa , pois a sua presença dificulta o manuseio do combustível gasto pelo fato de que alguns de seus produtos de decaimento radioativo emitem radiação gama (^{212}Bi , ^{208}Tl , etc.) de alta energia.

Embora os atuais HTGR utilizem como material físsil de alimentação o ^{235}U ($^{235}\text{U}/^{232}\text{Th}/^{233}\text{U}$), recentes estudos indicam a viabilidade do emprego ^{239}Pu ($^{239}\text{Pu}/^{232}\text{Th}/^{233}\text{U}$). Lee⁽¹⁷⁾, por exemplo, sugere que, sob certas condições, é mais econômico reciclar o ^{239}Pu no HTGR, do que no próprio LWR, onde este núcleo é produzido. A perspectiva de se ter um material físsil que substitua o ^{235}U altamente enriquecido, possui dois aspectos importantes: diminuição da dependência de fornecimentos

externos de ^{235}U e possibilidade de estabelecimento de um plano integrado de utilização do combustível nuclear entre as duas concepções de reatores (LWR e HTGR).

4.1.2. - Tempo de residência e Frequência de recarga

O tempo de residência (T) do combustível nuclear, ou seja, o tempo que o combustível permanece em exposição no reator, é limitado, essencialmente, pela máxima fluência de neutrons rápidos, acima da qual ocorrem mudanças dimensionais danosas à estrutura do moderador de grafita. Esta fluência máxima é fixada, atualmente, em $8 \cdot 10^{21}$ n/cm². Por outro lado, as partículas de combustível (BISO e TRISO) devem permanecer íntegras durante sua irradiação no núcleo do reator, para que não haja libertação de produtos de fissão gasosos que contaminariam o ambiente, através do fluxo de gás refrigerante.

A frequência de recarga (τ) é um parâmetro que depende de considerações de ordem operacional da central nuclear, como sejam: a manutenção da turbina; o fator de carga, etc. Relaciona-se com T pela expressão $\tau = T/Z$ onde Z é o número de zonas de recarga. Atualmente as frequências de recarga consideradas nas avaliações dos HTGR, são semianuais e anuais, para um tempo de residência de, no máximo, seis anos. Contudo, os HTGR comerciais com potências nominais de 770 Mwe e de 1160 Mwe estão projetados para operarem com frequência de recarga anual e tempo de residência de quatro anos.

4.1.3 - Densidade de potência

A densidade de potência constitui-se em um dos prin-

cipais parâmetros no projeto de um reator nuclear. Elevando-se a densidade de potência reduz-se tanto o investimento inicial da central nuclear como o custo do ciclo de combustível. Limitações tecnológicas porém, restringem o seu valor a um máximo que representa as condições mais severas em que o combustível nuclear irá trabalhar. Parâmetros essenciais no projeto, como fluência rápida e fator de pico de temperatura, derivam da combinação de efeitos da densidade de potência e do tempo de residência do combustível nuclear. Atualmente a máxima densidade de potência para os HTGR comerciais é fixada em 8 w/cm^3 .

4.1.4 - Utilização do material físsil produzido

O reciclo do ^{233}U produzido pelo próprio HTGR é, sem dúvida, uma das grandes vantagens do ciclo de alto enriquecimento, não obstante o elevado custo do ^{235}U de alimentação. A sua recuperação, no entanto, pressupõe a existência de usinas de reprocessamento e fabricação de combustível nuclear, o que, atualmente, existe apenas em escala piloto. Estudos de viabilidade econômica, realizados tanto pela GGA⁽¹⁰⁾ como pelo ORNL⁽¹⁸⁾ indicam que a melhor ocasião para se iniciar a construção de uma usina de processamento e fabricação seria sete anos após ter entrado em operação comercial o primeiro reator HTGR de 1160 Mwe, o que situaria o início de construção da usina em princípios da década de 1980.

4.1.5 - Razão carbono-tório (C/Th)

A razão C/Th, caracteriza o espectro de neutrons rápidos, influi na quantidade de material físsil de alimentação, na razão de conversão e no fator de idade do combustível nuclear. A gama de variação deste parâmetro está compreendida dentre 125 e 275 aproximadamente

te. Contudo para os HTGR comerciais de 770 Mwe, o valor $C/Th = 250$ é o que leva ao custo mais econômico para o ciclo de combustível, dentro dos limites tecnológicos atuais para as condições econômicas norte-americanas.

A Figura 4.1 ilustra, a título de exemplo, a influência conjunta da razão C/Th , do tempo de residência do combustível e da densidade de potência no custo relativo do ciclo de combustível de uma central nuclear de 1160 Mwe. Os pontos situados acima da linha tracejada representam ciclos cujos fatores de idade do combustível nuclear estão dentro dos limites aceitáveis, atualmente (valor máximo $\approx 1,4$). Como se depreende desta figura, ciclos cujos custos seriam mais atrativos são, no entanto, impedidos de serem utilizados por levarem a valores inaceitáveis, para o fator de idade.

4.2 - Recargas

A recarga de uma zona z , compreende todas as operações necessárias à substituição de combustível gasto por combustível novo. Caracteriza-se pelo tempo de duração e pela quantidade e natureza do material combustível introduzido na zona em questão. Atualmente, as operações de recarga dos HTGR são realizadas com o reator parado, porém, pesquisas estão sendo feitas no sentido de se efetuarem recargas com o reator em operação. Considerando-se o reator parado, o tempo total de recarga compreende o tempo decorrido desde o início das operações de despressurização e resfriamento até a colocação do reator em marcha novamente.

Durante o período de recarga os núclídeos instáveis-decaem radioativamente havendo alteração em suas concentrações. É o caso

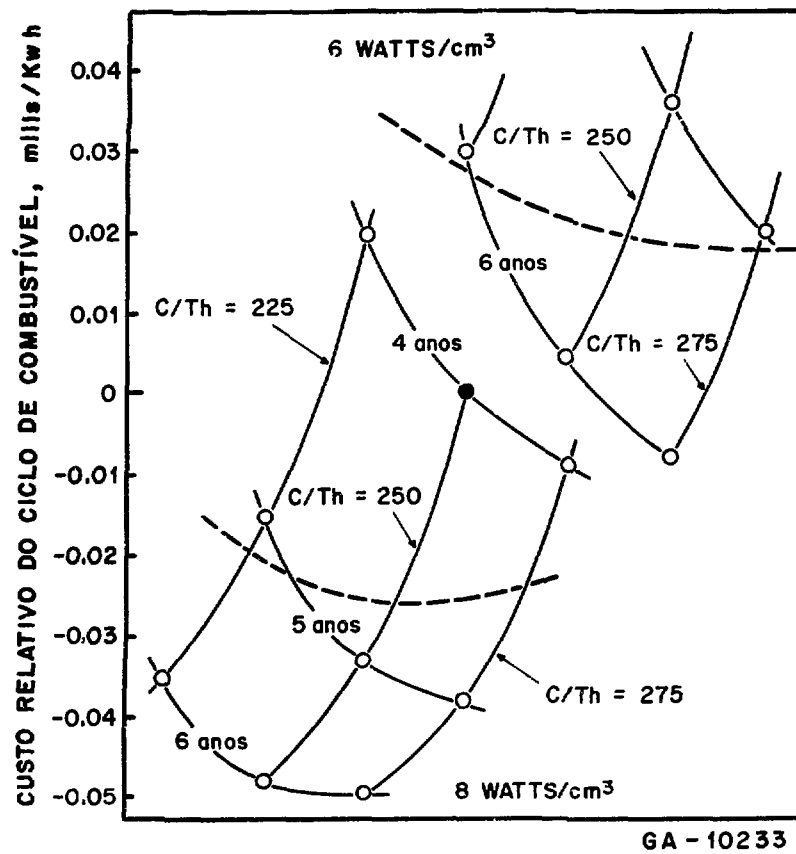


Figura 4.1 - Custo relativo do ciclo de combustível para uma central nuclear de 1160 Mw(e)

do ^{233}Pa , por exemplo, que decai para ^{233}U .

O combustível nuclear introduzido no reator em uma recarga, poderá compreender, além dos materiais fértil e físséis de alimentação, material físsil produzido no núcleo do próprio reator que, retirado em recargas anteriores, sofreu uma série de transformações a fim de ser reaproveitado (reciclo).

O conceito de reciclo pode também ser estendido aos materiais físséis (^{235}U ou ^{239}Pu) e fértil (^{232}Th) de alimentação. O reciclo do ^{235}U de alimentação é dificultado, principalmente pela existência do ^{236}U que, sendo não físsil, altera as características do combustível nuclear para os HTGR. Colby⁽⁴⁾, indica a viabilidade de se utilizar apenas mais uma vez esse material, após o que poderia ser utilizado em reatores de baixo enriquecimento. O ^{232}Th ainda existente no combustível gasto, poderá ser também reciclado, o que representa maior economia na utilização dos recursos minerais do tório.

4.3 - Considerações sobre o código CICOMB relacionadas com o ciclo de alto enriquecimento

Este trabalho admite a possibilidade de se utilizar qualquer material físsil de alimentação, em recargas com ou sem reciclo.

O reciclo do ^{232}Th e do ^{235}U de alimentação, pode ser previsto pelo balanço de massas do combustível nuclear, retirado do reator. Com relação ao material físsil de alimentação, é conveniente determinar o seu enriquecimento após a exposição no reator, para que se possa avaliar o seu valor residual como combustível nuclear. Calcula-se esse

enriquecimento e_k pela expressão:

$$e_k = \frac{N_{k,z}(t_e)}{\sum_i N_{i,z}(t_e)} \quad (4.1) \quad \begin{array}{l} k = 25 \rightarrow i = 25, 26, 28 \\ \text{ou} \\ k = 49 \rightarrow i = 49, 40, 41 \end{array}$$

onde: t_e = tempo de exposição do combustível nuclear.

Durante as recargas consideram-se as alterações nas concentrações dos nuclídeos instáveis. Se $N_{k,z}(0)$ é a concentração atômica do nuclídeo k na zona z , no início da recarga, a sua concentração ao final desse período será dada pela expressão:

$$N_{k,z}(T_r) = N_{k,z}(0) \left[1 - \exp(-\lambda_k T_r) \right] \quad (4.2)$$

onde: T_r = tempo total de recarga

λ_k = constante de decaimento e radio-tivo do nuclídeo k .

O código possibilita, explicitamente, o reciclo do ^{233}U , considerando, inclusive, as perdas de processamento e fabricação. O ^{233}U recuperado é composto por duas parcelas. Uma corresponde ao ^{233}U existente no combustível nuclear, por ocasião de sua retirada do reator e a outra resulta do decaimento radioativo do ^{233}Pa . Esta última parcela depende do tempo decorrido desde a retirada do combustível do reator até o início de seu processamento (tempo de espera - T_e). Se $N_{23,z}(0)$ e $N_{13,z}(0)$ são, respectivamente, as concentrações atômicas de ^{233}U e ^{233}Pa , no instante da retirada da zona z do reator, então a concentração de ^{233}U ao iniciar-se o processamento será dado pela expressão abaixo:

$$\bar{N}_{23,z}(T_e) = N_{23,z}(0) + N_{13,z}(0) \left[1 - \exp(-\lambda_{13} T_e) \right]$$

Considerando-se constantes as perdas de processamento (P_{pr}) e de fabricação (P_{fr}), a quantidade de ^{233}U recuperada na zona z será, finalmente, dada pela expressão:

$$N_{23,z}(T_e) = P_{pr} \cdot P_{fr} \cdot \bar{N}_{23,z}(T_e) \quad (4.3)$$

Deve-se notar que o material recuperado possui também os núclídeos ^{234}U , ^{235}U e ^{236}U . As suas quantidades dependem, principalmente, do tempo de residência do combustível e da razão C/Th. Adotou-se para efeito de cálculo uma composição média fixa para o material recuperado de maneira análoga ao que se faz com o ^{239}Pu recuperado nos reatores LWR, para efeito de análise do ciclo de combustível.

O reciclo do material físsil pode ser iniciado em qualquer recarga e com frequência variável, ou seja, considerou-se que as recargas com reciclo não precisam ser necessariamente consecutivas, podendo estar intercaladas com outras sem reciclo (Figura 4.2).

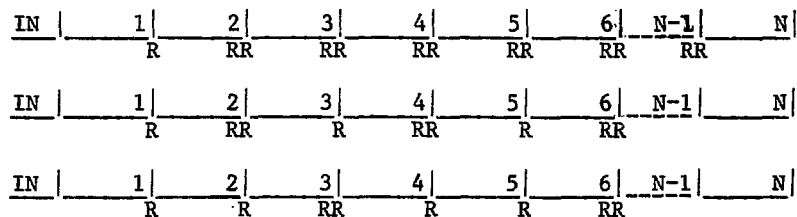


Figura 4.2 : Exemplos de esquemas de recargas (IN = Início de operação;
R = recarga sem reciclo; RR = recarga com reciclo).

O código prevê recargas tanto com o reator em marcha como parado. A frequência de recarga, bem como o número de zonas de recargas são parâmetros variáveis para permitir análise em diferentes condições de operação.

No código CICOMB a relação C/Th vai influir indiretamente nos cálculos sob duas formas: a primeira deve-se ao fato de que o C/Th determina os valores das secções de choque dos núclídeos, principalmente daqueles que possuem elevado efeito de autoblindagem, como é o caso do ^{232}Th ; a segunda, relaciona-se com as concentrações de carbono e tório, que embora sendo dados introduzidos separadamente no código, estão vinculados à razão C/Th.

Calculam-se a densidade de potência e o fator de idade do combustível nuclear pelas expressões 3.36 e 3.37, respectivamente, devendo-se notar que estes dois parâmetros somente ficam determinados após fixar-se o C/Th, o tempo de residência do combustível, a frequência de recarga, a natureza do material físsil de alimentação e a condição de reciclo ou não do ^{233}U .

CAPÍTULO V

O CÓDIGO CICOMB

5.1 - *Descrição Geral*

O código CICOMB é programado em linguagem FORTRAN-IV (IBM/360 modelo 44PS) e sua atual versão é composta de um programa principal e oito subrotinas auxiliares, ocupando um total de 108.879 bytes . Admite um número máximo de 9 grupos de energia, 8 zonas de recarga e 50 núclídeos (26 núclídeos pesados; 2 moderadores; 22 núclídeos entre produtos de fissão e outros materiais).

O programa principal tem por função ler e imprimir os dados de entrada, realizar cálculos iniciais e dispor as oito subrotinas dentro de um esquema lógico de processamento. Além dessas atribuições básicas este programa prevê também a perfuração de cartões para serem processados pelo código auxiliar AUXI que imprime em quatro tabelas distintas os seguintes resultados:

1. Balanço de massas dos núclídeos pesados;
2. Constante de multiplicação efetiva, densidade de potência, fator de idade do combustível nuclear, razão de conversão e fator

- de regeneração;
3. Balanço do material físsil de reciclo;
 4. Balanço do material físsil de alimentação.

Cada subrotina tem uma função específica dentro de esquema geral de cálculo e a sua disposição no programa principal é mostrada pelo fluxograma da Figura 5.1 - A função de cada subrotina é descrita como segue:

1. Subrotina FLUKEF
Gera secções de choque macroscópicas, coeficientes de difusão - etc. Calcula iterativamente o fluxo de neutron e a constante de multiplicação efetiva;
2. Subrotina BURNUP
Calcula analiticamente a concentração de cada nuclídeo, em função do tempo de exposição do combustível nuclear e de cada zona de recarga;
3. Subrotina NORMA
Normaliza o fluxo de neutrons calculados pela subrotina FLUKEF;
4. Subrotina NERGIA
Calcula a energia gerada, e a densidade de potência em cada zona de recarga e a taxa de queima do combustível nuclear;
5. Subrotina RECREC
Armazena em áreas apropriadas a concentração do material físsil de reciclo retirado em cada recarga e calcula a variação da concentração dos nuclídeos instáveis durante a recarga;

6. Subrotina SCOLHE

Determina, inicialmente, o tipo de recarga a ser efetuada (com ou sem reciclo) e em seguida especifica qual material físsil terá a sua concentração atômica iterada para satisfazer as condições de reatividade impostas;

7. Subrotina TERAC

Itera a concentração atômica do material físsil escolhido pela subrotina SCOLHE e calcula as concentrações atômicas dos materiais pesados a ele associados;

8. Subrotina CALPR

Esta subrotina tem duas funções: calcular os parâmetros nucleares considerados no Capítulo 3.3 e imprimir os resultados obtidos. A frequência de impressão é variável de acordo com o que se deseja, porém, deve ser, necessariamente, um submúltiplo do número de passos em que foi dividido o tempo de operação do reator. Caso a frequência de impressão coincida com a frequência de recarga, o programa principal prevê um caminho lógico de processamento mais rápido.

Os resultados são impressos em tabelas separadas, conforme o parâmetro nuclear desejado. Em sua atual versão a CALPR pode imprimir as seguintes tabelas:

- a) - Concentração atômica dos núclídeos em cada zona de recarga;
- b) - Fluxo de neutrons, constante de multiplicação efetiva, constantes de grupo e balanço de neutrons;
- c) - Produção e absorção de neutron por núclídeo;
- d) - Massas dos núclídeos pesados para ambos os tipos de partículas (fértil e físsil);

5.2 - Método de Cálculo

O cálculo da evolução do combustível e dos parâmetros nucleares é feito dividindo-se o tempo de operação entre duas recargas - consecutivas (ciclo de operação) em um número inteiro de intervalos iguais. Cada ciclo de operação caracteriza-se pelo tipo de recarga (com ou sem reciclo) a ser efetuada inicialmente, e pelas condições em que a central nuclear irá operar nesse período (fator de carga, reatividade final etc.). Estabelecidas estas condições o programa calcula iterativamente, para uma dada zona de recarga, a quantidade de material físsil necessária para se obter a reatividade final desejada. Para o caso de se ter recarga com reciclo, o programa calcula, inicialmente, a quantidade de ^{233}U necessária para satisfazer as condições de reatividade previamente estabelecidas, comparando-a em seguida com a quantidade realmente disponível produzida pelo próprio reator. Se o ^{233}U disponível for suficiente para satisfazer as necessidades de reatividade estabelecidas, admite-se que o reator, na recarga em questão, seja carregado com esse material, armazenando-se o eventual excesso para recargas posteriores. Caso não se tenha ^{233}U em quantidade suficiente, considera-se que todo o ^{233}U disponível seja reciclado passando-se a iterar com o material físsil de alimentação. Este processo repete-se analogamente para todos os ciclos de operação até que se complete o período total de estudo.

CAPITULO VI

APLICAÇÃO A UMA CENTRAL NUCLEAR DE 770 Mwe

6.1 - *Considerações Iniciais*

Aplicou-se o código CICOMB à análise do ciclo de combustível de uma central nuclear de 770 Mwe cujas principais características são descritas na Tabela 6.1.

Nesta análise foram feitas algumas simplificações , resultantes, principalmente, da falta de maiores informações técnicas sobre esta central nuclear. Entretanto, os resultados obtidos são razoáveis pois as aproximações feitas não alteram de modo sensível o cálculo da evolução do combustível nuclear.

As principais aproximações referem-se às barras de controle e aos venenos queimáveis cujas influências foram desprezadas. Segundo Perry⁽²¹⁾ a não consideração dos efeitos causados por estes dois elementos não alteram sensivelmente a evolução do combustível nuclear, devido ao fato de o núcleo do reator estar dividido em várias zonas de recarga, o que leva a um excesso de reatividade inicial relativamente pequeno. Outra simplificação feita refere-se à formação do ¹³⁵I que foi des -

prezada. A influência do ^{135}I far-se-ia sentir apenas durante as operações de recarga ou então durante uma parada forçada da central nuclear - quando, devido ao decaimento radioativo do ^{135}I a concentração do ^{135}Xe passaria por um máximo, podendo causar problemas no instante de se colocar o reator novamente em operação. No entanto, o tempo de duração de uma recarga (~ 16 dias) é várias vezes superior ao tempo necessário para que a concentração do ^{135}Xe atinja o máximo e volte a níveis desprezíveis (~ 64 horas)

Tabela 6.1 - Características Principais de uma Central Nuclear de 770 Mwe⁽⁸⁾

Geral

- Potência elétrica nominal	770 Mwe
- Potência térmica gerada pelo NSS	2 000 Mwt
- Eficiência	39 %
- Razão de calor	8 700 Btu/kwh
- Pressão de descarga da turbina	2,25 in. H _g A
- Fluxo de vapor	5.352.000 lb/hr

Sistema Primário de Refrigeração

- Refrigerante primário	Hélio
- Pressão do Hélio na descarga do circulador .	685 psig
- Temperatura de entrada do núcleo do reator .	6309F
- Número de geradores do vapor	4
- Número de circuladores	4

Núcleo do Reator

- Número de elementos combustíveis	2744
- Tempo de residência do combustível nuclear .	4 anos
- Taxa de queima média	92.000 Mwd/ton

Consideram-se apenas dois casos, pois, uma avaliação completa de todos os ciclos, além de se tornar praticamente em um outro trabalho, exigiria a posse de muitas informações (secções de choque para diferen -

tes razões C/Th, por exemplo) de que não se dispomos no presente momento.

Nos casos analisados a razão C/Th é 250. As secções de choque utilizadas já incluem o efeito de autoblindagem tanto espacial como energético. Considerou-se o núcleo do reator dividido em quatro zonas de recarga de igual volume. A frequência de recarga é anual e o ciclo de equilíbrio é suposto atingido após seis recargas. A Tabela 6.2 ilustra as principais características dos dois casos.

Tabela 6.2 - Características Principais dos Casos Analisados.

	<u>Caso 1</u>	<u>Caso 2</u>
- Frequência de recarga	anual	anual
- Nº de zonas de recarga	4	4
- C/Th	250	250
- Tipo de operação	sem reciclo	com reciclo
- Início de reciclo	-	recarga 2
- Fator de carga	0,8	0,8
- Físsil de alimentação	^{235}U (93%)	^{235}U (93%)

6.2 - Resultados dos casos analisados

Imprimiram-se, respectivamente, as seguintes tabelas, para cada um dos casos:

- 1 - Tabela das principais características do caso;
- 2 - Tabelas dos principais parâmetros (fator de idade do combustível -F. P.; densidade de potência; taxa de queima; razão de conversão, etc.);
- 3 - Tabela indicativa do instante e do tipo de recarga;
- 4 - Balanço de massas dos núclídeos pesados;
- 5 - Balanço de massas do material físsil de alimentação;
- 6 - Balanço de massas do material físsil de reciclo.

Ciclo de equilíbrio

No início e no final de um ciclo de equilíbrio são

impressos:

- 1 - Massa dos núclídeos pesados;
- 2 - Absorção de neutrons;
- 3 - Produção de neutrons;
- 4 - Fluxo de neutrons, constantes de grupo e balanço de neutrons.

No Caso-1 imprimiram-se também, a título de ilustração, as taxas de formação dos produtos de fissão e as secções de choques dos núclídeos. Foram omitidas, para maior simplicidade, as impressões das secções de choque dos núclídeos pesados que se repetem nas partículas A e B.

CASO - 1

*CARACTERISTICAS GERAIS

*DIAMETRO DO NUCLEO(CM).....= 707.14
 *ALTURA DO NUCLEO(CM).....= 633.98
 *RAZAO C/TH.....= 250.00
 *POTENCIA TERMICA NOMINAL(MW).....= 2000.00
 *FATOR DE CARGA.....= 1.00
 *TEMPO TOTAL DE OPERACAO(ANOS).....= 40.00
 *TEMPO ENTRE RECARGAS(DIAS).....= 360.00
 *TEMPO DE RECARGA(DIAS).....= 16.00
 *NUMERO DE ZONAS DE RECARGA.....= 4
 *NUMERO TOTAL DE RECARGAS.....= 6
 *VOLUMES DAS ZONAS DE RECARGA(CM3).....=

V(1) =0.622463E 08
 V(2) =0.622463E 08
 V(3) =0.622463E 08
 V(4) =0.622463E 08

*CARACTERISTICAS DE RECICLO

*INICIO NA RECARGA.....=1C
 *PERIODO.....= 1
 *MATERIAL RECICLADO.....=U233
 *TEMPO DE RECUPERACAO(DIAS).....= 600.00
 *TEMPO DE ESPERA(DIAS).....= 210.00
 *PERDAS DE PROCESSAMENTO.....= 0.01
 *PERDAS DE FABRICACAO.....= 0.0

*PARAMETROS NUCLEARES

*NUMERO DE GRUPOS DE ENERGIA.....= 9
 *GRUPOS RAPIDOS.....= 5

*ESPECTRO DE FISSAO E BUCKLING

GRUPO	ESPECTRO	BUCKLING
1	0.975000E 00	0.708233E-04
2	0.250000E-01	0.708233E-04
3	0.0	0.708233E-04
4	0.0	0.708233E-04
5	0.0	0.708233E-04
6	0.0	0.708233E-04
7	0.0	0.708233E-04
8	0.0	0.708233E-04
9	0.0	0.708233E-04

***NUCLIDEOS**

*NUMERO TOTAL.....=46
 *MODERADOR.....=CARBONO
 *OUTROS.....=SILICIO
 *NUCLIDEOS PESADOS.....=26

TH232	PA233	U233	U234	U235
U236	NP237	PA231	U232	TH232
PA233	U233	U234	U235	U236
NP237	PA231	U232	U235	U236
NP237	U238	NP239	PU239	PU240
PU241				

***PRODUTOS DE FISSAO**

*ISOLADOS.....=

ANS	XE131	CS133	MO95	TC99
RH103	ND143	ND145		

*EM CADEIA.....=

CADEIA	1			
PM147	PM148	SM149	SM150	SM151
SM152	EU153	EU154	EU155	

PARAMETROS NUCLEARES

TAXAS DE CRESCIMENTO DOS PF

NUCLIDEO	U233	U235	PU239	PU241
27 ANS	0.127400E 01	0.100000E 01	0.127400E 01	0.127400E 01
28 XE131	0.339000E-01	0.284000E-01	0.378000E-01	0.378000E-01
29 CS133	0.578000E-01	0.688000E-01	0.691000E-01	0.691000E-01
30 MO95	0.611000E-01	0.627000E-01	0.503000E-01	0.503000E-01
31 TC99	0.480000E-01	0.609000E-01	0.610000E-01	0.610000E-01
32 RH103	0.180000E-01	0.297000E-01	0.567000E-01	0.567000E-01
33 ND143	0.599000E-01	0.593000E-01	0.457000E-01	0.457000E-01
34 ND145	0.347000E-01	0.388000E-01	0.313000E-01	0.313000E-01
35 PM147	0.190000E-01	0.213000E-01	0.270000E-01	0.194000E-01
36 PM148	0.0	0.0	0.0	0.0
37 SM149	0.760000E-02	0.101000E-01	0.132000E-01	0.132000E-01
38 SM150	0.0	0.0	0.0	0.0
39 SM151	0.335000E-02	0.431000E-02	0.800000E-02	0.800000E-02
40 SM152	0.220000E-02	0.226000E-02	0.620000E-02	0.620000E-02
41 EU153	0.130000E-02	0.159000E-02	0.370000E-02	0.370000E-02
42 EU154	0.0	0.0	0.0	0.0
43 EU155	0.0	0.0	0.0	0.0
44 XE135	0.603000E-01	0.641000E-01	0.717000E-01	0.717000E-01

NUCLIDEO 1 TH232

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.859936E-01	0.534205E 01	0.171152E 00	0.240123E 01	0.460044E-02
2	0.0	0.148714E 02	0.944660E 00	0.0	0.0
3	0.0	0.360050E 02	0.924000E 01	0.0	0.0
4	0.0	0.116843E 02	0.139233E 00	0.0	0.0
5	0.0	0.122074E 02	0.296430E 00	0.0	0.0
6	0.0	0.129854E 02	0.945118E 00	0.0	0.0
7	0.0	0.145052E 02	0.248039E 01	0.0	0.0
8	0.0	0.164604E 02	0.444170E 01	0.0	0.0
9	0.0	0.199668E 02	0.801355E 01	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
PARA GRUPOS					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.181780E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.262390E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.294270E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.665060E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.207080E 00

NUCLIDEO 2 PA233

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.212581E 01	0.641079E 01	0.859153E 00	0.304262E 01	0.256721E-02
2	0.982353E-02	0.160410E 02	0.316452E 01	0.250905E 01	0.0
3	0.0	0.411223E 02	0.289521E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.104935E 03	0.929758E 02	0.0	0.0
5	0.0	0.263718E 03	0.250958E 03	0.0	0.0
6	0.0	0.227433E 03	0.198449E 03	0.0	0.0
7	0.0	0.284990E 02	0.174935E 02	0.0	0.0
8	0.0	0.366500E 02	0.257118E 02	0.0	0.0
9	0.0	0.568301E 02	0.462816E 02	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.894640E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.188510E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.235700E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.623750E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.201160E 00

NUCLIDEO 3 U233

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.512238E 01	0.492252E 01	0.206353E 01	0.260527E 01	0.392412E-02
2	0.119136E 02	0.145411E 02	0.527696E 01	0.250297E 01	0.0
3	0.831020E 02	0.496140E 02	0.376416E 02	0.250290E 01	0.0
4	0.255076E 03	0.132143E 03	0.119487E 03	0.250290E 01	0.0
5	0.197140E 03	0.110278E 03	0.971430E 02	0.250290E 01	0.0
6	0.540675E 03	0.249464E 03	0.254548E 03	0.250000E 01	0.0
7	0.487427E 03	0.227251E 03	0.215823E 03	0.250000E 01	0.0
8	0.787897E 03	0.354904E 03	0.343971E 03	0.250000E 01	0.0
9	0.140690E 04	0.619498E 03	0.613519E 03	0.250000E 01	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.149950E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.157830E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.228410E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.701260E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.239360E 00

NUCLIDEO 4 U234

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.231679E 01	0.631426E 01	0.109570E 01	0.268491E 01	0.897416E-03
2	0.331478E-01	0.145173E 02	0.130468E 01	0.250700E 01	0.0
3	0.0	0.448699E 02	0.178016E 02	0.0	0.0
4	0.767405E 00	0.412988E 03	0.349491E 03	0.250000E 01	0.0
5	0.950537E-02	0.135226E 02	0.511315E 01	0.250000E 01	0.0
6	0.407433E-02	0.228820E 02	0.824588E 01	0.250500E 01	0.0
7	0.593041E-02	0.422215E 02	0.275659E 02	0.250500E 01	0.0
8	0.949663E-02	0.693429E 02	0.546921E 02	0.250500E 01	0.0
9	0.164800E-01	0.116727E 03	0.102913E 03	0.250500E 01	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.210470E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.265110E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.170470E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.672530E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.151220E 00

NUCLIDEO 5 U235

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.325248E 01	0.540432E 01	0.140162E 01	0.256038E 01	0.303337E-02
2	0.875019E 01	0.151194E 02	0.505353E 01	0.243092E 01	0.0
3	0.644050E 02	0.529133E 02	0.405519E 02	0.243000E 01	0.0
4	0.926382E 02	0.880906E 02	0.726745E 02	0.243000E 01	0.0
5	0.553787E 02	0.464960E 02	0.323383E 02	0.243000E 01	0.0
6	0.135689E 03	0.810722E 02	0.655547E 02	0.243000E 01	0.0
7	0.439458E 03	0.232952E 03	0.217581E 03	0.243000E 01	0.0
8	0.773236E 03	0.388479E 03	0.373589E 03	0.243000E 01	0.0
9	0.152207E 04	0.743319E 03	0.734978E 03	0.243000E 01	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.161940E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.186860E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.248720E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.670990E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.222830E 00

NUCLIDEO 6 U236

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.924432E 00	0.589642E 01	0.568455E 00	0.275482E 01	0.256721E-02
2	0.0	0.141724E 02	0.116053E 01	0.0	0.0
3	0.0	0.491188E 02	0.172793E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.169759E 03	0.150601E 03	0.0	0.0
5	0.0	0.124940E 02	0.177323E 01	0.0	0.0
6	0.0	0.132663E 02	0.124320E 01	0.0	0.0
7	0.0	0.142470E 02	0.223305E 01	0.0	0.0
8	0.0	0.157303E 02	0.372374E 01	0.0	0.0
9	0.0	0.185072E 02	0.655398E 01	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
PARA GRUPOS					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.226470E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.221850E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.199240E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.549260E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.187070E 00

NUCLIDEO 7 NP237

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.263150E 01	0.604888E 01	0.140087E 01	0.268885E 01	0.357740E-02
2	0.260023E-02	0.225247E 02	0.367120E 01	0.251398E 01	0.0
3	0.0	0.703359E 02	0.328824E 02	0.0	0.0
4	0.105421E-02	0.102890E 03	0.911318E 02	0.250000E 01	0.0
5	0.274230E-01	0.674775E 02	0.581214E 02	0.250000E 01	0.0
6	0.0	0.342524E 03	0.314323E 03	0.0	0.0
7	0.0	0.502153E 02	0.401915E 02	0.0	0.0
8	0.0	0.834260E 02	0.737130E 02	0.0	0.0
9	0.0	0.195523E 03	0.188006E 03	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
PARA GRUPOS					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.434530E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.711040E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.217790E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.592710E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.172950E 00

NUCLIDEO 8 PA231

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.207248E 01	0.637367E 01	0.850644E 00	0.304368E 01	0.256721E-02
2	0.982353E-02	0.164939E 02	0.322843E 01	0.250905E 01	0.0
3	0.0	0.427251E 02	0.303194E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.139686E 03	0.127216E 03	0.0	0.0
5	0.499552E-04	0.344800E 02	0.234100E 02	0.250000E 01	0.0
6	0.669520E-01	0.381131E 03	0.351740E 03	0.250000E 01	0.0
7	0.425285E-01	0.481788E 03	0.467704E 03	0.250000E 01	0.0
8	0.863682E-02	0.131548E 03	0.119735E 03	0.250000E 01	0.0
9	0.119812E-01	0.226536E 03	0.216728E 03	0.250000E 01	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
PARA GRUPOS					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.907230E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.145600E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.261780E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.617670E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.196200E 00

NUCLIDEO 9 U232

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.271538E 01	0.909620E 01	0.101411E 01	0.299029E 01	0.897416E-03
2	0.285662E 01	0.151834E 02	0.277565E 01	0.250746E 01	0.0
3	0.659941E 02	0.663648E 02	0.424298E 02	0.250300E 01	0.0
4	0.324159E 03	0.231449E 03	0.217048E 03	0.250300E 01	0.0
5	0.811025E 01	0.158608E 02	0.516565E 01	0.250300E 01	0.0
6	0.147662E 02	0.220159E 02	0.976401E 01	0.250300E 01	0.0
7	0.503604E 02	0.494391E 02	0.374437E 02	0.250300E 01	0.0
8	0.110257E 03	0.964648E 02	0.847057E 02	0.250300E 01	0.0
9	0.219822E 03	0.181108E 03	0.170919E 03	0.250300E 01	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
PARA GRUPOS					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.235860E 01	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.333210E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.215480E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.573980E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.189020E 00

NUCLIDEO 22 U238

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.196966E 00	0.545520E 01	0.183190E 00	0.290854E 01	0.460986E-02
2	0.0	0.146427E 02	0.810251E 00	0.0	0.0
3	0.0	0.717531E 02	0.304233E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.100240E 03	0.864307E 02	0.0	0.0
5	0.0	0.905317E 01	0.579603E 00	0.0	0.0
6	0.0	0.112709E 02	0.566262E 00	0.0	0.0
7	0.0	0.117020E 02	0.100214E 01	0.0	0.0
8	0.0	0.123497E 02	0.165318E 01	0.0	0.0
9	0.0	0.135713E 02	0.289848E 01	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

		DOS GRUPOS				
		1	2	3	4	5
PARA GRUPOS						
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.250520E 00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.328690E-01	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.156400E 00	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.337070E-01	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.147150E 00	0.0

NUCLIDEO 23 NP239

GRUPO	NI+FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.263192E 01	0.584401E 01	0.115602E 01	0.268882E 01	0.357740E-02
2	0.260023E-02	0.136943E 02	0.396981E 01	0.251398E 01	0.0
3	0.0	0.616585E 02	0.442489E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.150260E 03	0.136235E 03	0.0	0.0
5	0.0	0.113824E 03	0.105000E 03	0.0	0.0
6	0.0	0.198199E 02	0.966138E 01	0.0	0.0
7	0.0	0.297746E 02	0.198048E 02	0.0	0.0
8	0.0	0.433559E 02	0.334557E 02	0.0	0.0
9	0.0	0.685227E 02	0.591071E 02	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.434530E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.234210E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.214270E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.513230E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.140680E 00

NUCLIDEO 24 PU239

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.519143E 01	0.603356E 01	0.178182E 01	0.304470E 01	0.470222E-02
2	0.733910E 01	0.153764E 02	0.376347E 01	0.287310E 01	0.0
3	0.693667E 02	0.557559E 02	0.416236E 02	0.287002E 01	0.0
4	0.203551E 03	0.130884E 03	0.117901E 03	0.287000E 01	0.0
5	0.312081E 02	0.233902E 02	0.128029E 02	0.287000E 01	0.0
6	0.293208E 03	0.173705E 03	0.154400E 03	0.289000E 01	0.0
7	0.334835E 04	0.192931E 04	0.191950E 04	0.289000E 01	0.0
8	0.140796E 04	0.732298E 03	0.723788E 03	0.289000E 01	0.0
9	0.228663E 04	0.108432E 04	0.108487E 04	0.289000E 01	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.917619E-01	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.226980E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.273220E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.587600E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.186030E 00

NUCLIDEO 25 PU240

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.300942E 01	0.601793E 01	0.116334E 01	0.310185E 01	0.231308E-02
2	0.748813E-01	0.149744E 02	0.132514E 01	0.290023E 01	0.0
3	0.0	0.736193E 02	0.325505E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.108730E 02	0.712296E 00	0.0	0.0
5	0.0	0.214214E 02	0.789509E 01	0.0	0.0
6	0.0	0.458358E 04	0.401819E 04	0.0	0.0
7	0.0	0.152139E 03	0.151189E 03	0.0	0.0
8	0.0	0.187290E 03	0.185826E 03	0.0	0.0
9	0.0	0.299025E 03	0.299613E 03	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.143920E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.316620E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.286860E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.641879E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.252700E 00

NUCLIDEO 26 PU241

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.530494E 01	0.608986E 01	0.175300E 01	0.318766E 01	0.552319E-02
2	0.138735E 02	0.153301E 02	0.560651E 01	0.303246E 01	0.0
3	0.101278E 03	0.618032E 02	0.493741E 02	0.303000E 01	0.0
4	0.700342E 03	0.292558E 03	0.277239E 03	0.303000E 01	0.0
5	0.104867E 03	0.496919E 02	0.383262E 02	0.303000E 01	0.0
6	0.981317E 02	0.651392E 02	0.501773E 02	0.303000E 01	0.0
7	0.261566E 04	0.127799E 04	0.126578E 04	0.303000E 01	0.0
8	0.191697E 04	0.905042E 03	0.894011E 03	0.303000E 01	0.0
9	0.314650E 04	0.146361E 04	0.146496E 04	0.303000E 01	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.384880E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.210940E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.275750E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.768990E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.205120E 00

NUCLIDEO 27 ANS

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.801939E 01	0.322440E-01	0.0	0.0
2	0.0	0.110560E 02	0.298931E 00	0.0	0.0
3	0.0	0.140566E 02	0.222072E 01	0.0	0.0
4	0.0	0.976738E 01	0.167550E 01	0.0	0.0
5	0.0	0.857292E 01	0.315659E 00	0.0	0.0
6	0.0	0.120423E 02	0.906230E 00	0.0	0.0
7	0.0	0.127132E 02	0.161871E 01	0.0	0.0
8	0.0	0.138404E 02	0.275835E 01	0.0	0.0
9	0.0	0.159185E 02	0.488934E 01	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.145950E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.501580E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.321230E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.986140E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.319190E 00

NUCLIDEO 28 XE131

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.612427E 01	0.738901E-01	0.0	0.0
2	0.0	0.649479E 01	0.770727E 00	0.0	0.0
3	0.0	0.203121E 02	0.992894E 01	0.0	0.0
4	0.0	0.202101E 04	0.495364E 03	0.0	0.0
5	0.0	0.285870E 02	0.147007E 02	0.0	0.0
6	0.0	0.257642E 02	0.210794E 02	0.0	0.0
7	0.0	0.474837E 02	0.432104E 02	0.0	0.0
8	0.0	0.771156E 02	0.725942E 02	0.0	0.0
9	0.0	0.132025E 03	0.128961E 03	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
PARA GRUPOS					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.124740E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.121780E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.246810E 00	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.182450E 00	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.406320E 00

NUCLIDEO 29 CS133

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.489378E 01	0.531337E-01	0.0	0.0
2	0.0	0.875313E 01	0.107662E 01	0.0	0.0
3	0.0	0.340259E 02	0.176210E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.194223E 03	0.187672E 03	0.0	0.0
5	0.0	0.145156E 02	0.716229E 01	0.0	0.0
6	0.0	0.119783E 02	0.491852E 01	0.0	0.0
7	0.0	0.170462E 02	0.100824E 02	0.0	0.0
8	0.0	0.239603E 02	0.170320E 02	0.0	0.0
9	0.0	0.367725E 02	0.300909E 02	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
PARA GRUPOS					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.249310E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.234890E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.310030E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.694070E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.225040E 00

NUCLIDEO 30 M095

GRUPO	NI+FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.458634E 01	0.751904E-01	0.0	0.0
2	0.0	0.736392E 01	0.685713E 00	0.0	0.0
3	0.0	0.373618E 02	0.254220E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.607844E 01	0.947383E 00	0.0	0.0
5	0.0	0.648549E 01	0.134006E 01	0.0	0.0
6	0.0	0.943968E 01	0.244169E 01	0.0	0.0
7	0.0	0.119555E 02	0.500521E 01	0.0	0.0
8	0.0	0.153878E 02	0.845516E 01	0.0	0.0
9	0.0	0.217482E 02	0.149380E 02	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

DOS GRUPOS

	1	2	3	4	5
PARA GRUPOS					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.129670E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.226740E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.221740E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.695470E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.214150E 00

NUCLIDEO 31 TC99

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.630554E 01	0.214821E 00	0.0	0.0
2	0.0	0.736273E 01	0.142973E 01	0.0	0.0
3	0.0	0.154984E 02	0.100016E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.928242E 02	0.879268E 02	0.0	0.0
5	0.0	0.127824E 02	0.816848E 01	0.0	0.0
6	0.0	0.104294E 02	0.546246E 01	0.0	0.0
7	0.0	0.133891E 02	0.841311E 01	0.0	0.0
8	0.0	0.185284E 02	0.135799E 02	0.0	0.0
9	0.0	0.283854E 02	0.236284E 02	0.0	0.0

SECCAO DE CMQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.130020E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.136930E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.260240E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.597720E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.192120E 00

NUCLIDEO 32 RH103

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.603475E 01	0.160816E 00	0.0	0.0
2	0.0	0.871995E 01	0.114425E 01	0.0	0.0
3	0.0	0.111574E 02	0.439110E 01	0.0	0.0
4	0.0	0.561496E 01	0.532648E 00	0.0	0.0
5	0.0	0.129746E 02	0.760696E 01	0.0	0.0
6	0.0	0.528991E 03	0.488346E 03	0.0	0.0
7	0.0	0.794840E 02	0.743668E 02	0.0	0.0
8	0.0	0.102243E 03	0.973196E 02	0.0	0.0
9	0.0	0.163003E 03	0.159321E 03	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

	1	2	DOS GRUPOS 3	4	5
PARA GRUPOS					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.132810E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.232220E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.205930E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.666789E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.217030E 00

NUCLIDEO 33 NO143

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.635718E 01	0.454868E-01	0.0	0.0
2	0.0	0.633419E 01	0.693573E 00	0.0	0.0
3	0.0	0.176208E 02	0.112138E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.196537E 02	0.393026E 01	0.0	0.0
5	0.0	0.421062E 02	0.135839E 02	0.0	0.0
6	0.0	0.15338GE 03	0.456668E 02	0.0	0.0
7	0.0	0.227407E 03	0.113570E 03	0.0	0.0
8	0.0	0.315599E 03	0.20C267E 03	0.0	0.0
9	0.0	0.472344E 03	0.359242E 03	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.882370E-01	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.139180E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.245050E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.211620E 00	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.852490E 00

NUCLIDEO 34 ND145

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.637870E 01	0.416056E-01	0.0	0.0
2	0.0	0.212167E 02	0.640607E 00	0.0	0.0
3	0.0	0.903544E 02	0.369308E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.103223E 03	0.867366E 02	0.0	0.0
5	0.0	0.264360E 02	0.105120E 02	0.0	0.0
6	0.0	0.266694E 02	0.105397E 02	0.0	0.0
7	0.0	0.375292E 02	0.216052E 02	0.0	0.0
8	0.0	0.523451E 02	0.364971E 02	0.0	0.0
9	0.0	0.797999E 02	0.644805E 02	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.888390E-01	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.832340E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.464520E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.144620E 00	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.445060E 00

NUCLIDEO 35 PM147

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.635188E 01	0.264343E 00	0.0	0.0
2	0.0	0.206755E 02	0.467881E 01	0.0	0.0
3	0.0	0.894450E 02	0.734435E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.164193E 04	0.121901E 04	0.0	0.0
5	0.0	0.571255E 02	0.450451E 02	0.0	0.0
6	0.0	0.481565E 02	0.316191E 02	0.0	0.0
7	0.0	0.807359E 02	0.648156E 02	0.0	0.0
8	0.0	0.125184E 03	0.109491E 03	0.0	0.0
9	0.0	0.207548E 03	0.193442E 03	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.992500E-01	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.364230E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.234560E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.849290E 00	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.221960E 00

NUCLIDEO 36 PM148

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.695838E 01	0.330477E 00	0.0	0.0
2	0.0	0.103929E 02	0.451983E 01	0.0	0.0
3	0.0	0.434849E 03	0.431719E 03	0.0	0.0
4	0.0	0.152422E 04	0.151954E 04	0.0	0.0
5	0.0	0.246974E 04	0.246452E 04	0.0	0.0
6	0.0	0.485029E 04	0.474286E 04	0.0	0.0
7	0.0	0.973719E 04	0.972234E 04	0.0	0.0
8	0.0	0.164044E 05	0.164237E 05	0.0	0.0
9	0.0	0.287590E 05	0.290162E 05	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
PARA GRUPOS					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.218810E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.134340E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.140700E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.438070E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.134810E 00

NUCLIDEO 37 SM149

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.516660E 01	0.198780E 00	0.0	0.0
2	0.0	0.149329E 02	0.447230E 01	0.0	0.0
3	0.0	0.180790E 03	0.988806E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.250331E 03	0.219129E 03	0.0	0.0
5	0.0	0.144348E 02	0.112548E 02	0.0	0.0
6	0.0	0.142444E 04	0.131504E 04	0.0	0.0
7	0.0	0.221526E 05	0.219637E 05	0.0	0.0
8	0.0	0.852082E 05	0.841072E 05	0.0	0.0
9	0.0	0.419039E 05	0.416565E 05	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

		DOS GRUPOS				
		1	2	3	4	5
PARA GRUPOS						
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.195700E 00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.396610E-01	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.951660E-02	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.196240E 00	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.990610E-01	0.0

NUCLIDEO 38 SM150

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.503223E 01	0.455267E-01	0.0	0.0
2	0.0	0.110657E 02	0.487598E 00	0.0	0.0
3	0.0	0.110115E 03	0.572443E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.129836E 02	0.603749E 01	0.0	0.0
5	0.0	0.149049E 02	0.793417E 01	0.0	0.0
6	0.0	0.311482E 02	0.149312E 02	0.0	0.0
7	0.0	0.465329E 02	0.306074E 02	0.0	0.0
8	0.0	0.675221E 02	0.517042E 02	0.0	0.0
9	0.0	0.106416E 03	0.913473E 02	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.195700E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.396610E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.202290E 01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.644910E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.198460E 00

NUCLIDEO 39 SM151

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.543820E 01	0.493708E 00	0.0	0.0
2	0.0	0.175308E 02	0.713368E 01	0.0	0.0
3	0.0	0.123915E 03	0.105069E 03	0.0	0.0
4	0.0	0.394661E 03	0.376547E 03	0.0	0.0
5	0.0	0.302917E 02	0.249649E 02	0.0	0.0
6	0.0	0.674567E 03	0.682558E 03	0.0	0.0
7	0.0	0.675338E 03	0.659256E 03	0.0	0.0
8	0.0	0.387955E 04	0.388608E 04	0.0	0.0
9	0.0	0.135627E 05	0.137529E 05	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.195700E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.396610E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.207140E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.773889E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.164440E 00

NUCLIDEO 40 SM152

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.503302E 01	0.464619E-01	0.0	0.0
2	0.0	0.110585E 02	0.480129E 00	0.0	0.0
3	0.0	0.244501E 02	0.461371E 01	0.0	0.0
4	0.0	0.326620E 04	0.141745E 04	0.0	0.0
5	0.0	0.507244E 02	0.343283E 02	0.0	0.0
6	0.0	0.546047E 02	0.379429E 02	0.0	0.0
7	0.0	0.936999E 02	0.777787E 02	0.0	0.0
8	0.0	0.147037E 03	0.131389E 03	0.0	0.0
9	0.0	0.245874E 03	0.232129E 03	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.195700E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.396610E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.389130E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.300340E 00	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.392390E 00

NUCLIDEO 41 EU153

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.470526E 01	0.20C060E 00	0.0	0.0
2	0.0	0.181066E 02	0.998834E 01	0.0	0.0
3	0.0	0.113830E 03	0.10C656E 03	0.0	0.0
4	0.0	0.212958E 03	0.200439E 03	0.0	0.0
5	0.0	0.118050E 04	0.115801E 04	0.0	0.0
6	0.0	0.160733E 03	0.151813E 03	0.0	0.0
7	0.0	0.137818E 03	0.129559E 03	0.0	0.0
8	0.0	0.247639E 03	0.239987E 03	0.0	0.0
9	0.0	0.479067E 03	0.475706E 03	0.0	0.0

SECCAO DE 'CHOQUE DE TRANSFERENCIA

	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
PARA GRUPOS					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.220740E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.224830E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.12C200E 00	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.126640E 00	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.810950E 00

NUCLIDEO 42 EU154

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.709227E 01	0.473905E 00	0.0	0.0
2	0.0	0.117968E 02	0.596052E 01	0.0	0.0
3	0.0	0.905189E 02	0.850555E 02	0.0	0.0
4	0.0	0.893815E 02	0.844190E 02	0.0	0.0
5	0.0	0.141912E 03	0.136920E 03	0.0	0.0
6	0.0	0.872847E 03	0.848530E 03	0.0	0.0
7	0.0	0.104675E 04	0.103950E 04	0.0	0.0
8	0.0	0.884117E 03	0.878030E 03	0.0	0.0
9	0.0	0.154352E 04	0.155001E 04	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.218810E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.134300E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.140700E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.438070E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.134810E 00

NUCLIDEO 43 EU155

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.692724E 01	0.167713E 00	0.0	0.0
2	0.0	0.977780E 01	0.288893E 01	0.0	0.0
3	0.0	0.221512E 03	0.215778E 03	0.0	0.0
4	0.0	0.794738E 03	0.787918E 03	0.0	0.0
5	0.0	0.128599E 04	0.127791E 04	0.0	0.0
6	0.0	0.251467E 04	0.245926E 04	0.0	0.0
7	0.0	0.504862E 04	0.504121E 04	0.0	0.0
8	0.0	0.850567E 04	0.851599E 04	0.0	0.0
9	0.0	0.149117E 05	0.150454E 05	0.0	0.0

SECCAO DE -CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.207590E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.171500E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.197700E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.615530E-01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.216480E 00

NUCLIDEO 44 XE135

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.397136E 01	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.636102E 01	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.101901E 02	0.161464E 00	0.0	0.0
4	0.0	0.835238E 02	0.238408E 02	0.0	0.0
5	0.0	0.459664E 03	0.191594E 03	0.0	0.0
6	0.0	0.157739E 05	0.924016E 04	0.0	0.0
7	0.0	0.805434E 06	0.612554E 06	0.0	0.0
8	0.0	0.372585E 07	0.304504E 07	0.0	0.0
9	0.0	0.327060E 07	0.288850E 07	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.120500E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.192020E-01	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.656959E-01	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.124320E 01	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.996040E 01

NUCLIDEO 45 SILICIO

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.268462E 01	0.358997E-02	0.0	0.0
2	0.0	0.184185E 01	0.174602E-02	0.0	0.0
3	0.0	0.210520E 01	0.255178E-02	0.0	0.0
4	0.0	0.210853E 01	0.912875E-02	0.0	0.0
5	0.0	0.211487E 01	0.147616E-01	0.0	0.0
6	0.0	0.212781E 01	0.282964E-01	0.0	0.0
7	0.0	0.215605E 01	0.570972E-01	0.0	0.0
8	0.0	0.219629E 01	0.975285E-01	0.0	0.0
9	0.0	0.226995E 01	0.172614E 00	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

		DOS GRUPOS				
		1	2	3	4	5
PARA GRUPOS						
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.253450E 00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.270350E-01	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.311660E-01	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.970330E-01	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.298610E 00	0.0

SECCAO DE CHOQUE TERMICA DE TRANSFERENCIA

		DOS GRUPOS			
		6	7	8	9
PARA GRUPOS					
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NUCLIDEO 46 CARBONO

GRUPO	NI*FISSAO	TRANSPORTE	ABSORCAO	N/FISSAO	N-2N
1	0.0	0.226361E 01	0.158722E-03	0.0	0.0
2	0.0	0.433292E 01	0.601239E-05	0.0	0.0
3	0.0	0.449959E 01	0.533990E-04	0.0	0.0
4	0.0	0.448742E 01	0.191121E-03	0.0	0.0
5	0.0	0.448874E 01	0.309976E-03	0.0	0.0
6	0.0	0.462991E 01	0.597249E-03	0.0	0.0
7	0.0	0.448289E 01	0.122430E-02	0.0	0.0
8	0.0	0.466359E 01	0.206817E-02	0.0	0.0
9	0.0	0.503486E 01	0.365390E-02	0.0	0.0

SECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS				
	1	2	3	4	5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.196220E 00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.141550E-07	0.136280E 00	0.0	0.0	0.0
4	0.318670E-10	0.0	0.157830E 00	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.489820E 00	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.150720E 01

SECCAO DE CHOQUE TERMICA DE TRANSFERENCIA

PARA GRUPOS	DOS GRUPOS			
	6	7	8	9
6	0.0	0.151250E 00	0.166780E-02	0.571360E-03
7	0.579540E 00	0.0	0.871220E 00	0.335290E 00
8	0.314270E-02	0.295190E 00	0.0	0.684200E 00
9	0.355440E-03	0.383440E-01	0.216630E 00	0.0

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.0
 *KEFF.....=0.116171E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.0
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.578830E 00
 *ETA.....=0.198779E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.832652E 00	0.668839E 01	0.0	0.0
2	0.949036E 00	0.762324E 01	0.0	0.0
3	0.109868E 01	0.882522E 01	0.0	0.0
4	0.111963E 01	0.899360E 01	0.0	0.0

ZONA	R.C.	ETA
1	0.641061E 00	0.198779E 01
2	0.563159E 00	0.198779E 01
3	0.487278E 00	0.198779E 01
4	0.635709E 00	0.198779E 01

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.360000E 03
 *KEFF.....=0.101001E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.172800E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.172800E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.717500E 00
 *ETA.....=0.209380E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.873531E 00	0.701215E 01	0.250600E 05	0.377119E 07
2	0.937301E 00	0.753029E 01	0.267509E 05	0.404985E 07
3	0.101929E 01	0.819647E 01	0.288956E 05	0.440812E 07
4	0.116987E 01	0.939152E 01	0.251634E 05	0.505083E 07

ZONA	R.C.	ETA
1	0.759533E 00	0.209991E 01
2	0.706299E 00	0.209217E 01
3	0.648137E 00	0.208371E 01
4	0.756064E 00	0.209941E 01

*RECARGA.....= 1
*ZONA.....= 1
*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.36000E 03
*TEMPO DE RECARGA(DIAS).....=0.16000E 02
*KEFF DE FIM DE CICLO.....=0.10050E 01
*FATOR DE CARGA.....=0.80000E 00

*RECARGA SEM RECICLO

*FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....=U235 0.425358E 03

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.360000E 03
 *KEFF.....=0.110826E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.172800E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.609740E 00
 *ETA.....=0.205222E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.145098E 01	0.941081E 01	0.0	0.0
2	0.764202E 00	0.488480E 01	0.267509E 05	0.404985E 07
3	0.828694E 00	0.530191E 01	0.288956E 05	0.440812E 07
4	0.956121E 00	0.610681E 01	0.251634E 05	0.505083E 07

ZONA	R.C.	ETA
1	0.384434E 00	0.198710E 01
2	0.745768E 00	0.209144E 01
3	0.686243E 00	0.208269E 01
4	0.796443E 00	0.209888E 01

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.720000E 03
 *KEFF.....=0.100500E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.311039E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.138240E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.723879E 00
 *ETA.....=0.211849E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.124826E 01	0.808557E 01	0.280521E 05	0.434848E 07
2	0.825209E 00	0.528360E 01	0.455207E 05	0.689141E 07
3	0.865111E 00	0.554299E 01	0.484367E 05	0.738919E 07
4	0.106141E 01	0.679216E 01	0.433621E 05	0.870371E 07

ZONA	R.C.	ETA
1	0.518113E 00	0.205364E 01
2	0.822987E 00	0.214941E 01
3	0.783373E 00	0.214138E 01
4	0.854684E 00	0.215582E 01

*RECARGA.....= 2
*ZONA.....= 2
*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.720000E 03
*TEMPO DE RECARGA(DIAS).....=0.160000E 02
*KEFF DE FIM DE CICLO.....=0.100500E 01
*FATOR DE CARGA.....=0.800000E 00

*RECARGA SEM RECICLO

*FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....=U235 0.458801E 03

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.720000E 03
 *KEFF.....=0.111331E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.311039E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.599229E 00
 *ETA.....=0.206083E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.984527E 00	0.633093E 01	0.280521E 05	0.434848E 07
2	0.147398E 01	0.957378E 01	0.0	0.0
3	0.691084E 00	0.439639E 01	0.484367E 05	0.738919E 07
4	0.850408E 00	0.540324E 01	0.433621E 05	0.870371E 07

ZONA	R.C.	ETA
1	0.556505E 00	0.205035E 01
2	0.367646E 00	0.198430E 01
3	0.830810E 00	0.213945E 01
4	0.903663E 00	0.215396E 01

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.108000E 04
 *KEFF.....=0.100500E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.449279E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.138240E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.711498E 00
 *ETA.....=0.211864E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.968893E 00	0.622924E 01	0.496638E 05	0.769862E 07
2	0.128635E 01	0.834042E 01	0.287759E 05	0.448554E 07
3	0.767741E 00	0.490129E 01	0.657156E 05	0.100251E 08
4	0.977020E 00	0.623338E 01	0.600636E 05	0.120561E 08

ZONA	R.C.	ETA
1	0.674289E 00	0.211086E 01
2	0.490912E 00	0.204649E 01
3	0.885984E 00	0.217428E 01
4	0.930266E 00	0.218435E 01

*RECARGA.....= 3
*ZONA.....= 3
*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.108000E 04
*TEMPO DE RECARGA(DIAS).....=0.160000E 02
*KEFF DE FIM DE CICLO.....=0.100500E 01
*FATOR DE CARGA.....=0.800000E 00

*RECARGA SEM RECICLO

*FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....=U235 0.435360E 03

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.108000E 04
 *KEFF.....=0.111192E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.449279E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.595281E 00
 *ETA.....=0.206097E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.789400E 00	0.503843E 01	0.496638E 05	0.769862E 07
2	0.103910E 01	0.668802E 01	0.287759E 05	0.448554E 07
3	0.136754E 01	0.888492E 01	0.0	0.0
4	0.803960E 00	0.509296E 01	0.600636E 05	0.120561E 08

ZONA	R.C.	ETA
1	0.710786E 00	0.210915E 01
2	0.521810E 00	0.204366E 01
3	0.392090E 00	0.198304E 01
4	0.969985E 00	0.218261E 01

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.144000E 04
 *KEFF.....=0.100500E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.587519E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.138240E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.705463E 00
 *ETA.....=0.211696E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.832495E 00	0.532481E 01	0.681377E 05	0.105623E 08
2	0.100627E 01	0.647462E 01	0.511145E 05	0.796764E 07
3	0.122356E 01	0.793197E 01	0.274734E 05	0.426588E 07
4	0.937670E 00	0.597293E 01	0.760672E 05	0.152684E 08

ZONA	R.C.	ETA
1	0.799549E 00	0.215240E 01
2	0.641201E 00	0.210281E 01
3	0.510815E 00	0.204728E 01
4	0.976431E 00	0.219861E 01

*RECARGA.....= 4
*ZCNA.....= 4
*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.144000E 04
*TEMPO DE RECARGA(DIAS).....=0.160000E 02
*KEFF DE FIM DE CICLO.....=0.100500E 01
*FATOR DE CARGA.....=0.800000E 00

*RECARGA SEM RECICLO

*FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....=U235 0.471112E 03

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.144000E 04
 *KEFF.....=0.111618E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.587519E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.567797E 00
 *ETA.....=0.204705E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.694049E 00	0.440260E 01	0.681377E 05	0.105623E 08
2	0.832651E 00	0.531254E 01	0.511145E 05	0.796764E 07
3	0.100455E 01	0.645718E 01	0.274734E 05	0.426588E 07
4	0.146874E 01	0.953201E 01	0.0	0.0

ZONA	R.C.	ETA
1	0.862603E 00	0.214931E 01
2	0.697124E 00	0.209901E 01
3	0.559444E 00	0.204198E 01
4	0.378800E 00	0.197858E 01

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.180000E 04
 *KEFF.....=0.100500E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.725758E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.138240E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.677068E 00
 *ETA.....=0.210595E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.785966E 00	0.500792E 01	0.855122E 05	0.132556E 08
2	0.883815E 00	0.565138E 01	0.706127E 05	0.110070E 08
3	0.100902E 01	0.648498E 01	0.499350E 05	0.775355E 07
4	0.132120E 01	0.856006E 01	0.294736E 05	0.460366E 07

ZONA	R.C.	ETA
1	0.904271E 00	0.217764E 01
2	0.784404E 00	0.214515E 01
3	0.667646E 00	0.210423E 01
4	0.493896E 00	0.204251E 01

*RECARGA.....= 5
*ZCNA.....= 1
*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.180000E 04
*TEMPO DE RECARGA(DIAS).....=0.160000E 02
*KEFF DE FIM DE CICLO.....=0.100500E 01
*FATOR DE CARGA.....=0.800000E 00

*RECARGA SEM RECICLO

*FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....=U235 0.439999E 03

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.180000E 04
 *KEFF.....=0.111572E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.725758E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.568063E 00
 *ETA.....=0.204856E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.137082E 01	0.889937E 01	0.0	0.0
2	0.727909E 00	0.462063E 01	0.706127E 05	0.110070E 08
3	0.827087E 00	0.527650E 01	0.499350E 05	0.775355E 07
4	0.107418E 01	0.690783E 01	0.294736E 05	0.460366E 07

ZONA	R.C.	ETA
1	0.405319E 00	0.197852E 01
2	0.820264E 00	0.214360E 01
3	0.701702E 00	0.210251E 01
4	0.523202E 00	0.203971E 01

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.216000E 04
 *KEFF.....=0.100500E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.863998E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.138240E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.677471E 00
 *ETA.....=0.210705E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.125653E 01	0.813963E 01	0.281709E 05	0.437756E 07
2	0.808507E 00	0.515380E 01	0.883942E 05	0.137787E 08
3	0.879750E 00	0.562539E 01	0.694192E 05	0.107789E 08
4	0.105521E 01	0.678551E 01	0.528371E 05	0.825296E 07

ZONA	R.C.	ETA
1	0.519182E 00	0.204561E 01
2	0.877739E 00	0.217358E 01
3	0.788147E 00	0.214776E 01
4	0.638184E 00	0.210007E 01

*RECARGA.....= 6
*ZONA.....= 2
*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.216000E 04
*TEMPO DE RECARGA(DIAS).....=0.160000E 02
*KEFF DE FIM DE CICLO.....=0.100500E 01
*FATOR DE CARGA.....=0.800000E 00

*RECARGA SEM RECICLO

*FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....=U235 0.444126E 03

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.216000E 04
 *KEFF.....=0.111594E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.863998E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.568411E 00
 *ETA.....=0.204931E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.102410E 01	0.658394E 01	0.281709E 05	0.437756E 07
2	0.138495E 01	0.899175E 01	0.0	0.0
3	0.725740E 00	0.460646E 01	0.694192E 05	0.107789E 08
4	0.865208E 00	0.552218E 01	0.528371E 05	0.825296E 07

ZONA	R.C.	ETA
1	0.548999E 00	0.204303E 01
2	0.401397E 00	0.197858E 01
3	0.823276E 00	0.214623E 01
4	0.670910E 00	0.209829E 01

6 7

MASSA DOS NUCLIDEOS(KILOGRAMAS)

2160.00 DIAS

PARTICULAS DO TIPO A (FERTEIS)

NUCLIDEO	ZONAS DE RECARGA			
	1	2	3	4
1 TH232	0.589291E 04	0.600116E 04	0.568616E 04	0.578659E 04
2 PA233	0.812382E 01	0.0	0.783927E 01	0.797772E 01
3 U233	0.717038E 02	0.0	0.123715E 03	0.108330E 03
4 U234	0.499230E 01	0.0	0.212115E 02	0.131674E 02
5 U235	0.342173E 00	0.0	0.349015E 01	0.161779E 01
6 U236	0.118674E-01	0.0	0.393981E 00	0.117969E 00
7 NP237	0.181377E-03	0.0	0.173641E-01	0.356915E-02
8 PA231	0.191806E-01	0.0	0.279457E-01	0.259444E-01
9 U232	0.106764E-01	0.0	0.472934E-01	0.297982E-01

PARTICULAS DO TIPO B (FISSEIS)

NUCLIDEO	ZONAS DE RECARGA			
	1	2	3	4
10 TH232	0.0	0.0	0.0	0.0
11 PA233	0.0	0.0	0.0	0.0
12 U233	0.0	0.0	0.0	0.0
13 U234	0.0	0.0	0.0	0.0
14 U235	0.0	0.0	0.0	0.0
15 U236	0.0	0.0	0.0	0.0
16 NP237	0.0	0.0	0.0	0.0
17 PA231	0.0	0.0	0.0	0.0
18 U232	0.0	0.0	0.0	0.0
19 U235	0.229982E 03	0.444126E 03	0.620921E 02	0.128652E 03
20 U236	0.374201E 02	0.0	0.597366E 02	0.581251E 02
21 NP237	0.136611E 01	0.0	0.621082E 01	0.418456E 01
22 U238	0.314650E 02	0.338565E 02	0.275026E 02	0.316039E 02
23 NP239	0.196993E-01	0.0	0.172186E-01	0.197863E-01
24 PU239	0.598374E 00	0.0	0.547564E 00	0.628113E 00
25 PU240	0.235724E 00	0.0	0.264096E 00	0.297583E 00
26 PU241	0.171951E 00	0.0	0.294042E 00	0.310320E 00

6	7	ABSORCOES POR NUCLIDEO		2160.00 DIAS
	NUCLIDEO	RAPIDAS	TERMICAS	TOTAL
1	TH232	0.202698E 00	0.110596E 00	0.313294E 00
2	PA233	0.164665E-02	0.268920E-02	0.433584E-02
3	U233	0.223900E-01	0.141032E 00	0.163422E 00
4	U234	0.392731E-02	0.211983E-02	0.604713E-02
5	U235	0.319229E-03	0.218340E-02	0.250263E-02
6	U236	0.266498E-04	0.221173E-05	0.288615E-04
7	NP237	0.119871E-05	0.433435E-05	0.553307E-05
8	PA231	0.447111E-05	0.480081E-04	0.524792E-04
9	U232	0.791948E-05	0.690995E-05	0.148294E-04
10	TH232	0.0	0.0	0.0
11	PA233	0.0	0.0	0.0
12	U233	0.0	0.0	0.0
13	U234	0.0	0.0	0.0
14	U235	0.0	0.0	0.0
15	U236	0.0	0.0	0.0
16	NP237	0.0	0.0	0.0
17	PA231	0.0	0.0	0.0
18	U232	0.0	0.0	0.0
19	U235	0.506570E-01	0.346473E 00	0.397130E 00
20	U236	0.790014E-02	0.655653E-03	0.855579E-02
21	NP237	0.667720E-03	0.241437E-02	0.308209E-02
22	U238	0.558091E-02	0.233172E-03	0.581408E-02
23	NP239	0.448903E-05	0.207594E-05	0.656498E-05
24	PU239	0.117562E-03	0.381649E-02	0.393404E-02
25	PU240	0.225158E-04	0.149502E-02	0.151753E-02
26	PU241	0.871961E-04	0.121116E-02	0.129836E-02
27	ANS	0.246465E-02	0.300933E-02	0.547398E-02
28	XE131	0.254034E-02	0.162706E-02	0.416740E-02
29	CS133	0.316933E-02	0.100135E-02	0.417067E-02
30	MO95	0.113770E-02	0.506403E-03	0.164410E-02
31	TC99	0.150371E-02	0.778054E-03	0.228177E-02
32	RH103	0.841123E-04	0.473457E-02	0.481868E-02
33	NO143	0.442807E-03	0.813736E-02	0.858017E-02
34	ND145	0.150969E-02	0.120146E-02	0.271116E-02
35	PM147	0.348789E-02	0.119858E-02	0.468647E-02
36	PM148	0.100206E-03	0.205723E-02	0.215743E-02
37	SM149	0.121668E-04	0.437069E-02	0.438285E-02
38	SM150	0.481873E-03	0.583191E-03	0.106506E-02
39	SM151	0.114672E-03	0.197419E-02	0.208886E-02
40	SM152	0.128903E-02	0.551949E-03	0.184098E-02
41	EU153	0.562174E-03	0.730819E-03	0.129299E-02
42	EU154	0.577478E-04	0.952272E-03	0.101002E-02
43	EU155	0.438664E-04	0.911815E-03	0.955681E-03
44	XE135	0.228456E-06	0.189548E-01	0.189550E-01
45	SILICIO	0.101795E-03	0.106377E-02	0.116557E-02
46	CARBONO	0.151940E-02	0.139919E-01	0.155113E-01
	TOTAL	0.316681E 00	0.683319E 00	0.100000E 01

6 7		PRODUCED POR NUCLIDEO		2160.00 DIAS
NUCLIDEO		RAPIDAS	TERMICAS	TOTAL
1	TH232	0.145382E-02	0.0	0.145382E-02
2	PA233	0.369042E-04	0.0	0.369042E-04
3	U233	0.416885E-01	0.270499E 00	0.312187E 00
4	U234	0.729244E-04	0.386374E-06	0.733108E-04
5	U235	0.418865E-03	0.382535E-02	0.424422E-02
6	U236	0.344399E-06	0.0	0.344399E-06
7	NP237	0.394603E-07	0.0	0.394603E-07
8	PA231	0.110817E-06	0.460053E-08	0.115418E-06
9	U232	0.102572E-04	0.787683E-05	0.181340E-04
10	TH232	0.0	0.0	0.0
11	PA233	0.0	0.0	0.0
12	U233	0.0	0.0	0.0
13	U234	0.0	0.0	0.0
14	U235	0.0	0.0	0.0
15	U236	0.0	0.0	0.0
16	NP237	0.0	0.0	0.0
17	PA231	0.0	0.0	0.0
18	U232	0.0	0.0	0.0
19	U235	0.664676E-01	0.607027E 00	0.673495E 00
20	U236	0.102095E-03	0.0	0.102095E-03
21	NP237	0.219806E-04	0.0	0.219806E-04
22	U238	0.172840E-04	0.0	0.172840E-04
23	NP239	0.104958E-06	0.0	0.104958E-06
24	PU239	0.176201E-03	0.583083E-02	0.600703E-02
25	PU240	0.173754E-05	0.0	0.173754E-05
26	PU241	0.177515E-03	0.216279E-02	0.234031E-02
27	ANS	0.0	0.0	0.0
28	XE131	0.0	0.0	0.0
29	CS133	0.0	0.0	0.0
30	MO95	0.0	0.0	0.0
31	TC99	0.0	0.0	0.0
32	RH103	0.0	0.0	0.0
33	ND143	0.0	0.0	0.0
34	ND145	0.0	0.0	0.0
35	PM147	0.0	0.0	0.0
36	PM148	0.0	0.0	0.0
37	SM149	0.0	0.0	0.0
38	SM150	0.0	0.0	0.0
39	SM151	0.0	0.0	0.0
40	SM152	0.0	0.0	0.0
41	EU153	0.0	0.0	0.0
42	EU154	0.0	0.0	0.0
43	EU155	0.0	0.0	0.0
44	XE135	0.0	0.0	0.0
45	SILICIO	0.0	0.0	0.0
46	CARBONO	0.0	0.0	0.0
	TOTAL	0.110646E 00	0.889353E 00	0.999999E 00

6 7 FLUXO DE NEUTRONS E CTES DE GRUPO 2160.00 DIAS

FLUXO DE NEUTRONS
(N/BARN*CM)

GRUPO	FLUXO
1	0.341675E-10
2	0.485156E-10
3	0.321622E-10
4	0.968073E-11
5	0.311593E-11
6	0.172828E-10
7	0.390818E-10
8	0.116242E-10
9	0.332930E-11

CONSTANTES DE GRUPO

GRUPO	DIFUSAO	ABSORCAO	N*FISSAO	N-2N
1	0.232501E 01	0.736840E-04	0.699062E-04	0.117169E-05
2	0.121100E 01	0.303682E-03	0.116195E-03	0.0
3	0.114322E 01	0.290951E-02	0.840965E-03	0.0
4	0.116295E 01	0.208818E-02	0.164369E-02	0.0
5	0.116933E 01	0.830698E-03	0.111897E-02	0.0
6	0.112974E 01	0.193492E-02	0.292607E-02	0.0
7	0.115920E 01	0.362079E-02	0.555344E-02	0.0
8	0.110508E 01	0.640234E-02	0.945013E-02	0.0
9	0.101029E 01	0.117055E-01	0.181343E-01	0.0

GRUPO	ESPALHAMENTO
1	0.123505E-01
2	0.853580E-02
3	0.988548E-02
4	0.306719E-01
5	0.943797E-01
6	0.364753E-01
7	0.303284E-01
8	0.681610E-01
9	0.638157E-01

BALANCO DE NEUTRONS

GRUPO	ABSORCAO	FUGA	ESPALHAMENTO FUGA	ESPALHAMENTO FONTE
1	0.570680E-02	0.127532E-01	0.956541E 00	0.0
2	0.333969E-01	0.943210E-02	0.938712E 00	0.956541E 00
3	0.212116E 00	0.590280E-02	0.720694E 00	0.938712E 00
4	0.458228E-01	0.180740E-02	0.673064E 00	0.720694E 00
5	0.586729E-02	0.584935E-03	0.666613E 00	0.673064E 00
6	0.758025E-01	0.313455E-02	0.142896E 01	0.150789E 01
7	0.320763E 00	0.727304E-02	0.268677E 01	0.301482E 01
8	0.168697E 00	0.206223E-02	0.179599E 01	0.196674E 01
9	0.883385E-01	0.539985E-03	0.481601E 00	0.570481E 00

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.252000E 04
 *KEFF.....=0.100500E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.100224E 09
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.138240E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.678077E 00
 *ETA.....=0.210761E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.102213E 01	0.657047E 01	0.509111E 05	0.791121E 07
2	0.126615E 01	0.820257E 01	0.283693E 05	0.441140E 07
3	0.806645E 00	0.514201E 01	0.872292E 05	0.135443E 08
4	0.905074E 00	0.578929E 01	0.727705E 05	0.113665E 08

ZONA	R.C.	ETA
1	0.659690E 00	0.210434E 01
2	0.515595E 00	0.204527E 01
3	0.880459E 00	0.217529E 01
4	0.766439E 00	0.214374E 01

6 7

MASSA DOS NUCLIDEOS(KILOGRAMAS)

2520.00 DIAS

PARTICULAS CO TIPO A (FERTEIS)

NUCLIDEO	ZONAS DE RECARGA			
	1	2	3	4
1 TH232	0.578655E 04	0.589285E 04	0.558354E 04	0.568215E 04
2 PA233	0.119656E 02	0.121847E 02	0.115458E 02	0.117497E 02
3 U233	0.104330E 03	0.676616E 02	0.126412E 03	0.120350E 03
4 U234	0.131724E 02	0.499829E 01	0.287856E 02	0.215751E 02
5 U235	0.161809E 01	0.342721E 00	0.573264E 01	0.358142E 01
6 U236	0.118050E 00	0.118995E-01	0.904232E 00	0.409946E 00
7 NP237	0.357024E-02	0.181900E-03	0.520791E-01	0.182508E-01
8 PA231	0.259295E-01	0.191702E-01	0.285160E-01	0.280955E-01
9 U232	0.298117E-01	0.106839E-01	0.635118E-01	0.486505E-01

PARTICULAS CO TIPO B (FISSEIS)

NUCLIDEO	ZONAS DE RECARGA			
	1	2	3	4
10 TH232	0.0	0.0	0.0	0.0
11 PA233	0.0	0.0	0.0	0.0
12 U233	0.0	0.0	0.0	0.0
13 U234	0.0	0.0	0.0	0.0
14 U235	0.0	0.0	0.0	0.0
15 U236	0.0	0.0	0.0	0.0
16 NP237	0.0	0.0	0.0	0.0
17 PA231	0.0	0.0	0.0	0.0
18 U232	0.0	0.0	0.0	0.0
19 U235	0.120116E 03	0.231961E 03	0.324298E 02	0.671929E 02
20 U236	0.542948E 02	0.377970E 02	0.607144E 02	0.648836E 02
21 NP237	0.390778E 01	0.138019E 01	0.808302E 01	0.678897E 01
22 U238	0.295163E 02	0.317598E 02	0.257994E 02	0.296466E 02
23 NP239	0.184843E-01	0.198892E-01	0.161566E-01	0.185658E-01
24 PU239	0.585982E 00	0.603383E 00	0.513191E 00	0.589674E 00
25 PU240	0.277834E 00	0.237916E 00	0.248382E 00	0.264951E 00
26 PU241	0.289741E 00	0.173628E 00	0.280450E 00	0.318514E 00

6	7	ABSORCOES POR NUCLIDEO		2520.00 DIAS
	NUCLIDEO	RAPIDAS	TERMICAS	TOTAL
1	TH232	0.200867E 00	0.124201E 00	0.325068E 00
2	PA233	0.327477E-02	0.581101E-02	0.908577E-02
3	U233	0.310064E-01	0.219938E 00	0.250944E 00
4	U234	0.684811E-02	0.422956E-02	0.110777E-01
5	U235	0.664372E-03	0.517211E-02	0.583648E-02
6	U236	0.736915E-04	0.695154E-05	0.806430E-04
7	NP237	0.422664E-05	0.167325E-04	0.209592E-04
8	PA231	0.625098E-05	0.751269E-04	0.813779E-04
9	U232	0.138313E-04	0.138029E-04	0.276342E-04
10	TH232	0.0	0.0	0.0
11	PA233	0.0	0.0	0.0
12	U233	0.0	0.0	0.0
13	U234	0.0	0.0	0.0
14	U235	0.0	0.0	0.0
15	U236	0.0	0.0	0.0
16	NP237	0.0	0.0	0.0
17	PA231	0.0	0.0	0.0
18	U232	0.0	0.0	0.0
19	U235	0.266164E-01	0.207207E 00	0.233823E 00
20	U236	0.111084E-01	0.104788E-02	0.121563E-01
21	NP237	0.115020E-02	0.455342E-02	0.570361E-02
22	U238	0.526450E-02	0.249307E-03	0.551380E-02
23	NP239	0.581375E-05	0.305407E-05	0.886783E-05
24	PU239	0.152710E-03	0.561638E-02	0.576909E-02
25	PU240	0.298992E-04	0.212374E-02	0.215364E-02
26	PU241	0.119774E-03	0.189442E-02	0.201420E-02
27	ANS	0.120443E-02	0.580959E-02	0.100140E-01
28	XE131	0.397541E-02	0.290340E-02	0.687881E-02
29	CS133	0.505636E-02	0.181851E-02	0.687486E-02
30	MO95	0.188488E-02	0.948176E-03	0.283306E-02
31	TC99	0.242095E-02	0.142168E-02	0.384263E-02
32	RH103	0.121677E-03	0.746677E-02	0.758845E-02
33	ND143	0.683012E-03	0.142344E-01	0.149174E-01
34	ND145	0.241378E-02	0.217932E-02	0.459310E-02
35	PM147	0.500915E-02	0.196079E-02	0.696994E-02
36	PM148	0.144445E-03	0.337130E-02	0.351575E-02
37	SM149	0.166752E-04	0.684849E-02	0.686517E-02
38	SM150	0.806426E-03	0.110310E-02	0.190953E-02
39	SM151	0.170326E-03	0.336990E-02	0.354023E-02
40	SM152	0.203099E-02	0.992169E-03	0.302316E-02
41	EU153	0.956939E-03	0.140537E-02	0.236231E-02
42	EU154	0.104021E-03	0.192493E-02	0.202895E-02
43	EU155	0.797258E-04	0.188417E-02	0.196390E-02
44	XE135	0.230692E-06	0.221061E-01	0.221063E-01
45	SILICIO	0.102122E-03	0.121404E-02	0.131617E-02
46	CARBONO	0.152371E-02	0.159685E-01	0.174922E-01
	TOTAL	0.318911E 00	0.681089E 00	0.100000E 01

6	7	PRODUCCIONES POR NUCLIDEO		2520.00 DIAS
	NUCLIDEO	RAPIDAS	TERMICAS	TOTAL
1	TH232	0.158546E-02	0.0	0.158546E-02
2	PA233	0.812257E-04	0.0	0.812257E-04
3	U233	0.639958E-01	0.467993E 00	0.531988E 00
4	U234	0.140965E-03	0.848077E-06	0.141813E-03
5	U235	0.966483E-03	0.100449E-01	0.110114E-01
6	U236	0.105449E-05	0.0	0.105449E-05
7	NP237	0.153760E-06	0.0	0.153760E-06
8	PA231	0.171313E-06	0.789670E-08	0.179210E-06
9	U232	0.198579E-04	0.174265E-04	0.372843E-04
10	TH232	0.0	0.0	0.0
11	PA233	0.0	0.0	0.0
12	U233	0.0	0.0	0.0
13	U234	0.0	0.0	0.0
14	U235	0.0	0.0	0.0
15	U236	0.0	0.0	0.0
16	NP237	0.0	0.0	0.0
17	PA231	0.0	0.0	0.0
18	U232	0.0	0.0	0.0
19	U235	0.387197E-01	0.402423E 00	0.441143E 00
20	U236	0.158955E-03	0.0	0.158955E-03
21	NP237	0.418428E-04	0.0	0.418428E-04
22	U238	0.180067E-04	0.0	0.180067E-04
23	NP239	0.150262E-06	0.0	0.150262E-06
24	PU239	0.253648E-03	0.951422E-02	0.976787E-02
25	PU240	0.253888E-05	0.0	0.253888E-05
26	PU241	0.270151E-03	0.375048E-02	0.402063E-02
27	ANS	0.0	0.0	0.0
28	XE131	0.0	0.0	0.0
29	CS133	0.0	0.0	0.0
30	MO95	0.0	0.0	0.0
31	TC99	0.0	0.0	0.0
32	RH103	0.0	0.0	0.0
33	ND143	0.0	0.0	0.0
34	ND145	0.0	0.0	0.0
35	PM147	0.0	0.0	0.0
36	PM148	0.0	0.0	0.0
37	SM149	0.0	0.0	0.0
38	SM150	0.0	0.0	0.0
39	SM151	0.0	0.0	0.0
40	SM152	0.0	0.0	0.0
41	EU153	0.0	0.0	0.0
42	EU154	0.0	0.0	0.0
43	EU155	0.0	0.0	0.0
44	XE135	0.0	0.0	0.0
45	SILICIO	0.0	0.0	0.0
46	CARBONO	0.0	0.0	0.0
	TOTAL	0.106256E 00	0.893743E 00	0.999999E 00

6 7 FLUXO DE NEUTRONS E CTES DE GRUPO 2520.00 DIAS

FLUXO DE NEUTRONS
(N/BARN*CM)

GRUPO	FLUXO
1	0.382208E-10
2	0.543492E-10
3	0.362762E-10
4	0.108103E-10
5	0.347626E-11
6	0.206637E-10
7	0.496099E-10
8	0.150430E-10
9	0.439477E-11

CONSTANTES DE GRUPO

GRUPO	DIFUSAO	ABSORCAO	N*FISSAO	N-2N
1	0.232449E 01	0.709441E-04	0.64090CE-04	0.114599E-05
2	0.121100E 01	0.290852E-03	0.938286E-04	0.0
3	0.114361E 01	0.282205E-02	0.670879E-03	0.0
4	0.116064E 01	0.241887E-02	0.156337E-02	0.0
5	0.116900E 01	0.920129E-03	0.112263E-02	0.0
6	0.112897E 01	0.212350E-02	0.300452E-02	0.0
7	0.116130E 01	0.307605E-02	0.431819E-02	0.0
8	0.110852E 01	0.543890E-02	0.716222E-02	0.0
9	0.101638E 01	0.968493E-02	0.134544E-01	0.0

GRUPO	ESPALHAMENTO
1	0.123509E-01
2	0.853604E-02
3	0.988572E-02
4	0.306724E-01
5	0.943812E-01
6	0.364753E-01
7	0.303284E-01
8	0.681610E-01
9	0.638157E-01

BALANCO DE NEUTRONS

GRUPO	ABSORCAO	FUGA	ESPALHAMENTO FUGA	ESPALHAMENTO FONTE
1	0.549562E-02	0.127528E-01	0.956753E 00	0.0
2	0.320380E-01	0.944745E-02	0.940267E 00	0.956753E 00
3	0.207485E 00	0.595494E-02	0.726828E 00	0.940267E 00
4	0.529973E-01	0.180101E-02	0.672029E 00	0.726828E 00
5	0.648278E-02	0.583313E-03	0.664964E 00	0.672029E 00
6	0.889328E-01	0.334864E-02	0.152759E 01	0.161987E 01
7	0.309288E 00	0.826971E-02	0.304943E 01	0.336701E 01
8	0.165823E 00	0.239362E-02	0.207812E 01	0.224632E 01
9	0.862648E-01	0.641163E-03	0.568415E 00	0.655322E 00

STOP 0

2000.0 MW(TH)

BALANCO DE MASSAS(KGS)

C/TH = 250.0

RECARGA.....
 ZCNA.....
 TEMPO(DIAS)..

1	2	3
1	2	3
360.0	720.0	1080.0

NUCLIDEOS	RETIRADO	COLOCADO	RETIRADO	COLOCADO	RETIRADO	COLOCADO
TIPO A						
1 TH232	0.586800E 04	0.600116E 04	0.576275E 04	0.600116E 04	0.566179E 04	0.600116E 04
2 PA233	0.150217E 02	0.^	0.117995E 02	0.0	0.113417E 02	0.0
3 U233	0.743509E 02	0.^	0.104948E 03	0.0	0.117550E 03	0.0
4 U234	0.753994E 01	0.^	0.159868E 02	0.0	0.238104E 02	0.0
5 U235	0.618876E 00	0.^	0.214344E 01	0.0	0.413287E 01	0.0
6 U236	0.291357E-01	0.^	0.191797E 00	0.0	0.547964E 00	0.0
7 NP237	0.524082E-03	0.^	0.626704E-02	0.0	0.256761E-01	0.0
8 PA231	0.187144E-01	0.^	0.234019E-01	0.0	0.255003E-01	0.0
9 U232	0.144559E-01	0.^	0.324835E-01	0.0	0.489051E-01	0.0
TIPO B						
RECICLADO						
10 TH232	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
11 PA233	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
12 U233	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
13 U234	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
14 U235	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
15 U236	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
16 NP237	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
17 PA231	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
18 U232	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
ALIMENTACAO						
19 U235	0.103390E 03	0.425359E 03	0.586122E 02	0.458801E 03	0.349460E 02	0.435360E 03
20 U236	0.253608E 02	0.^	0.372939E 02	0.0	0.460346E 02	0.0
21 NP237	0.109468E 01	0.^	0.287580E 01	0.0	0.497610E 01	0.0
22 U238	0.176887E 02	0.724258E 02	0.189766E 02	0.349752E 02	0.206882E 02	0.331882E 02
23 NP239	0.130804E-01	0.^	0.112617E-01	0.0	0.121885E-01	0.0
24 PU239	0.291814E 00	0.^	0.329929E 00	0.0	0.376711E 00	0.0
25 PU240	0.133644E 00	0.^	0.162993E 00	0.0	0.184962E 00	0.0
26 PU241	0.114233E 00	0.^	0.169728E 00	0.0	0.200137E 00	0.0

2000.0 MW(TH)

BALANCO DE MASSAS(KGS)

C/TH = 250.0

RECARGA.....
ZCNA.....
TEMPO(DIAS)..

4	5	6
4	1	2
1440.0	1800.0	2160.0

NUCLIDEOS	RETIRADO	COLOCADO	RETIRADO	COLOCADO	RETIRADO	COLOCADO
TIPO A						
1 TH232	0.741804E 04	0.600116E 04	0.558713E 04	0.600116E 04	0.558354E 04	0.600116E 04
2 PA233	0.147190E 02	0.0	0.115476E 02	0.0	0.115458E 02	0.0
3 U233	0.163800E 03	0.0	0.124670E 03	0.0	0.126412E 03	0.0
4 U234	0.407952E 02	0.0	0.284883E 02	0.0	0.287897E 02	0.0
5 U235	0.833446E 01	0.0	0.565637E 01	0.0	0.573265E 01	0.0
6 U236	0.148455E 01	0.0	0.898078E 00	0.0	0.904232E 00	0.0
7 NP237	0.889853E-01	0.0	0.517254E-01	0.0	0.520792E-01	0.0
8 PA231	0.350873E-01	0.0	0.278175E-01	0.0	0.285160E-01	0.0
9 U232	0.838466E-01	0.0	0.608583E-01	0.0	0.635118E-01	0.0
TIPO B						
RECICLADO						
10 TH232	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11 PA233	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 U233	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13 U234	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14 U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15 U236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16 NP237	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17 PA231	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18 U232	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALIMENTACAO						
19 U235	0.185925E 02	0.471112E 03	0.297199E 02	0.439999E 03	0.324297E 02	0.444126E 03
20 U236	0.467083E 02	0.0	0.592211E 02	0.0	0.607144E 02	0.0
21 NP237	0.631363E 01	0.0	0.778821E 01	0.0	0.808302E 01	0.0
22 U238	0.198462E 02	0.359137E 02	0.253801E 02	0.335419E 02	0.257994E 02	0.338565E 02
23 NP239	0.116547E-01	0.0	0.158900E-01	0.0	0.161566E-01	0.0
24 PU239	0.369194E 00	0.0	0.503590E 00	0.0	0.513190E 00	0.0
25 PU240	0.181072E 00	0.0	0.240973E 00	0.0	0.248382E 00	0.0
26 PU241	0.198834E 00	0.0	0.267549E 00	0.0	0.280450E 00	0.0

BALANCO DO MATERIAL FISSIL DE ALIMENTACAO

CARGA INICIAL

ZN	NUCL	QUANTIDADE (KGS)	ENRIQUECIMENTO
1	U235	250.054	0.930
2	U235	285.061	0.930
3	U235	330.071	0.930
4	U235	336.241	0.930
SUB-TOTAL		1201.427	

RECARGAS DE TRANSICAO

REC	ZN	NUCL	QUANTIDADE (KGS)	ENRIQ. FISSIL		
			COLOCADO	RETIRADO		
			COLOCADO	RETIRADO		
1	1	U235	425.359	103.390	0.93	0.71
2	2	U235	458.801	58.612	0.93	0.51
3	3	U235	435.360	34.946	0.93	0.35
4	4	U235	471.112	18.592	0.93	0.22
5	1	U235	439.999	29.720	0.93	0.26
6	2	U235	444.126	32.430	0.93	0.27
SUB-TOTAL			2674.756	277.690		
ACUMULATIVO			3876.183	277.690		

RECARGAS DE EQUILIBRIO

		QUANTIDADE (KGS)	ENRIQ. FISSIL		
		COLOCADO	RETIRADO		
		COLOCADO	RETIRADO		
34	RECARGAS	444.126	32.430	0.93	0.27
SUB-TOTAL		15100.281	1102.609		
TOTAL		18976.461	1380.300		

BALANÇO DO MATERIAL FISSIL DE RECÍCLO

RECARGAS DE TRANSIÇÃO

			QUANTIDADE (KGS)	
REC	ZN	NUCL	COLOCADO	RETIRADO
1	1	U233	0.0	74.351
2	2	U233	0.0	104.948
3	3	U233	0.0	117.550
4	4	U233	0.0	163.800
5	1	U233	0.0	124.670
6	2	U233	0.0	126.412
SUB-TOTAL			0.0	711.730

RECARGAS DE EQUILÍBRIO

		QUANTIDADE (KGS)	
34 RECARGAS		COLOCADO	RETIRADO
		0.0	126.412
	SUB-TOTAL	0.0	4298.004
	TOTAL	0.0	5009.734

123

CASO - 2

*CARACTERISTICAS GERAIS

*DIAMETRO DO NUCLEO(CM).....= 707.14
 *ALTURA DO NUCLEO(CM).....= 633.98
 *RAZAO C/TH.....= 250.00
 *POTENCIA TERMICA NOMINAL(MW).....= 2000.00
 *FATOR DE CARGA.....= 1.00
 *TEMPO TOTAL DE OPERACAO(ANOS).....= 40.00
 *TEMPO ENTRE RECARGAS(DIAS).....= 360.00
 *TEMPO DE RECARGA(DIAS).....= 16.00
 *NUMERO DE ZONAS DE RECARGA.....= 4
 *NUMERO TOTAL DE RECARGAS.....= 6
 *VOLUMES DAS ZONAS DE RECARGA(CM3)..<=

V(1) =0.622463E 08
 V(2) =0.622463E 08
 V(3) =0.622463E 08
 V(4) =0.622463E 08

*CARACTERISTICAS DE RECICLO

*INICIO NA RECARGA.....= 2
 *PERIODO.....= 1
 *MATERIAL RECICLADO.....=U233
 *TEMPO DE RECUPERACAO(DIAS).....= 300.00
 *TEMPO DE ESPERA(DIAS).....= 210.00
 *PERDAS DE PROCESSAMENTO.....= 0.01
 *PERDAS DE FABRICACAO.....= 0.0

*PARAMETROS NUCLEARES

*NUMERO DE GRUPOS DE ENERGIA.....= 9
 *GRUPOS RAPIDOS.....= 5

*ESPECTRO DE FISSAO E BUCKLING

GRUPO	ESPECTRO	BUCKLING
1	0.975000E 00	0.708733E-04
2	0.250000E-01	0.708733E-04
3	0.0	0.708733E-04
4	0.0	0.708733E-04
5	0.0	0.708733E-04
6	0.0	0.708733E-04
7	0.0	0.708733E-04
8	0.0	0.708733E-04
9	0.0	0.708733E-04

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.0
 *KEFF.....=0.116171E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.0
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.578830E 00
 *ETA.....=0.198779E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.832652E 00	0.66 ^a 839E 01	0.0	0.0
2	0.949036E 00	0.767324E 01	0.0	0.0
3	0.109868E 01	0.887522E 01	0.0	0.0
4	0.111963E 01	0.89 ^a 360E 01	0.0	0.0

ZONA	R.C.	FTA
1	0.641061E 00	0.19 ^a 779E 01
2	0.563159E 00	0.19 ^a 779E 01
3	0.487278E 00	0.19 ^a 779E 01
4	0.635709E 00	0.19 ^a 779E 01

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.360000E 03
 *KEFF.....=0.101001E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.172800E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.172800E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.717500E 00
 *ETA.....=0.209380E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.873551E 00	0.701215E 01	0.250600E 05	0.377119E 07
2	0.937301E 00	0.757029E 01	0.267509E 05	0.404985E 07
3	0.101929E 01	0.819647E 01	0.288956E 05	0.440812E 07
4	0.116987E 01	0.939152E 01	0.251634E 05	0.505083E 07

ZONA	R.C.	FTA
1	0.759533E 00	0.209991E 01
2	0.706299E 00	0.20 ^a 217E 01
3	0.648137E 00	0.20 ^a 371E 01
4	0.756064E 00	0.209941E 01

*RECARGA.....= 1
*ZONA.....= 1
*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.36000E 03
*TEMPO DE RECARGA(DIAS).....=0.16000E 02
*KEFF DE FIM DE CICLO.....=0.10050E 01
*FATOR DE CARGA.....=0.80000E 00

*RECARGA SEM RECICLO

*FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....=U235 0.425358E 03

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.360000E 03
 *KEFF.....=0.110826E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.172800E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.609740E 00
 *ETA.....=0.205222E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.145098E 01	0.941081E 01	0.0	0.0
2	0.764222E 00	0.488480E 01	0.267509E 05	0.404985E 07
3	0.828674E 00	0.537191E 01	0.288956E 05	0.440812E 07
4	0.956171E 00	0.617681E 01	0.251634E 05	0.505083E 07

ZONA	R.C.	FTA
1	0.384434E 00	0.197710E 01
2	0.745768E 00	0.209144E 01
3	0.686243E 00	0.207269E 01
4	0.796443E 00	0.207888E 01

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.720000E 03
 *KEFF.....=0.100500E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.311039E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.138240E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.723870E 00
 *ETA.....=0.211849E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.124826E 01	0.807557E 01	0.280521E 05	0.434848E 07
2	0.825209E 00	0.527360E 01	0.455207E 05	0.689141E 07
3	0.865111E 00	0.554299E 01	0.484367E 05	0.738919E 07
4	0.106141E 01	0.677216E 01	0.433621E 05	0.870371E 07

ZONA	R.C.	FTA
1	0.518113E 00	0.207364E 01
2	0.822987E 00	0.214941E 01
3	0.783373E 00	0.214138E 01
4	0.854684E 00	0.217582E 01

*RECARGA..... = 2
*ZONA..... = 2
*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.720000E 03
*TEMPO DE RECARGA(DIAS).....=0.160000E 02
*KEFF DE FIM DE CICLO.....=0.100500E 01
*FATOR DE CARGA.....=0.800000E 00

*RECARGA COM RECICLO

*FISSIL DE RECICLO INSUFICIENTE
*QUANTIDADE DISPONIVEL(KGS).....=U233 0.884298E 02
*FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....=U235 0.340086E 03

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.72000E 03
 *KEFF.....=0.111831E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.311039E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.608888E 00
 *ETA.....=0.208324E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.984467E 00	0.634728E 01	0.280521E 05	0.434848E 07
2	0.147494E 01	0.953726E 01	0.0	0.0
3	0.690719E 00	0.447562E 01	0.484367E 05	0.738919E 07
4	0.849845E 00	0.541418E 01	0.433621E 05	0.870371E 07

ZONA	R.C.	ETA
1	0.555477E 00	0.205058E 01
2	0.388671E 00	0.204127E 01
3	0.829651E 00	0.213963E 01
4	0.902479E 00	0.215414E 01

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.108000E 04
 *KEFF.....=0.100499E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.449279E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.138240E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.723951E 00
 *ETA.....=0.213282E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.972657E 00	0.626252E 01	0.497793E 05	0.771651E 07
2	0.127536E 01	0.824471E 01	0.285209E 05	0.443407E 07
3	0.770890E 00	0.497858E 01	0.658117E 05	0.100398E 08
4	0.981095E 00	0.626852E 01	0.601578E 05	0.120750E 08

ZONA	R.C.	ETA
1	0.673864E 00	0.211126E 01
2	0.522841E 00	0.208693E 01
3	0.885203E 00	0.217457E 01
4	0.929381E 00	0.218462E 01

*RECARGA.....= 3
*ZONA.....= 3
*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.108000E 04
*TEMPO DE RECARGA(DIAS).....=0.160000E 02
*KEFF DE FIM DE CICLO.....=0.100500E 01
*FATOR DE CARGA.....=0.800000E 00

*RECARGA COM RECICLO

*FISSIL DE RECICLO INSUFICIENTE
*QUANTIDADE DISPONIVEL(KGS).....=U233 0.115542E 03
*FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....=U235 0.283324E 03

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.108000E 04
 *KEFF.....=0.111982E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.449279E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.615378E 00
 *ETA.....=0.210061E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.788429E 00	0.505479E 01	0.497793E 05	0.771651E 07
2	0.102776E 01	0.661571E 01	0.285209E 05	0.443407E 07
3	0.138092E 01	0.897485E 01	0.0	0.0
4	0.802877E 00	0.517898E 01	0.601578E 05	0.120750E 08

ZONA	R.C.	ETA
1	0.710044E 00	0.217971E 01
2	0.553838E 00	0.207465E 01
3	0.418866E 00	0.206221E 01
4	0.969062E 00	0.217307E 01

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.144000E 04
 *KEFF.....=0.100500E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.587519E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.138240E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.729599E 00
 *ETA.....=0.214211E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.837024E 00	0.536692E 01	0.683993E 05	0.106029E 08
2	0.100229E 01	0.644967E 01	0.508322E 05	0.790275E 07
3	0.121713E 01	0.786240E 01	0.273129E 05	0.422846E 07
4	0.943557E 00	0.607533E 01	0.763018E 05	0.153154E 08

ZONA	R.C.	ETA
1	0.799599E 00	0.215314E 01
2	0.674494E 00	0.217945E 01
3	0.552571E 00	0.217291E 01
4	0.975561E 00	0.219906E 01

*RECARGA.....= 4
*ZONA.....= 4
*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.144000E 04
*TEMPO DE RECARGA(DIAS).....=0.160000E 02
*KEFF DE FIM DE CICLO.....=0.100500E 01
*FATOR DE CARGA.....=0.800000E 00

*RECARGA COM RECICLO

*FISSIL DE RECICLO INSUFICIENTE
*QUANTIDADE DISPONIVEL(KGS).....=U233 0.127487E 03
*FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....=U235 0.301630E 03

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.144000E 04
 *KEFF.....=0.112559E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.587519E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.597562E 00
 *ETA.....=0.209876E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.692750E 00	0.441916E 01	0.683993E 05	0.106029E 08
2	0.825289E 00	0.529312E 01	0.508322E 05	0.790275E 07
3	0.997057E 00	0.647705E 01	0.273129E 05	0.422846E 07
4	0.148470E 01	0.959501E 01	0.0	0.0

ZONA	R.C.	ETA
1	0.862852E 00	0.215027E 01
2	0.731459E 00	0.217608E 01
3	0.602164E 00	0.209883E 01
4	0.406434E 00	0.209117E 01

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.180000E 04
 *KEFF.....=0.100500E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.725758E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.138240E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.711377E 00
 *ETA.....=0.213892E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.791449E 00	0.505816E 01	0.859481E 05	0.133232E 08
2	0.888228E 00	0.569207E 01	0.705227E 05	0.109640E 08
3	0.100702E 01	0.647187E 01	0.497953E 05	0.770908E 07
4	0.131331E 01	0.848223E 01	0.293087E 05	0.456181E 07

ZONA	R.C.	ETA
1	0.904647E 00	0.217860E 01
2	0.811250E 00	0.216072E 01
3	0.711103E 00	0.213998E 01
4	0.538146E 00	0.219089E 01

*RECARGA.....= 5
*ZONA.....= 1
*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.18000E 04
*TEMPO DE RECARGA(DIAS).....=0.16000E 02
*KEFF DE FIM DE CICLO.....=0.10050E 01
*FATOR DE CARGA.....=0.80000E 00

*RECARGA COM RECICLO

*FISSIL DE RECICLO INSUFICIENTE
*QUANTIDADE DISPONIVEL(KGS).....=U233 0.176416E 03
*FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....=U235 0.202556E 03

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.18000E 04
 *KEFF.....=0.11276E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.72575E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.61176E 00
 *ETA.....=0.21193E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.138649E 01	0.893519E 01	0.0	0.0
2	0.727089E 00	0.464649E 01	0.705227E 05	0.109640E 08
3	0.821637E 00	0.526548E 01	0.497953E 05	0.770908E 07
4	0.106478E 01	0.685716E 01	0.293087E 05	0.456181E 07

ZONA	R.C.	FTA
1	0.451210E 00	0.216367E 01
2	0.846607E 00	0.215937E 01
3	0.744736E 00	0.217852E 01
4	0.567152E 00	0.209890E 01

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.21600E 04
 *KEFF.....=0.10049E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.86399E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.13824E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.72659E 00
 *ETA.....=0.21519E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.123918E 01	0.798609E 01	0.277889E 05	0.429498E 07
2	0.820401E 00	0.525111E 01	0.886878E 05	0.137881E 08
3	0.887714E 00	0.569280E 01	0.695713E 05	0.107707E 08
4	0.105270E 01	0.677433E 01	0.527160E 05	0.820509E 07

ZONA	R.C.	FTA
1	0.589598E 00	0.217307E 01
2	0.894648E 00	0.219157E 01
3	0.822295E 00	0.216818E 01
4	0.685243E 00	0.217833E 01

*RECARGA COM RECICLO
 *FISSIL DE RECICLO INSUFICIENTE
 *QUANTIDADE DISPONIVEL(KGS).....=U233
 *FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....=U235
 0.134549E 03
 0.266541E 03

*RECARGA.....= 6
 *ZONA.....= 2
 *TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.216000E 04
 *TEMPO DE RECARGA(DIAS).....=0.160000E 02
 *KEFF DE FIM DE CICLO.....=0.100500E 01
 *FATOR DE CARGA.....=0.800000E 00

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.216000E 04
 *KEFF.....=0.112636E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.863998E 08
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.0
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.614208E 00
 *ETA.....=0.211694E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.100482E 01	0.644705E 01	0.277889E 05	0.429498E 07
2	0.141374E 01	0.914103E 01	0.0	0.0
3	0.725354E 00	0.467131E 01	0.695713E 05	0.107707E 08
4	0.856110E 00	0.549495E 01	0.527160E 05	0.820509E 07

ZONA	R.C.	ETA
1	0.620590E 00	0.217112E 01
2	0.430837E 00	0.207136E 01
3	0.858756E 00	0.217663E 01
4	0.719236E 00	0.217667E 01

6 1

MASSA DOS NUCLIDEOS(KILOGRAMAS)

2160.00 DIAS

PARTICULAS DO TIPO A (FERTEIS)

NUCLIDEO		ZONAS DE RECARGA			
		1	2	3	4
1	TH232	0.589171E 04	0.60116E 04	0.568375E 04	0.578465E 04
2	PA233	0.823355E 01	0.0	0.794339E 01	0.808440E 01
3	U233	0.720880E 02	0.0	0.123410E 03	0.108357E 03
4	U234	0.508748E 01	0.0	0.214348E 02	0.133525E 02
5	U235	0.349813E 00	0.0	0.351716E 01	0.16409E 01
6	U236	0.123558E-01	0.0	0.404002E 00	0.121754E 00
7	NP237	0.188773E-03	0.0	0.177553E-01	0.367679E-02
8	PA231	0.190583E-01	0.0	0.276057E-01	0.256754E-01
9	U232	0.108088E-01	0.0	0.474671E-01	0.300665E-01

PARTICULAS DO TIPO B (FISSEIS)

NUCLIDEO		ZONAS DE RECARGA			
		1	2	3	4
10	TH232	0.0	0.0	0.0	0.0
11	PA233	0.0	0.0	0.0	0.0
12	U233	0.822583E 02	0.134549E 03	0.118820E 02	0.278325E 02
13	U234	0.395695E 02	0.287145E 02	0.206451E 02	0.262188E 02
14	U235	0.949280E 01	0.508898E 01	0.701115E 01	0.776105E 01
15	U236	0.976349E 00	0.0	0.209900E 01	0.153332E 01
16	NP237	0.304397E-01	0.0	0.161139E 00	0.856524E-01
17	PA231	0.0	0.0	0.0	0.0
18	U232	0.478265E-03	0.0	0.369868E-03	0.435942E-03
19	U235	0.104398E 03	0.264541E 03	0.392199E 02	0.804733E 02
20	U236	0.174342E 02	0.0	0.389828E 02	0.374397E 02
21	NP237	0.637120E 00	0.0	0.404770E 01	0.269419E 01
22	U238	0.144838E 02	0.207189E 02	0.178959E 02	0.202319E 02
23	NP239	0.910887E-02	0.0	0.112547E-01	0.127239E-01
24	PU239	0.270433E 00	0.0	0.348834E 00	0.393745E 00
25	PU240	0.108691E 00	0.0	0.171081E 00	0.189792E 00
26	PU241	0.792260E-01	0.0	0.188132E 00	0.196065E 00

6	7	ARSORCOES POR NUCLIDEO		2160.00 DIAS
	NUCLIDEO	RAPIDAS	TERMICAS	TOTAL
1	TH232	0.203464E 00	0.113044E 00	0.316508E 00
2	PA233	0.166529E-02	0.273576E-02	0.440104E-02
3	U233	0.223800E-01	0.143626E 00	0.166006E 00
4	U234	0.396242E-02	0.219694E-02	0.615936E-02
5	U235	0.322813E-03	0.225668E-02	0.257950E-02
6	U236	0.273091E-04	0.232005E-05	0.296292E-04
7	NP237	0.122700E-05	0.447096E-05	0.569796E-05
8	PA231	0.442204E-05	0.482603E-04	0.526823E-04
9	U232	0.795528E-05	0.711807E-05	0.150733E-04
10	TH232	0.0	0.0	0.0
11	PA233	0.0	0.0	0.0
12	U233	0.188937E-01	0.121252E 00	0.140146E 00
13	U234	0.114424E-01	0.67419E-02	0.177866E-01
14	U235	0.172067E-02	0.120287E-01	0.137493E-01
15	U236	0.233737E-03	0.198572E-04	0.253594E-03
16	NP237	0.157331E-04	0.573281E-04	0.730612E-04
17	PA231	0.0	0.0	0.0
18	U232	0.115710E-06	0.103533E-06	0.219243E-06
19	U235	0.287598E-01	0.201050E 00	0.229810E 00
20	U236	0.476322E-02	0.404661E-03	0.516788E-02
21	NP237	0.418765E-03	0.152590E-02	0.194466E-02
22	U238	0.327129E-02	0.139540E-03	0.341083E-02
23	NP239	0.261742E-05	0.123742E-05	0.385484E-05
24	PU239	0.671306E-04	0.222390E-02	0.229104E-02
25	PU240	0.133123E-04	0.880537E-03	0.893849E-03
26	PU241	0.519689E-04	0.738894E-03	0.790863E-03
27	ANS	0.263080E-02	0.327237E-02	0.590317E-02
28	XE131	0.263785E-02	0.173407E-02	0.437192E-02
29	CS133	0.302280E-02	0.978491E-03	0.400129E-02
30	MO95	0.114520E-02	0.513942E-03	0.164914E-02
31	TC99	0.141249E-02	0.747685E-03	0.216017E-02
32	RH103	0.742891E-04	0.419941E-02	0.427369E-02
33	ND143	0.442415E-03	0.828948E-02	0.873189E-02
34	ND145	0.146687E-02	0.119204E-02	0.265891E-02
35	PM147	0.336778E-02	0.118656E-02	0.455434E-02
36	PM148	0.952941E-04	0.200217E-02	0.209747E-02
37	SM149	0.113509E-04	0.417538E-02	0.418673E-02
38	SM150	0.457519E-03	0.563294E-03	0.102081E-02
39	SM151	0.104021E-03	0.187498E-02	0.198100E-02
40	SM152	0.122519E-02	0.538740E-03	0.176393E-02
41	EU153	0.534028E-03	0.708892E-03	0.124292E-02
42	EU154	0.548844E-04	0.919632E-03	0.974516E-03
43	EU155	0.414900E-04	0.882675E-03	0.924165E-03
44	XE135	0.220739E-06	0.189150E-01	0.189153E-01
45	SILICIO	0.598909E-04	0.639685E-03	0.699576E-03
46	CARBONO	0.151898E-02	0.142933E-01	0.158123E-01
	TOTAL	0.321784E 00	0.678216E 00	0.100000E 01

6 7		PRODUCCIONES POR NUCLIDEO		2160.00 DIAS
NUCLIDEO		RAPIDAS	TERMICAS	TOTAL
1	TH232	0.144111E-02	0.0	0.144111E-02
2	PA233	0.370800E-04	0.0	0.370800E-04
3	U233	0.412784E-01	0.272949E 00	0.314227E 00
4	U234	0.731889E-04	0.395443E-06	0.735844E-04
5	U235	0.419681E-03	0.391629E-02	0.433597E-02
6	U236	0.350788E-06	0.0	0.350788E-06
7	NP237	0.400624E-07	0.0	0.400624E-07
8	PA231	0.108775E-06	0.456252E-08	0.113337E-06
9	U232	0.102064E-04	0.803437E-05	0.182408E-04
10	TH232	0.0	0.0	0.0
11	PA233	0.0	0.0	0.0
12	U233	0.348481E-01	0.230429E 00	0.265277E 00
13	U234	0.211351E-03	0.114194E-05	0.212493E-03
14	U235	0.223700E-02	0.208748E-01	0.231118E-01
15	U236	0.300237E-05	0.0	0.300237E-05
16	NP237	0.513693E-06	0.0	0.513693E-06
17	PA231	0.0	0.0	0.0
18	U232	0.148453E-06	0.116861E-06	0.265314E-06
19	U235	0.373899E-01	0.348907E 00	0.386297E 00
20	U236	0.611840E-04	0.0	0.611840E-04
21	NP237	0.136729E-04	0.0	0.136729E-04
22	U238	0.100444E-04	0.0	0.100444E-04
23	NP239	0.607230E-07	0.0	0.607230E-07
24	PU239	0.996485E-04	0.336587E-02	0.346552E-02
25	PU240	0.101446E-05	0.0	0.101446E-05
26	PU241	0.104748E-03	0.130702E-02	0.141177E-02
27	ANS	0.0	0.0	0.0
28	XE131	0.0	0.0	0.0
29	CS133	0.0	0.0	0.0
30	MO95	0.0	0.0	0.0
31	TC99	0.0	0.0	0.0
32	RH103	0.0	0.0	0.0
33	ND143	0.0	0.0	0.0
34	ND145	0.0	0.0	0.0
35	PM147	0.0	0.0	0.0
36	PM148	0.0	0.0	0.0
37	SM149	0.0	0.0	0.0
38	SM150	0.0	0.0	0.0
39	SM151	0.0	0.0	0.0
40	SM152	0.0	0.0	0.0
41	EU153	0.0	0.0	0.0
42	EU154	0.0	0.0	0.0
43	EU155	0.0	0.0	0.0
44	XE135	0.0	0.0	0.0
45	SILICIO	0.0	0.0	0.0
46	CARBONO	0.0	0.0	0.0
TOTAL		0.118240E 00	0.881759E 00	0.999999E 00

6 7 FLUXO DE NEUTRONS E CTES DE GRUPO 2160.00 DIAS

FLUXO DE NEUTRONS
(N/BARN*CM)

GRUPO	FLUXO
1	0.341161E-10
2	0.484266E-10
3	0.322310E-10
4	0.960464E-11
5	0.308677E-11
6	0.171900E-10
7	0.397510E-10
8	0.119168E-10
9	0.344443E-11

CONSTANTES DE GRUPO

GRUPO	DIFUSAO	ABSORCAO	N*FISSAO	N-2N
1	0.232684E-01	0.748599E-04	0.739621E-04	0.116807E-05
2	0.121138E-01	0.300009E-03	0.116818E-03	0.0
3	0.114383E-01	0.285817E-02	0.832932E-03	0.0
4	0.116177E-01	0.241857E-02	0.199157E-02	0.0
5	0.116915E-01	0.974739E-03	0.144703E-02	0.0
6	0.112872E-01	0.235074E-02	0.388225E-02	0.0
7	0.116040E-01	0.342517E-02	0.525839E-02	0.0
8	0.110686E-01	0.601859E-02	0.878815E-02	0.0
9	0.101337E-01	0.107959E-01	0.164533E-01	0.0

GRUPO	ESPALHAMENTO
1	0.123398E-01
2	0.853467E-02
3	0.988409E-02
4	0.306679E-01
5	0.943672E-01
6	0.364753E-01
7	0.303284E-01
8	0.681610E-01
9	0.638157E-01

BALANCO DE NEUTRONS

GRUPO	ABSORCAO	FUGA	ESPALHAMENTO FUGA	ESPALHAMENTO FONTE
1	0.580219E-02	0.127729E-01	0.956426E 00	0.0
2	0.330067E-01	0.943899E-02	0.938980E 00	0.956426E 00
3	0.209288E 00	0.593197E-02	0.723761E 00	0.938980E 00
4	0.527746E-01	0.179549E-02	0.669190E 00	0.723761E 00
5	0.683559E-02	0.580677E-03	0.661775E 00	0.669190E 00
6	0.918050E-01	0.312194E-02	0.142449E 01	0.151941E 01
7	0.309320E 00	0.742194E-02	0.273894E 01	0.305570E 01
8	0.162942E 00	0.212237E-02	0.184535E 01	0.201040E 01
9	0.844778E-01	0.561629E-03	0.499378E 00	0.584419E 00

*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....=0.252000E 04
 *KEFF.....=0.100500E 01
 *ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....=0.100224E 09
 *ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=0.138240E 08
 *RAZAO DE CONVERSAO.....=0.727919E 00
 *ETA.....=0.215024E 01

ZONA	F.P.	W/CC	MWD(T)/TON	MWHR(T)
1	0.100980E 01	0.648410E 01	0.503514E 05	0.778218E 07
2	0.126231E 01	0.815199E 01	0.282938E 05	0.438420E 07
3	0.818696E 00	0.523850E 01	0.877691E 05	0.135880E 08
4	0.909193E 00	0.582975E 01	0.728595E 05	0.113404E 08

ZONA	R.C.	ETA
1	0.731733E 00	0.215968E 01
2	0.564748E 00	0.211005E 01
3	0.903184E 00	0.219527E 01
4	0.805944E 00	0.214592E 01

6 7

MASSA DOS NUCLIDEOS(KILOGRAMAS)

2520.00 DIAS

PARTICULAS DO TIPO A (FERTEIS)

NUCLIDEO	ZONAS DE RECARGA			
	1	2	3	4
1 TH232	0.578416E 04	0.580162E 04	0.558000E 04	0.567905E 04
2 PA233	0.121199E 02	0.123443E 02	0.116921E 02	0.118997E 02
3 U233	0.104399E 03	0.680184E 02	0.125805E 03	0.120006E 03
4 U234	0.133986E 02	0.509677E 01	0.290797E 02	0.218575E 02
5 U235	0.164840E 01	0.350748E 00	0.576719E 01	0.362275E 01
6 U236	0.122680E 00	0.124032E-01	0.927271E 00	0.422880E 00
7 NP237	0.371149E-02	0.180652E-03	0.533005E-01	0.188097E-01
8 PA231	0.256517E-01	0.190571E-01	0.281048E-01	0.277220E-01
9 U232	0.300425E-01	0.100216E-01	0.636020E-01	0.488417E-01

PARTICULAS DO TIPO B (FISSEIS)

NUCLIDEO	ZONAS DE RECARGA			
	1	2	3	4
10 TH232	0.0	0.0	0.0	0.0
11 PA233	0.0	0.0	0.0	0.0
12 U233	0.383161E 02	0.625732E 02	0.553465E 01	0.129644E 02
13 U234	0.362666E 02	0.301800E 02	0.173205E 02	0.226542E 02
14 U235	0.107322E 02	0.724039E 01	0.650222E 01	0.773363E 01
15 U236	0.212257E 01	0.745506E 00	0.275235E 01	0.234652E 01
16 NP237	0.118980E 00	0.232577E-01	0.264060E 00	0.181549E 00
17 PA231	0.0	0.0	0.0	0.0
18 U232	0.601608E-03	0.364691E-03	0.325036E-03	0.420580E-03
19 U235	0.537609E 02	0.137259E 03	0.201968E 02	0.414407E 02
20 U236	0.251691E 02	0.220590E 02	0.395490E 02	0.416707E 02
21 NP237	0.181429E 01	0.830649E 00	0.525650E 01	0.435917E 01
22 U238	0.135853E 02	0.190583E 02	0.167856E 02	0.189768E 02
23 NP239	0.854456E-02	0.119869E-01	0.105575E-01	0.119356E-01
24 PU239	0.264200E 00	0.355724E 00	0.326998E 00	0.369660E 00
25 PU240	0.127247E 00	0.147993E 00	0.160618E 00	0.181304E 00
26 PU241	0.131504E 00	0.104351E 00	0.178895E 00	0.200072E 00

6	7	ABSORCOES POR NUCLIDEO		2520.00 DIAS
	NUCLIDEO	RAPIDAS	TERMICAS	TOTAL
1	TH232	0.201400E 00	0.126847E 00	0.328247E 00
2	PA233	0.331422E-02	0.594877E-02	0.926299E-02
3	U233	0.309661E-01	0.223894E 00	0.254860E 00
4	U234	0.692337E-02	0.438035E-02	0.113037E-01
5	U235	0.671752E-03	0.533965E-02	0.601140E-02
6	U236	0.756989E-04	0.729983E-05	0.829987E-04
7	NP237	0.433772E-05	0.173891E-04	0.217268E-04
8	PA231	0.617756E-05	0.755796E-04	0.817571E-04
9	U232	0.138843E-04	0.141767E-04	0.280610E-04
10	TH232	0.0	0.0	0.0
11	PA233	0.0	0.0	0.0
12	U233	0.884705E-02	0.639669E-01	0.728139E-01
13	U234	0.106116E-01	0.671389E-02	0.173255E-01
14	U235	0.189972E-02	0.151005E-01	0.170003E-01
15	U236	0.406056E-03	0.391570E-04	0.445213E-03
16	NP237	0.335465E-04	0.134482E-03	0.168028E-03
17	PA231	0.0	0.0	0.0
18	U232	0.155039E-06	0.158304E-06	0.313343E-06
19	U235	0.149022E-01	0.118455E 00	0.133358E 00
20	U236	0.659256E-02	0.635735E-03	0.722829E-02
21	NP237	0.700187E-03	0.280691E-02	0.350710E-02
22	U238	0.308686E-02	0.149175E-03	0.323603E-02
23	NP239	0.342196E-05	0.183590E-05	0.525786E-05
24	PU239	0.877529E-04	0.329280E-02	0.338055E-02
25	PU240	0.175015E-04	0.124963E-02	0.126713E-02
26	PU241	0.692773E-04	0.112005E-02	0.118933E-02
27	ANS	0.445590E-02	0.627412E-02	0.107300E-01
28	XE131	0.411009E-02	0.307388E-02	0.718397E-02
29	CS133	0.484741E-02	0.178311E-02	0.663052E-02
30	MO95	0.187989E-02	0.962578E-03	0.284247E-02
31	TC99	0.228774E-02	0.137288E-02	0.366063E-02
32	RH103	0.108430E-03	0.672299E-02	0.683142E-02
33	ND143	0.680718E-03	0.144623E-01	0.151430E-01
34	ND145	0.235140E-02	0.216658E-02	0.451798E-02
35	PM147	0.485932E-02	0.194644E-02	0.680576E-02
36	PM148	0.138005E-03	0.329175E-02	0.342976E-02
37	SM149	0.157117E-04	0.659559E-02	0.661130E-02
38	SM150	0.768836E-03	0.107060E-02	0.183944E-02
39	SM151	0.159103E-03	0.322337E-02	0.338247E-02
40	SM152	0.194020E-02	0.970944E-03	0.291115E-02
41	EU153	0.911678E-03	0.136651E-02	0.227819E-02
42	EU154	0.988774E-04	0.186188E-02	0.196076E-02
43	EU155	0.754808E-04	0.182314E-02	0.189862E-02
44	XE135	0.222406E-06	0.218985E-01	0.218987E-01
45	SILICIO	0.601208E-04	0.729866E-03	0.789987E-03
46	CARBONO	0.152416E-02	0.163084E-01	0.178325E-01
	TOTAL	0.321905E 00	0.678096E 00	0.100000E 01

6 7		PRODUCCIONES POR NUCLIDEO		2520.00 DIAS
NUCLIDEO		RAPIDAS	TERMICAS	TOTAL
1	TH232	0.158602E-02	0.0	0.158602E-02
2	PA233	0.823362E-04	0.0	0.823362E-04
3	U233	0.638971E-01	0.476355E 00	0.540253E 00
4	U234	0.142873E-03	0.876556E-06	0.143749E-03
5	U235	0.977128E-03	0.103672E-01	0.113443E-01
6	U236	0.108538E-05	0.0	0.108538E-05
7	NP237	0.157890E-06	0.0	0.157890E-06
8	PA231	0.169469E-06	0.792295E-08	0.177392E-06
9	U232	0.199288E-04	0.178896E-04	0.378183E-04
10	TH232	0.0	0.0	0.0
11	PA233	0.0	0.0	0.0
12	U233	0.182555E-01	0.136095E 00	0.154351E 00
13	U234	0.218986E-03	0.134352E-05	0.220329E-03
14	U235	0.276333E-02	0.293185E-01	0.320818E-01
15	U236	0.582207E-05	0.0	0.582207E-05
16	NP237	0.122107E-05	0.0	0.122107E-05
17	PA231	0.0	0.0	0.0
18	U232	0.222534E-06	0.199764E-06	0.422299E-06
19	U235	0.216767E-01	0.229987E 00	0.251664E 00
20	U236	0.945247E-04	0.0	0.945247E-04
21	NP237	0.254864E-04	0.0	0.254864E-04
22	U238	0.105615E-04	0.0	0.105615E-04
23	NP239	0.885158E-07	0.0	0.885158E-07
24	PU239	0.145700E-03	0.557674E-02	0.572243E-02
25	PU240	0.148266E-05	0.0	0.148266E-05
26	PU241	0.156161E-03	0.221683E-02	0.237299E-02
27	ANS	0.0	0.0	0.0
28	XE131	0.0	0.0	0.0
29	CS133	0.0	0.0	0.0
30	MC95	0.0	0.0	0.0
31	TC99	0.0	0.0	0.0
32	RH103	0.0	0.0	0.0
33	ND143	0.0	0.0	0.0
34	ND145	0.0	0.0	0.0
35	PM147	0.0	0.0	0.0
36	PM148	0.0	0.0	0.0
37	SM149	0.0	0.0	0.0
38	SM150	0.0	0.0	0.0
39	SM151	0.0	0.0	0.0
40	SM152	0.0	0.0	0.0
41	EU153	0.0	0.0	0.0
42	EU154	0.0	0.0	0.0
43	EU155	0.0	0.0	0.0
44	XE135	0.0	0.0	0.0
45	SILICIO	0.0	0.0	0.0
46	CARBONO	0.0	0.0	0.0
TOTAL		0.110062E 00	0.889937E 00	0.999999E 00

6 7 FLUXO DE NEUTRONS E CTES DE GRUPO 2520.00 DIAS

FLUXO DE NEUTRONS
(N/BARN*CM)

GRUPO	FLUXO
1	0.383926E-10
2	0.545681E-10
3	0.365280E-10
4	0.108130E-10
5	0.347486E-11
6	0.208662E-10
7	0.507890E-10
8	0.154668E-10
9	0.454028E-11

CONSTANTES DE GRUPO

GRUPO	DIFUSAO	ABSORCAO	N*FISSAO	N-2N
1	0.232627E 01	0.714604E-04	0.662658E-04	0.114142E-05
2	0.121136E 01	0.288407E-03	0.934280E-04	0.0
3	0.114418E 01	0.278469E-02	0.661853E-03	0.0
4	0.115989E 01	0.264048E-02	0.171510E-02	0.0
5	0.116913E 01	0.981217E-03	0.127028E-02	0.0
6	0.112883E 01	0.227657E-02	0.343602E-02	0.0
7	0.116215E 01	0.295845E-02	0.412127E-02	0.0
8	0.110963E 01	0.523201E-02	0.678593E-02	0.0
9	0.101810E 01	0.921647E-02	0.125435E-01	0.0

GRUPO	ESPALHAMENTO
1	0.123402E-01
2	0.853494E-02
3	0.988434E-02
4	0.306684E-01
5	0.943688E-01
6	0.364753E-01
7	0.303284E-01
8	0.681610E-01
9	0.638157E-01

BALANCO DE NEUTRONS

GRUPO	ABSORCAO	FUGA	ESPALHAMENTO FUGA	ESPALHAMENTO FONTE
1	0.554003E-02	0.127727E-01	0.956688E 00	0.0
2	0.317785E-01	0.945339E-02	0.940457E 00	0.956688E 00
3	0.205401E 00	0.597717E-02	0.729078E 00	0.940457E 00
4	0.576536E-01	0.179364E-02	0.669632E 00	0.729078E 00
5	0.688497E-02	0.581007E-03	0.662164E 00	0.669632E 00
6	0.959233E-01	0.336867E-02	0.153689E 01	0.163618E 01
7	0.303412E 00	0.844124E-02	0.311042E 01	0.342225E 01
8	0.163406E 00	0.245445E-02	0.212881E 01	0.229468E 01
9	0.844976E-01	0.661074E-03	0.585074E 00	0.670229E 00

0

2000.0 MW(TH)

BALANCO DE MASSAS(KGS)

C/TH = 250.0

RECARGA.....	1	2	3
ZCNA.....	1	2	3
TEMPO(DIAS)..	360.0	720.0	1080.0

NUCLIDEOS TIPO A	RETIRADO	COLOCADO	RETIRADO	COLOCADO	RETIRADO	COLOCADO
1 TH232	0.586800E 04	0.600116E 04	0.576275E 04	0.600116E 04	0.566153E 04	0.600116E 04
2 PA233	0.150217E 02	0.^	0.117995E 02	0.0	0.113873E 02	0.0
3 U233	0.743509E 02	0.^	0.104948E 03	0.0	0.117425E 03	0.0
4 U234	0.753994E 01	0.^	0.159868E 02	0.0	0.238377E 02	0.0
5 U235	0.618876E 00	0.^	0.214344E 01	0.0	0.413158E 01	0.0
6 U236	0.291357E-01	0.^	0.191797E 00	0.0	0.549648E 00	0.0
7 NP237	0.524082E-03	0.^	0.626704E-02	0.0	0.257061E-01	0.0
8 PA231	0.187144E-01	0.^	0.234019E-01	0.0	0.254280E-01	0.0
9 U232	0.144559E-01	0.^	0.324835E-01	0.0	0.489381E-01	0.0
TIPO B						
RECICLADO						
10 TH232	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
11 PA233	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
12 U233	0.0	0.^	0.0	0.884298E 02	0.0	0.115542E 03
13 U234	0.0	0.^	0.0	0.188721E 02	0.0	0.246581E 02
14 U235	0.0	0.^	0.0	0.334464E 01	0.0	0.437008E 01
15 U236	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
16 NP237	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
17 PA231	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
18 U232	0.0	0.^	0.0	0.0	0.0	0.0
ALIMENTACAO						
19 U235	0.103390E 03	0.425359E 03	0.586122E 02	0.340087E 03	0.348175E 02	0.283324E 03
20 U236	0.253608E 02	0.^	0.372939E 02	0.0	0.460533E 02	0.0
21 NP237	0.109468E 01	0.^	0.287580E 01	0.0	0.497346E 01	0.0
22 U238	0.176887E 02	0.724258E 02	0.189766E 02	0.259254E 02	0.206883E 02	0.215983E 02
23 NP239	0.130804E-01	0.^	0.112617E-01	0.0	0.122057E-01	0.0
24 PU239	0.291814E 00	0.^	0.329929E 00	0.0	0.374491E 00	0.0
25 PU240	0.133644E 00	0.^	0.162993E 00	0.0	0.184889E 00	0.0
26 PU241	0.114233E 00	0.^	0.169728E 00	0.0	0.199408E 00	0.0

2000.0 MW(TH)

BALANÇO DE MASSAS(KGS)

C/TH = 250.0

RECARGA.....
ZONA.....
TEMPO(DIAS)..

4	5	6
4	1	2
1440.0	1800.0	2160.0

NUCLIDECS	RETIRADO	COLOCADO	RETIRADO	COLOCADO	RETIRADO	COLOCADO
TIPO A						
1 TH232	0.741702E 04	0.600116E 04	0.558563E 04	0.600116E 04	0.558000E 04	0.600116E 04
2 PA233	0.148209E 02	0.0	0.116540E 02	0.0	0.116921E 02	0.0
3 U233	0.163426E 03	0.0	0.124292E 03	0.0	0.125805E 03	0.0
4 U234	0.408837E 02	0.0	0.286144E 02	0.0	0.290797E 02	0.0
5 U235	0.832651E 01	0.0	0.565984E 01	0.0	0.576719E 01	0.0
6 U236	0.149306E 01	0.0	0.908211E 00	0.0	0.927271E 00	0.0
7 NP237	0.892343E-01	0.0	0.521457E-01	0.0	0.533005E-01	0.0
8 PA231	0.348809E-01	0.0	0.275811E-01	0.0	0.281048E-01	0.0
9 U232	0.838950E-01	0.0	0.609122E-01	0.0	0.636020E-01	0.0
TIPO B						
RECICLADO						
10 TH232	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11 PA233	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 U233	0.0	0.127487E 03	0.0	0.176416E 03	0.553465E 01	0.134549E 03
13 U234	0.0	0.772074E 02	0.0	0.376495E 02	0.173205E 02	0.287145E 02
14 U235	0.0	0.482187E 01	0.0	0.667249E 01	0.650222E 01	0.508898E 01
15 U236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.275235E 01	0.0
16 NP237	0.0	0.0	0.0	0.0	0.264060E 00	0.0
17 PA231	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18 U232	0.0	0.0	0.0	0.0	0.325036E-03	0.0
ALIMENTACAO						
19 U235	0.184030E 02	0.301630E 03	0.291460E 02	0.202556E 03	0.201968E 02	0.266541E 03
20 U236	0.467331E 02	0.0	0.592778E 02	0.0	0.395490E 02	0.0
21 NP237	0.630577E 01	0.0	0.777816E 01	0.0	0.525650E 01	0.0
22 U238	0.198461E 02	0.729938E 02	0.253791E 02	0.154412E 02	0.167856E 02	0.203189E 02
23 NP239	0.116823E-01	0.0	0.159389E-01	0.0	0.105575E-01	0.0
24 PU239	0.365356E 00	0.0	0.496397E 00	0.0	0.326998E 00	0.0
25 PU240	0.180799E 00	0.0	0.240418E 00	0.0	0.160618E 00	0.0
26 PU241	0.197233E 00	0.0	0.264400E 00	0.0	0.178895E 00	0.0

BALANÇO DO MATERIAL FISSIL DE ALIMENTAÇÃO

CARGA INICIAL

ZN	NUCL	QUANTIDADE (KGS)	ENRIQUECIMENTO
1	U235	250.054	0.930
2	U235	285.061	0.930
3	U235	330.071	0.930
4	U235	336.241	0.930
SUB-TOTAL		1201.427	

RECARGAS DE TRANSIÇÃO

		QUANTIDADE (KGS)		ENRIQ. FISSIL		
REC	ZN	NUCL	COLOCADO	RETIRADO	COLOCADO	RETIRADO
1	1	U235	425.359	103.390	0.93	0.71
2	2	U235	340.087	58.612	0.93	0.51
3	3	U235	283.324	34.817	0.93	0.34
4	4	U235	301.630	18.403	0.93	0.22
5	1	U235	202.556	29.146	0.93	0.26
6	2	U235	266.541	20.197	0.93	0.27
SUB-TOTAL			1819.496	264.565		
ACUMULATIVO			3020.923	264.565		

RECARGAS DE EQUILIBRIO

		QUANTIDADE (KGS)		ENRIQ. FISSIL	
		COLOCADO	RETIRADO	COLOCADO	RETIRADO
34	RECARGAS	266.541	20.197	0.93	0.27
SUB-TOTAL		9062.383	686.691		
TOTAL		12083.305	951.256		

BALANCO DO MATERIAL FISSL DE RECICLO
RECARGAS DE TRANSICAO

			QUANTIDADE (KGS)	
REC	ZN	NUCL	COLOCADO	RETIRADO
1	1	U233	0.0	74.351
2	2	U233	88.430	104.948
3	3	U233	115.542	117.425
4	4	U233	127.487	163.426
5	1	U233	176.416	124.292
6	2	U233	134.549	125.805
SUB-TOTAL			642.423	710.247

RECARGAS DE EQUILIBRIO

		QUANTIDADE (KGS)	
34	RECARGAS	COLOCADO	RETIRADO
		134.549	125.805
	SUB-TOTAL	4574.664	4277.367
	TOTAL	5217.086	4987.613

6.3 - Conclusões

Os resultados obtidos em ambos os casos permitem avaliar alguns aspectos básicos do ciclo de combustível da central nuclear em questão. Compararam-se os dois ciclos objetivando mostrar as principais diferenças entre a operação com e sem reciclo, bem como as vantagens advindas do reciclo do ^{233}U .

As conclusões decorrentes dessa comparação podem ser resumidas nos seguintes tópicos:

1 - As tabelas de balanço de massas do material físsil de alimentação - (pgs. 121 e 149) mostram que, inicialmente, são necessários cerca de 1200 kgs de ^{235}U altamente enriquecido, o que representa um investimento inicial elevado, considerando-se o custo do urânio (\approx US\$12/gm (^{235}U)).

Nas recargas de transição, as quantidades de material físsil de alimentação variam, até que se atinja o ciclo de equilíbrio. Embora teoricamente o equilíbrio nunca seja atingido, após um certo número de recargas, as necessidades de material físsil de alimentação e a composição do combustível nuclear usado variam pouco, podendo-se considerar - praticamente constante o fluxo de massas em cada recarga.

Outro ponto que merece atenção nessas duas tabelas, relaciona-se com as massas totais envolvidas. No Caso-1 é preciso, aproximadamente, 30% mais material físsil de alimentação em virtude de não haver reciclo de ^{233}U . Isto representa cerca de 7.000 kgs de ^{235}U (93%) ou US\$20 milhões em valor presente considerando-se uma taxa de juros de 10%.

É interessante também observar-se o enriquecimento - final do material físsil de alimentação, que ao ser retirado do reator,

é da ordem de 27% em teor de ^{235}U e 50% em teor de ^{236}U . Notar que estes valores são característicos apenas para a central nuclear operando com recargas anuais e com tempo de residência do combustível nuclear de quatro anos.

2 - A quantidade de material físsil de reciclo produzido (pgs. 122 e 150) é em ambos os casos a mesma, pois depende, essencialmente, da carga de tório existente no reator que é suposta igual para os dois casos.

3 - O ^{233}U reciclado (pg. 148), ao ser retirado pela segunda vez do reator, possui ainda características razoáveis como combustível nuclear (17% - ^{233}U ; 54% - ^{234}U ; 20% - ^{235}U ; 9% - ^{236}U), podendo talvez ser empregado em centrais nucleares de baixo enriquecimento da mesma forma que se presume fazer com o ^{235}U de alimentação retirado do HTGR.

4 - A tabela 6.1 apresenta os valores da densidade de potência e fator de idade do combustível nuclear nas recargas de transição e de equilíbrio. Nas recargas iniciais esses parâmetros variam tendendo, finalmente, para os valores correspondentes ao ciclo de equilíbrio. Nas recargas de transição esses parâmetros dependem do esquema adotado no carregamento inicial do reator, que, nos dois exemplos é o usual, ou seja, procurou-se distribuir os materiais físsil e fértil de alimentação de maneira a simular as condições do ciclo de equilíbrio. Dentro deste mesmo critério, existem outras alternativas que levam, conseqüentemente, a outros resultados.

Tabela 6.1 - Densidade de potência e fator de idade

REC	ZN	SEM RECICLO			COM RECICLO		
		Dz	Dm	FP	Dz	Dm	FP
IN	4	8,99	8,03	1,11	8,99	8,03	1,11
1	1	9,41	6,42	1,45	9,41	6,42	1,45
2	2	9,57	6,42	1,47	9,54	6,42	1,47
3	3	8,88	6,42	1,36	8,92	6,42	1,38
4	4	9,53	6,42	1,46	9,59	6,42	1,48
5	1	8,89	6,42	1,37	8,93	6,42	1,38
6	2	8,99	6,42	1,38	9,14	6,42	1,41

Obs.: Dz = densidade de potência na zona de troca (w/cm^3).

Dm = densidade de potência média do reator.

FP = fator de idade do combustível.

5 - Os valores para a razão de conversão são mostrados na tabela 6.2. Verifica-se que há uma tendência de se obter maiores valores para esse parâmetro quando se recicla o ^{233}U , isto devido às suas melhores qualidades como combustível nuclear.

Tabela 6.2 - Razão de conversão

REC	SEM RECICLO		COM RECICLO	
	IN	FC	IN	FC
IN	0,58	0,72	0,58	0,72
1	0,61	0,72	0,61	0,72
2	0,60	0,71	0,61	0,72
3	0,59	0,70	0,61	0,73
4	0,57	0,68	0,60	0,71
5	0,57	0,68	0,61	0,72
6	0,57	0,68	0,61	0,73

Obs.: IN = início de ciclo

FC = fim de ciclo

6 - No que se refere à parte neutrônica, é interessante avaliar-se a contribuição de núclídeos físséis na produção de neutrons. A tabela 6.3, resume os resultados obtidos e permite concluir da importância do ^{233}U do reciclo no balanço de neutrons. No ciclo de equilíbrio do Caso-2, por exemplo, cerca de 70% dos neutrons são produzidos por fissões no ^{233}U ao final de cada ciclo, ao passo que no Caso-1 tem-se apenas 50%.

Tabela 6.3 - Contribuição dos nuclídeos pesados na produção de neutrons

NUCLÍDEO		SEM RECICLO		COM RECICLO	
		IC	FC	IC	FC
A	^{233}U	0,312	0,532	0,314	0,540
	^{235}U	0,004	0,110	0,004	0,011
B	^{233}U	---	---	0,265	0,154
RECL.	^{235}U	---	---	0,023	0,032
B ALIM.	^{235}U	0,673	0,441	0,386	0,251
	^{239}Pu	0,006	0,009	0,003	0,006
	^{241}Pu	0,002	0,004	0,001	0,002

Obs.: IC = início de ciclo

FC = fim de ciclo

7 - Com relação à absorção de neutrons a tabela 6.4 resume as contribuições dos nuclídeos mais importantes. Verifica-se que cerca de 85% das absorções de neutrons são devidas aos nuclídeos pesados sendo o restante devido aos produtos de fissão, silício e moderador.

Tabela 6.4 - Absorções de neutrons pelos nuclídeos pesados.

NUCLÍDEO		SEM RECICLO		COM RECICLO	
		IC	FC	IC	FC
A	^{232}Th	0,313	0,325	0,316	0,328
	^{233}U	0,163	0,251	0,166	0,255
	^{234}U	0,006	0,011	0,006	0,011
B RECL.	^{233}U	---	---	0,140	0,073
	^{234}U	---	---	0,018	0,017
	^{235}U	---	---	0,014	0,017
B	^{235}U	0,397	0,234	0,230	0,133
ALIM.	^{236}U	0,008	0,012	0,005	0,007

Obs.: IC = início de ciclo

FC = fim de ciclo

CAPÍTULO VII

COMENTÁRIOS FINAIS

A avaliação técnico-econômica do ciclo de combustível é um problema que demanda o conhecimento de uma série de fatores sem os quais torna-se impossível qualquer tentativa de avaliação.

Um dos fatores necessários é o conhecimento de parâmetros nucleares. Sob este aspecto, não se dispõe ainda, no Brasil, de meios suficientes para se efetuar uma completa avaliação das centrais nucleares de potência (PWR, HTGR, etc.). Contudo, tendo em vista a operação de centrais nucleares no sistema energético brasileiro, será necessário, em futuro próximo, o conhecimento desses parâmetros.

Outro fator refere-se à existência de códigos de computador referentes ao cálculo da evolução do combustível nuclear no núcleo do reator. Estes códigos baseiam-se em modelos nucleares cuja complexidade varia conforme as necessidades e objetivos (modelos pontuais, uni, bi e tridimensionais). É necessário, neste setor, melhorar a nossa posição tanto com o desenvolvimento de alguns códigos próprios como pela compra de outros em uso no exterior.

Apresentou-se, neste trabalho, um modelo que pretende analisar os principais parâmetros relacionados tanto com a parte neutrônica do reator como com o ciclo do combustível. O modelo pontual adotado possui as limitações próprias de um tratamento global do núcleo do reator, porém se mostra adequado para o tipo de análise a que se propõe.

Sugere-se, que, em etapas posteriores, desenvolvam-se códigos utilizando-se tratamentos mais sofisticados (multidimensionais). Com isto, será possível obter dados sobre a evolução do combustível nuclear em termos locais, permitindo uma análise mais detalhada sobre o problema da disposição do combustível no núcleo do reator.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADENSAM, E.G. et alii. Computer methods for utility reactor physics analysis. Reactor Fuel-Process. Technol., Oak Ridge, 12 (3): 225-241, 1969.
2. BENNETT, L.L. Recommend fission product chains for use in reactor evaluation studies. Oak Ridge, ORNL, 1966. 27p. (ORNL-TM-1653).
3. CARLSMITH, R.S. et alii. Fuel cycles for high temperature gas-cooled reactors utilizing plutonium. Oak Ridge, ORNL, 1965, 13p. (ORNL-TM-1111).
4. COLBY, L.J. et alii. HTGR fuel and fuel cycle summary description. San Diego, Calif., Gulf General Atomic, 1971. 40p. (GA - 10233).
5. FISHER, P.U. et alii. Alternate fuel cycles for the HTGR. San Diego, Calif., Gulf General Atomic, 1968. 17p. (GA-9010).
6. GIRVIN, L.M. et alii. Economic analysis of nuclear fuel cycle. - Nucl. Technol., Hinsdale, 13 (1): 54-64, 1972.
7. GÖEDEL, W.V. et alii. HTGR fuel irradiation performance and implications on fuel design. San Diego, Calif., Gulf General Atomic, 1970. 21p. (GA-10012)
8. GULF GENERAL ATOMIC COMPANY, San Diego, Calif. 770 Mw(e) high temperature gas-cooled reactor (HTGR). Nuclear steam system and fuel supply: executive summary. 1971
9. _____. HTGR reference safety analysis report. 1971. v. 1.
10. _____. HTGR advanced technology course, maio 1971. (notas de aulas).
11. HABUSH, A.L. & HARRIS, A.M. 330 Mw(e) Fort Saint Vrain high-temperature gas-cooled reactor. San Diego, Calif., Gulf General Atomic, 1968. 19p. (GA-8002-rev.).
12. HEHL, M.E. Sistema de programação - FORTRAN IV (G-H). São Paulo, IFUSP, 1971. 41p.

13. JAYE, S. & GOEDEL, W.V. High-temperature gas-cooled reactor fuel and fuel cycles their progress and promise. San Diego , Calif., Gulf General Atomic, 1968. 33p. (GA-7482-rev.).
14. JOHNSTON, T.A. Large HTGR power plants. San Diego, Calif., Gulf General Atomic, 1970. 27p. (GA-10068).
15. KASTEN, P.R. et alii. Avaliação técnica econômica de sistemas nucleares. Segurança de reatores de potência e suas aplicações-econômicas. São Paulo, IEA, 1969 (notas de aulas).
16. LAMARSH, J.R. Introduction to nuclear reactor theory. Reading , Mass., Addison-Wesley, 1966. p.318-358.
17. LEE, D.H. & JAYE, S. High temperature gas-cooled reactor fuel costs today and tomorrow. San Diego, Calif., Gulf General Atomic , 1971. 13p. (GA-10730).
18. LOTT, A.L. & WYMER, R.G. Economic and technology of HTGR fuel recycle. Oak Ridge, ORNL, 1968. 48p. (ORNL-TM-2377).
19. LUBY, C.S. et alii. HTGR fuel design and irradiation performance . San Diego, Calif., Gulf General Atomic, 1971. 37p. (GA - 10468).
20. MEGHREBLIAN, R.V. et HOLMES, D.K. Reactor analysis. New York , McGraw-Hill, 1960. p.160-262.
21. PERRY, A.M. Avaliação técnica e econômica de sistemas nucleares(II). São Paulo, IEA, 1970. (notas de aulas).
22. ROBERTS, G.E. & KAUFMAN, H. Table of Laplace transforms. Phila - delphia, W.B. Saunders, 1966. 367p.
23. SPIEGEL, M.R. Laplace transforms: theory and problems. New York, Schaum Publ., 1965. 255p.
24. STEWART, H.B. et alii. Gas-cooled reactor technology, San Diego , Calif., Gulf General Atomic, 1966. (GA-6756-rev.)
25. _____. Outlook for nuclear reactors and fuel. San Diego, Calif., Gulf General Atomic, 1970. 58p. (GA-9982).
26. TODT, F.W. Revised gad: an infinite medium depletion program for reactor fuel cycle analysis. San Diego, Calif., Gulf General Atomic, 1965. (GA-6635).

27. U.S.ATOMIC ENERGY COMMISSION. An evaluation of high-temperature - gas-cooled reactors. Oak Ridge, ORNL, 1969. 220p. (WASH - 1085).
28. _____. Reactor fuel burnup calculations. Oak Ridge, ORNL, 1969. 32p. (WASH-1142).
29. _____. The utilization of thorium in power reactors: a collection of papers on thorium fuels, fuel cycles and reactors. Oak Ridge, ORNL, 1965. (ORNL-TM-1308).
30. _____. The use of thorium in nuclear power reactors. Oak Ridge , ORNL, 1968. 144p. (WASH-1097).
31. VONDY, D.R. & FOWLER, T.B. Computer code tong for zero-dimensional reactor depletion calculations. Oak Ridge, ORNL, 1967. 127p (ORNL-TM-1633)

APENDICE A

IDENTIFICAÇÃO DOS NUCLÍDEOS

$^{231}\text{Pa} = 11$	$^{234}\text{U} = 24$	$^{239}\text{Np} = 39$
$^{232}\text{Th} = 02$	$^{235}\text{U} = 25$	$^{239}\text{Pu} = 49$
$^{233}\text{Pa} = 13$	$^{236}\text{U} = 26$	$^{240}\text{Pu} = 40$
$^{232}\text{U} = 22$	$^{238}\text{U} = 28$	$^{241}\text{Pu} = 41$
$^{233}\text{U} = 23$	$^{237}\text{Np} = 37$	$^{135}\text{I} = 35$
		$^{135}\text{Xe} = 45$

APENDICE BCOEFICIENTES $A_{i,j}$ DA CADEIA-1 ^{232}Th

$$A_{1,1} = N_{02,z}(0) ; A_{1,j} = 0 \quad \text{para } j = 2, \dots, 9$$

 ^{233}Pa

$$A_{2,1} = \frac{\alpha_{c,02} \cdot A_{1,1}}{\beta_{02} - \beta_{01}} ; A_{2,2} = N_{13,z}(0) - A_{2,1}$$

$$A_{2,j} = 0 \quad j = 3, \dots, 9$$

 ^{233}U

$$A_{3,j} = \frac{\lambda_{13} \cdot A_{2,j}}{\beta_{23} - \beta_k} \quad \text{para } \begin{cases} j = 1, 2 \\ k = 02, 13 \end{cases}$$

$$A_{3,3} = N_{23,z}(0) - \sum_{j=1}^2 A_{3,j}$$

$$A_{3,j} = 0 \quad \text{para } j = 4, \dots, 9$$

234_U

$$A_{4,j} = \frac{\alpha_{c,23} \cdot A_{3,1} + \alpha_{c,13} \cdot A_{2,j}}{\beta_{24} - \beta_k} \quad \text{para } \begin{cases} j = 1, 2 \\ k = 02, 13 \end{cases}$$

$$A_{4,3} = \frac{\alpha_{c,23} \cdot A_{3,3}}{\beta_{24} - \beta_{23}}$$

$$A_{4,4} = N_{24,z}(0) - \sum_{j=1}^3 A_{4,j}$$

$$A_{4,j} = 0 \quad \text{para } j = 5, \dots, 9$$

235_U

$$A_{5,j} = \frac{\alpha_{c,24} \cdot A_{4,j}}{\beta_{25} - \beta_k} \quad \text{para } \begin{cases} j = 1, \dots, 4 \\ k = 02, 13, 23, 24 \end{cases}$$

$$A_{5,5} = N_{25,z}(0) - \sum_{j=1}^4 A_{5,j}$$

$$A_{5,j} = 0 \quad \text{para } j = 6, \dots, 9$$

236_U

$$A_{6,j} = \frac{\alpha_{c,25} \cdot A_{5,j}}{\beta_{26} - \beta_k} \quad \text{para } \begin{cases} j = 1, \dots, 5 \\ k = 02, 13, 23, 24, 25 \end{cases}$$

$$A_{6,6} = N_{26,z}(0) - \sum_{j=1}^5 A_{6,j}$$

$$A_{6,j} = 0 \quad \text{para } j = 7, \dots, 9$$

237_{Np}

$$A_{7,j} = \frac{\alpha_{c,26} \cdot A_{6,j}}{\beta_{37} - \beta_k} \quad \text{para } \begin{cases} j = 1, \dots, 6 \\ k = 02, 13, 23, 24, 25, 26 \end{cases}$$

$$A_{7,7} = N_{37,z}(0) - \sum_{j=1}^6 A_{7,j}$$

$$A_{7,j} = 0 \quad \text{para } j = 8, 9$$

232_U

$$A_{8,j} = \frac{\alpha_{2n,23} \cdot A_{3,j}}{\beta_{22} - \beta_k} \quad \text{para } j = 1, \dots, 3$$

$$A_{8,8} = N_{22,z}(0) - \sum_{j=1}^3 A_{8,j}$$

$$A_{8,j} = 0 \quad \text{para } j = 4, \dots, 7 ; A_{8,9} = 0$$

231_{Pa}

$$A_{9,1} = \frac{\alpha_{2n,02} \cdot A_{1,1}}{\beta_{11} - \beta_{02}} ; A_{9,9} = N_{11,z}(0) - A_{9,1}$$

$$A_{9,j} = 0 \quad \text{para } j = 2, \dots, 8$$

APÊNDICE C

COEFICIENTES $B_{i,j}$ DA CADEIA-2

^{238}U

$$B_{1,1} = N_{28,z}(0) ; B_{1,j} = 0 \quad \text{para } j = 2, \dots, 5$$

^{239}Np

$$B_{2,1} = \frac{\alpha_{c,28} \cdot B_{1,1}}{\beta_{39} - \beta_{28}} ; B_{2,2} = N_{39,z}(0) - B_{2,1}$$

$$B_{2,j} = 0 \quad \text{para } j = 3, \dots, 5$$

^{239}Pu

$$B_{3,j} = \frac{\lambda_{29} \cdot B_{2,j}}{\beta_{49} - \beta_k} \quad \text{para } \begin{cases} j = 1, 2 \\ k = 28, 39 \end{cases}$$

$$B_{3,3} = N_{49,z}(0) - \sum_{j=1}^2 B_{3,j} ; B_{3,j} = 0 \quad \text{para } j = 4, 5$$

^{240}Pu

$$B_{4,j} = \frac{\alpha_{c,39} \cdot B_{2,j} + \alpha_{c,49} \cdot B_{3,j}}{\beta_{40} - \beta_k} \quad \text{para } \begin{cases} j = 1, 2 \\ k = 28, 39 \end{cases}$$

$$B_{4,3} = \frac{\alpha_{c,49} \cdot B_{3,3}}{\beta_{40} - \beta_{49}} ; B_{4,4} = N_{40,z}(0) - \sum_{j=1}^3 B_{4,j}$$

$$B_{4,5} = 0$$

^{241}Pu

$$B_{5,j} = \frac{\alpha_{C,40} \cdot B_{4,j}}{\beta_{41} - \beta_k}$$

para $j = 1, \dots, 4$
 $k = 28, 39, 49, 40$

$$B_{5,5} = N_{41,z}(0) - \sum_{j=1}^4 B_{5,j}$$

APÊNDICE DCOEFICIENTES $C_{i,j}$ DA CADEIA-3 ^{235}U

$$C_{1,1} = N_{25,z}(0) \quad ; \quad C_{1,j} = 0 \quad \text{para } j = 2,3$$

 ^{236}U

$$C_{2,1} = \frac{\alpha_{c,25} \cdot C_{1,1}}{\beta_{26} - \beta_{25}} \quad ; \quad C_{2,2} = N_{26,z}(0) - C_{2,1}$$

$$C_{2,3} = 0$$

 ^{237}Np

$$C_{3,1} = \frac{\alpha_{c,26} \cdot C_{2,1}}{\beta_{37} - \beta_{25}} \quad ; \quad C_{3,2} = \frac{\alpha_{c,26} \cdot C_{2,2}}{\beta_{37} - \beta_{26}}$$

$$C_{3,3} = N_{37,z}(0) - C_{3,1} - C_{3,2}$$

APÊNDICE ECOEFICIENTES $E_{i,j}$ DAS EQUAÇÕES DOS PRODUTOS DE FISSÃO

Os coeficientes $E_{i,j}$ são calculados pelas expressões abai

xo:

1ª PF

$$E_{1,1} = \frac{Y_1 \alpha_f}{\beta_1} \quad ; \quad E_{1,2} = N_{1,z}(0) - E_{1,1}$$

$$E_{1,j} = 0 \quad \text{para } j = 3, \dots, 10$$

2ª PF

$$E_{2,1} = \frac{Y_2 \cdot \alpha_f + K_1 \cdot \alpha_{c,1} \cdot E_{1,1}}{\beta_2} \quad ; \quad E_{2,2} = \frac{K_1 \cdot \alpha_{c,1} \cdot E_{1,2}}{\beta_2 - \beta_1}$$

$$E_{2,3} = N_{2,z}(0) - \sum_{j=1}^2 E_{2,j}$$

$$E_{2,j} = 0 \quad \text{para } j = 4, \dots, 10$$

39 PF

$$E_{3,1} = \frac{Y_3 \cdot \alpha_f + K_2 \cdot \alpha_{C,2} \cdot E_{2,1}}{\beta_3}$$

$$E_{3,j} = \frac{K_3 \cdot \alpha_{C,2} \cdot E_{2,j}}{\beta_3 - \beta_j} \quad \text{para } j = 2, \dots, 3$$

$$E_{3,4} = N_{3,j}(0) - \sum_{j=1}^3 E_{3,j} ; E_{3,j} = 0 \quad \text{para } j = 5, \dots, 10$$

40 PF

$$E_{4,1} = \frac{Y_4 \alpha_f + K_3 \cdot \alpha_{C,3} \cdot E_{3,1}}{\beta_4}$$

$$E_{4,j} = \frac{K_3 \cdot \alpha_{C,3} \cdot E_{3,j}}{\beta_4 - \beta_j} \quad \text{para } j = 1, \dots, 3$$

$$E_{4,5} = N_{4,z}(0) - \sum_{j=1}^4 E_{4,j} ; E_{4,j} \quad \text{para } j = 6, \dots, 10$$

50 PF

$$E_{5,1} = \frac{Y_5 \alpha_f + K_4 \cdot \alpha_{C,4} \cdot E_{4,1}}{\beta_5}$$

$$E_{5,j} = \frac{K_4 \cdot \alpha_{C,4} \cdot E_{4,j}}{\beta_5 - \beta_j} \quad \text{para } j = 1, \dots, 4$$

$$E_{5,6} = N_{5,z}(0) - \sum_{j=1}^5 E_{5,j} ; E_{5,j} = 0 \quad \text{para } j=7, \dots, 10$$

60 PF

$$E_{6,1} = \frac{Y_6 \alpha_f + K_5 \cdot \alpha_{C,5} \cdot E_{5,1}}{\beta_6}$$

$$E_{6,j} = \frac{K_5 \alpha_{C,5} \cdot E_{5,j}}{\beta_6 - \beta_j} \quad \text{para } j = 1, \dots, 5$$

$$E_{6,7} = N_{6,z}(0) - \sum_{j=1}^6 E_{6,j} ; E_{6,j} = 0 \quad \text{para } j = 8, \dots, 10$$

x

79 PF

$$E_{7,1} = \frac{Y_7 \alpha_f + K_6 \alpha_{c,6} \cdot E_{6,1}}{\beta_7}$$

$$E_{7,j} = \frac{K_6 \alpha_{c,6} \cdot E_{6,j}}{\beta_7 - \beta_j} \quad \text{para } j = 1, \dots, 6$$

$$E_{7,8} = N_{7,z}(0) - \sum_{j=1}^7 E_{7,j} \quad ; \quad E_{7,j} = 0 \quad \text{para } j = 9, 10$$

89 PF

$$E_{8,1} = \frac{Y_8 \alpha_f + K_7 \alpha_{c,7} \cdot E_{7,1}}{\beta_8}$$

$$E_{8,j} = \frac{K_7 \alpha_{c,7} \cdot E_{7,j}}{\beta_8 - \beta_j} \quad \text{para } j = 1, \dots, 7$$

$$E_{8,9} = N_{8,z}(0) - \sum_{j=1}^8 E_{8,j} \quad ; \quad E_{8,10} = 0$$

99 PF

$$E_{9,1} = \frac{Y_9 \alpha_f + K_8 \alpha_{c,8} \cdot E_{8,1}}{\beta_9}$$

$$E_{9,j} = \frac{K_8 \alpha_{c,8} \cdot E_{8,j}}{\beta_9 - \beta_j} \quad \text{para } j = 1, \dots, 8$$

$$E_{9,10} = N_{9,z}(0) - \sum_{j=1}^9 E_{9,j}$$

APÊNDICE F

VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA

F.1 - *Programa Principal*

F.1.1 - *Variáveis de entrada*

As leituras do programa principal dividem-se em duas partes principais: leituras iniciais (Tabela F.1) e leituras para operações de recarga (Tabela F.2).

Tabela F.1 - Variáveis iniciais de entrada

Cartão	Formato	Variável
1	I2	NGR: números de grupos de energia NGRR: números de grupos rápidos NMAX: número total de núclídeos NPE: número de núclídeos pesados JPE: número de núclídeos pesados contidos na partícula fértil (A) NIS: número de produtos de fissão isolados (considera também os BC e os VQ se houverem)

Tabela F.1 - continuação

Cartão	Formato	Variável
1	I2	<p>NCAD: número de cadeias de produtos de fissão</p> <p>NMP: número de intervalos para dividir-se o tempo de um ciclo de operação</p> <p>NPR: frequência de impressão de resultados</p> <p>INREC: recarga em que se inicia o reciclo (> 2)</p> <p>ITREC: frequência de reciclo</p> <p>IRMAX: número de recargas até se atingir o ciclo de equilíbrio</p> <p>JRMAX: número total de recargas previstas durante a vida útil do reator</p>
2	I2	<p>NREG: número de zonas de recarga</p> <p>MALI: número de identificação de material físsil de alimentação</p> <p>MRCL: identificação do material físsil na partícula fértil</p> <p>KRCL: identificação do material físsil de reciclo na partícula físsil</p> <p>NXE: identificação do ^{135}Xe</p> <p>NPU: identificação do ^{239}Pu</p> <p>IUN: comando lógico para escolher o circuito de processamento mais rápido</p> <p>0 - circuito normal</p> <p>1 - circuito rápido</p> <p>JPUNC: comando lógico para perfuração de cartões</p> <p>0 - não</p> <p>1 - sim</p>

Tabela F.1 - continuação

Cartão	Formato	Variável
2	I2	<p>KCIL: número de núclídeos que serão lidos por zona de recarga</p> <p>NETA: número de isótopos considerados físseis para o cálculo do fator de regeneração</p> <p>NBU: número de isótopos pesados considerados no cálculo de taxa de queima do combustível nuclear</p> <p>NSI: número de identificação do silício</p> <p>INSIL: comando lógico para considerar-se o efeito do silício das partículas TRISO</p> <p>0 - não 1 - sim</p> <p>NIOD: número de identificação do iodo</p> <p>JIOD: comando lógico para considerar-se o efeito do iodo</p> <p>0 - não 1 - sim</p>
3	I2	<p>IMPRO: comando para a impressão dos dados de entrada</p> <p>0 - imprime todos os dados de entrada com exceção das secções de choque</p> <p>1 - imprime apenas as secções de choque</p> <p>-1 - imprime todos os dados de entrada</p> <p>IMPRI: comando para a impressão da energia gerada; razão de conversão; fator de regeneração, densidade de potência e fator de ida</p>

Tabela F.1 - continuação

Cartão	Formato	Variável
3	I2	<p>de do combustível nuclear</p> <p>0 - não 1 - sim</p> <p>IMPR2: comando para a impressão das densidades <u>a</u> tômicas dos núclídeos</p> <p>0 - não 1 - sim</p> <p>IMPR3: comando para a impressão das massas dos núclídeos pesados</p> <p>0 - não 1 - sim</p> <p>IMPR4: comando para a impressão das absorções de neutrons a cada núclídeo</p> <p>0 - não 1 - sim</p> <p>IMPR5: comando para a impressão das produções de neutrons por núclídeo</p> <p>0 - não 1 - sim</p> <p>IMPR6: comando para a impressão do fluxo de neu- tron, das constantes de grupo e do balan- ço de neutrons</p> <p>0 - não 1 - sim</p>
4-6	E12.6	<p>D: diâmetro efetivo do núcleo ativo</p> <p>H: altura do núcleo efetivo</p> <p>FW: número médio de fissões por Watt-seg.</p>

Tabela F.1 - continuação

Cartão	Formato	Variável
4-6	E12.6	<p>POT: potência térmica nominal</p> <p>FCARGA: fator de carga</p> <p>CATH: razão carbono-tório</p> <p>SILU: razão silício-urânio</p> <p>CAER: constante de multiplicação efetiva de final de ciclo</p> <p>EKEF: coeficiente de convergência para constante de multiplicação efetiva</p> <p>FPASS: coeficiente para determinar os acréscimos na iteração do material físsil</p> <p>ERRO: coeficiente de convergência do fluxo de neutrons</p> <p>PERP: perdas de reprocessamento</p> <p>PFAB: perdas de fabricação</p> <p>TREG: frequência de recarga (dias)</p> <p>PMIN: frequência de impressão (dias)</p> <p>TANOS: tempo total de estudo (anos)</p> <p>IDEM: tempo de resfriamento do combustível gasto (dias)</p> <p>TCAR: tempo de duração de uma recarga</p> <p>TREPR: tempo total gasto no reprocessamento e fabricação do material físsil de reciclo - (dias)</p> <p>POR8A; POR5A: enriquecimento do ^{238}U e ^{235}U respectivamente no urânio de alimentação</p>

Tabela F.1 - continuação

Cartão	Formato	Variável
	E12.6	POR9A, POR0A, POR1A: enriquecimento do ^{239}Pu , ^{240}Pu e ^{241}Pu , respectivamente no plutônio de alimentação POR3, POR4, POR5, POR6: enriquecimento do ^{233}U , ^{234}U , ^{235}U , ^{236}U , respectivamente, no urânio reciclado
	E12.6	PESO: peso atômico dos núclídeos pesados
	2A4	Início das leituras de secções de choque (barns). Primeiramente são lidos os núclídeos com apenas a matriz rápida da secção de choque de espalhamento. Título: identificação do núclídeo
	E12.6	SFIS: $v_k^g \cdot \sigma_{f,k}^g$
	E12.6	STOT: $\sigma_{tr,k}^g$
	E12.6	SABS: $\sigma_{a,k}^g$
	E12.6	ENI: v_k^g
	E12.6	S2N: $\sigma_{2n,k}^g$
	E12.6	STRF: $\sigma_{s,k}^{g \rightarrow g'}$
		As leituras acima repetem-se para todos os grupos de energia para os núclídeos acima citados. Em seguida repetem-se leituras análogas para os materiais cuja matriz de secção de choque de espalhamento é completa (moderador, silício)

Tabela F.1 - continuação

Cartão	Formato	Variável
	E12.6	ESPEC: espectro normalizado dos neutrons de fissão (Xg)
	E12.6	BUCL: curvatura geométrica (B^2g)
	E12.6	FVOL: frações de volume de cada zona de recarga (V_z / V)
	I2	JFI: números de identificação dos nuclídeos cujas concentrações serão lidas
	E12.6	ENE: concentração atômica dos nuclídeos (atm/barn.cm)
	I2	NET: número de identificação dos isótopos considerados físeis para o cálculo do fator de regeneração
	I2	NUCAD: número de identificação dos nuclídeos que inicia uma cadeia de produtos de fissão
	I2	ICAD: número de nuclídeos contidos em cada cadeia de produtos de fissão
	I2	NBURN: número de identificação dos isótopos pesados considerados no cálculo taxa de queima do combustível nuclear
	E12.6	FY: coeficientes de crescimento associados com os produtos de fissão em cadeia

Tabela F.1 - Continuação

Cartão	Formato	Variável
	E12.6	YELD3; YELD5; YELD9; YELD1: taxas de crescimento dos produtos de fissão devidos aos núclídeos ^{233}U ; ^{235}U ; ^{239}Pu e ^{241}Pu , respectivamente.

Tabela F.2 - Variáveis de entrada nas operações de recarga

Cartão	Formato	Variável
	I2	KCIL; MALI; IMPRI; IMPR2; IMPR3; IMPR4; IMPR5; IMPR6
	I2	JFI
	E12.6	CAER, EKEF, FCARGA
	E12.6	ENE (atm/barn.cm)

F.1.2 - Variáveis de saída

Tabela F.3 - Variáveis de saída do programa principal

TT	: Tempo de operação
CAEF	: Constante de multiplicação efetiva
CMWH	: Energia térmica gerada em cada ciclo de operação
TMWH	: Energia térmica total
RC	: Razão de conversão média para o reator
ETA	: Fator de regeneração médio para o reator
FPICO	: Fator de idade do combustível
DPOT	: Densidade de potência na zona <u>z</u>
QUEIMA	: Taxa de queima do combustível nuclear
RMWH	: Energia gerada na zona <u>z</u>
PRC	: Razão de conversão na zona <u>z</u>
ETAR	: Razão de regeneração na zona <u>z</u>
ENE	: Densidade atômica
AK	: Massa dos núclídeos pesados
ARN	: Absorções rápidas de neutrons no núclídeo
ATN	: Absorções térmicas
AAN	: Absorções totais
PRN	: Produção rápida de neutrons por núclídeo
PTN	: Produção térmica de neutrons por núclídeo
PPN	: Produção total de neutron
FLUXB	: Fluxo de neutrons
TDIF	: Coeficiente de difusão médio
SNAT	: $\Sigma_a^g(t)$ macro-absorção

Tabela F.3 - continuação

SNFTV:	$\Sigma_f^g(t)$ macro-fissão
S2NT:	$\Sigma_{2n}^g(t)$ macro-2n
SFOR:	$\Sigma_s^g(t)$ macro espalhamento
FABS:	Termo de absorção de neutrons
FFUG:	Termo de fuga de neutrons
FFOR:	Termo de perda de neutrons do grupo g por espalhamento
FDEN:	Termo de ganho de neutrons no grupo g por espalhamento
ENRIQ2:	Enriquecimento final do material físsil de alimentação

F.2 - Programa AUXI

Tabela F.4 - Variáveis de entrada

Cartão	Formato	Variável
1	I2	NPE: número de núclídeos pesados JPE: número de núclídeos pesados contidos na partícula fértil (A). KRCL: identificação do material físsil de reciclo na partícula físsil MRCL: identificação do material físsil de reciclo na partícula fértil
2	2A4	TÍTULO: identificação do núclídeo
	I2	IRMAX: número de recargas até se atingir o ciclo de equilíbrio

Tabela F.4 - continuação

Cartão	Formato	Variável
	I2	JRMAX: número total de recargas prevista durante a vida útil do reator KALI: identificação do fissil inicial de alimentação NREG: número de zonas de recarga
	6.E12.6	TREG: frequência de recarga (dias) PGTT: potência nominal (Mwt) CATH: razão carbono-tório ENRI: enriquecimento do material fissil inicial
	6.E12.6	ULU: massas do material fissil inicial em cada zona de recarga (kgs)
	6.E12.6	Leituras no final de um ciclo de operação: ARM1: massas dos núclídeos pesados (kgs) no final de um ciclo de operação ARC: razão de conversão AETA: fator de regeneração ADP: densidade de potência (watts/cm ³) AFAP: fator de idade do combustível ENRIQ2: enriquecimento final do combustível
	I2	IMALI: identificação do material fissil de alimentação

Tabela F.4 - continuação

Cartão	Formato	Variável
	6.E12.6	Leituras no início de um ciclo de operação: ARM2: Massas dos núclídeos pesados (kgs) no início de um ciclo de operação AKEF: constante de multiplicação efetiva no início de um ciclo de operação ARC: AETA: ADP: AFAP: ENRIQ1: enriquecimento inicial do combustível

APÊNDICE - G

Listagem do Código CICOMB


```

*****
****   CICOMB   CICOMB   CICOMB   ****
*****
IMPLICIT INTEGER*2(I-N)
COMMON ENE(8,50),ALAM(50),AK(8,26),AL2N(50),ALC(26),B
  UCL(9),
*BURN(8),CAEF,CMWH,CHUT1,CHUT2,DPOT(8),DKEF,EO(8,50),E
  SPEC(9),
*ETAR(8),ERECL,ETA,EC1,EC2,EC3,ERRO,FLUXB(9),FPICO(8),
  FVOL(8),FPASS
*,FW,PESO(26),PRC(8),PERP,PFAB,PMIN,POR3,POR4,POR5,POR
  6,POROA,POR1A
*,POR8A,POR9A,POT,QUEIMA(8),GRECL,QUOC,RC,RMWH(8),RSIG
  (9,8),POR5A,
*S2N(9,50),S2NT(9),SABS(9,50),SCAP(9,26),SFIS(9,50),SF
  OR(9),SESP,
*SNA(9,8),SNAT(9),SNF(9,8),SNFT(9),SNST(9,9),SNTT(9),S
  SFIS(9,26),
*STOT(9,50),STRF(9,9,50),TDIF(9),TITULO(2,50),TSIG(9),
  T,TCAR,TMWH,
*TT,TTT,TVOL,VOL(8),YELD1(50),YELD3(50),YELD5(50),YELD
  9(50),
*FY(.10,10)
COMMON ICAD(8),KKN(10),NET(26),NUCAD(8),JNU,JPE,KCII,
  KPE,MREG,N1,
*N2,N4,N5,N6,NCAD,NGR,NGRR,NGRR2,NMAX,NPE,NREG,NETA,NX
  E,IMPR1,
*IMPR2,IMPR3,IMPR4,IMPR5,IMPR6,IREF,IREF1,INREC,ITREC,
  JNREC,KRCL,
*KNREC,MALI,NPU,NPARE,MRCL,JJREC,NPULE,I1,I2
  DIMENSION JFI(50),NBURN(26),ENI(9,50),ENE0(8,50)
  DOUBLE PRECISION ENE
  READ 1,NGR,NGRR,NMAX,NPE,JPE,NIS,NC,NCAD,NMP,NPR,INRE
  C,ITREC,IRMAX
*,JRMAX
  READ 1,NREG,MALI,MRCL,KRCL,NXE,NPU,IUN,JPUNC,KCIL,NET
  A,NBU,NSI,
*INSIL,NIOD,JIOD
  READ 1,IMPRO,IMPR1,IMPR2,IMPR3,IMPR4,IMPR5,IMPR6
  READ 3,D,H,FW,POT,FCARGA,CATH,SILU,CAER,EKEF,FPASS,ER
  RO,PERP,PFAB
  READ 3,TREG,PMIN,TANOS,TDEM,TCAR,TREPR
  READ 3,POR8A,POR5A,POR9A,POROA,POR1A,POR3,POR4,POR5,P
  OR6
  READ4,(PESO(I),I=1,26)
  NGR2=NGRR+1
  N1=NPE+1
  N2=N1-1+NIS
  N3=N2+1
  N4=N3-1+NC
  N5=N4+1
  N6=N5+1
  TVOL=3.14159*D*D*H/4.
  DO 100 N=1,N5
  READ 10,(TITULO(I,N),I=1,2)
  DO 150 I=1,NGR

```

```

150 READ 3, SFIS(I,N), STOT(I,N), SABS(I,N), ENI(I,N), S2N(I,N
    )
    DO 250 J=1, NGRR2
250 READ 3, (STRF(I,J,N), I=1, NGRR)
100 CONTINUE
    DO 110 N=N6, NMAX
    READ 10, (TITULD(I,N), I=1, 2)
    DO 115 I=1, NGR
115 READ 3, SFIS(I,N), STOT(I,N), SABS(I,N), ENI(I,N), S2N(I,N
    )
    DO 125 J=1, NGR
125 READ 3, (STRF(I,J,N), I=1, NGR)
110 CONTINUE
    READ 3, (ESPEC(I), I=1, NGR)
    READ 3, (BUCL(I), I=1, NGR)
    READ 3, (FVOL(I), I=1, NREG)
    DO 50 I=1, NREG
    VOL(I)=TVOL*FVOL(I)
    DO 50 J=1, NMAX
    ENE(I,J)=.0
50 CONTINUE
    READ 1, (JFI(I), I=1, KCIL)
    DO 51 I=1, NREG
    DO 51 J=1, KCIL
    N=JFI(J)
    READ 3, ENE(I,N)
51 CONTINUE
    READ 1, (NET(I), I=1, NETA)
    READ 1, (NUCAD(I), I=1, NCAD)
    READ 1, (ICAD(I), I=1, NCAD)
    READ 1, (NBURN(I), I=1, NBU)
    DO 48 I=1, NCAD
48 READ 3, (FY(I,J), J=1, 9)
    DO 49 N=N1, N5
49 READ 3, YELD3(N), YELD5(N), YELD9(N), YELD1(N)
    DO 435 I=1, 10
435 KKN(I)=I
    ITERA=1
    IPR=0
    TT=.0
    IREC=0
    IREF=0
    MREG=NREG
    JREGI=MREG
    I1=0
    I2=0
    IREF1=IREF+1
    KPE=JPE+1
    CHUT1=ENE(MREG, MALI)
    CHUT2=CHUT1
    CHUT3=CHUT1
    NPULE=0
    JNREC=0
    KNREC=0
    NPARE=0
    JNU=MALI
    ERECL=.0
    QRECL=.0
    ECI=.0

```

```
EC2=.0
EC3=.0
CMWH=.0
TMWH=.0
TTT=.0
FPSS=FPASS
QUOC=TREPR/TREG
POTTT=POT
POTT=POT*1.0E-6
PMAX=NMP
T=TREG*8.64E+04/PMAX
IF(MALI-NPU)60,61,60
61 ENRIQ1=POR9A
GO TO 62
60 ENRIQ1=POR5A
62 DO 203 N=1,NPE
DO 203 I=1,NGR
IF(ENI(I,N))201,201,200
200 SSFIS(I,N)=SFIS(I,N)/ENI(I,N)
GO TO 202
201 SSFIS(I,N)=.0
202 SCAP(I,N)=SABS(I,N)-SSFIS(I,N)
203 CONTINUE
DO 3750 I=1,NREG
RMWH(I)=.0
DO 3750 J=1,NMAX
EO(I,J)=ENE(I,J)
3750 CONTINUE
DO 3710 I=1,NREG
PBU=.0
DO 3700 J=1,NBU
N=NBURN(J)
PBURN=ENE(I,N)*VOL(I)*PESO(N)*1.E-06/.60247
PBU=PBU+PBURN
3700 CONTINUE
BURN(I)=PBU
3710 CONTINUE
IF(IMPRO)5094,5094,5095
5094 PRINT 5020,D,H,CATH
PRINT 5023,POTT,FCARGA
PRINT 5021,TANOS,TREG,TCAR
PRINT 5022,NREG,IRMAX
DO 5025 I=1,NREG
PRINT 5024,I,VOL(I)
5025 CONTINUE
PRINT 5031,INREC,ITREC,(TITULO(I,KRCL),I=1,2)
PRINT 5032,TREPR,TDEM,PERP,PFAB
PRINT 5039,NGR,NGRR
DO 5041 I=1,NGR
PRINT 5040,I,ESPEC(I),BUCL(I)
5041 CONTINUE
PRINT 5033,NMAX,(TITULO(I,NMAX),I=1,2),(TITULO(I,N6),
I=1,2),NPE
PRINT 5034,((TITULO(I,N),I=1,2),N=1,NPE)
PRINT 5035
PRINT 5034,((TITULO(I,N),I=1,2),N=N1,N2)
PRINT 5036
DO 5037 I=1,NCAD
J=NUCAD(I)
```

```

      K=J+ICAD(I)-1
      PRINT 5038,I
      PRINT 5034,((TITULO(L,N),L=1,2),N=J,K)
      PRINT 7
5037 CONTINUE
      PRINT 5042
      DO 5044 N=N1,N5
      PRINT 5043,N,(TITULO(I,N),I=1,2),YELD3(N),YELD5(N),YE
        LD9(N),YELDI(
          *N)
5044 CONTINUE
5095 IF(IMPRO)4360,5096,4360
4360 DO 130 N=1,N5
      PRINT 5000,N,(TITULO(I,N),I=1,2)
      PRINT 5001
      DO 5045 I=1,NGR
      PRINT 5015,I,SFIS(I,N),STOT(I,N),SABS(I,N),ENI(I,N),S
        2N(I,N)
5045 CONTINUE
      PRINT 5002
      PRINT 5004,(KKN(I),I=1,NGRR)
      PRINT 5003
      DO 5046 J=1,NGRR2
      PRINT 5015,J,(STRF(I,J,N),I=1,NGRR)
5046 CONTINUE
      130 CONTINUE
      DO 140 N=N6,NMAX
      PRINT 5000,N,(TITULO(I,N),I=1,2)
      PRINT 5001
      DO 5048 I=1,NGR
      PRINT 5015,I,SFIS(I,N),STOT(I,N),SABS(I,N),ENI(I,N),S
        2N(I,N)
5048 CONTINUE
      PRINT 5002
      PRINT 5004,(KKN(I),I=1,NGRR)
      PRINT 5003
      DO 5049 J=1,NGRR2
      PRINT 5015,J,(STRF(I,J,N),I=1,NGRR)
5049 CONTINUE
      PRINT 5005
      PRINT5004,(KKN(I),I=NGRR2,NGR)
      PRINT 5003
      DO 5050 J=NGRR2,NGR
      PRINT 5015,J,(STRF(I,J,N),I=NGRR2,NGR)
5050 CONTINUE
      140 CONTINUE
5096 PRINT 2
      PFAB=1.-PFAB
      PERP=1.-PERP
      POT=POT*FCARGA
3000 NCONT=0
      INMP=NMP+1
      DO 3009 IN=1,INMP
      CALL FLUKEF
      DKEF=CAEF-CAER
      NCONT=NCONT+1
      IF(NCONT-(NMP+1))3001,3002,3002
3001 IF(DKEF)3013,3013,3002
3002 CALL NORMA

```

```

3530 IF(ITERA)3530,3530,3580
      IF(IUN)3581,3581,3580
3581 CALL NERGIA
      TTT=T
3580 IF(IPRINT)3007,3007,3003
3003 IF(IPR)3005,3005,3004
3004 IPR=IPR+1
      IF(IPR-(NPR+1))3007,3005,3005
3005 IPR=1
      CALL CALPR
5093 TT=TT+PMIN
      GO TO 3007
3006 IPR=IPR+1
3007 IF(NCONT-(NMP+1))3008,3009,3009
3008 CALL BURNUP(NIOD,JIOD)
3009 CONTINUE
      IF(IREC)3010,3010,3011
3010 IF(ABS(DKEF)-EKEF)3021,3021,3013
3021 IF(NPULE)3012,3012,3022
3022 IF(NPARE)3023,3023,3012
3023 ERECL=QRECL*.60247/(VOL(MREG)*PESO(MRCL)*1.E-03)
      IF(E0(MREG,KRCL)-ERECL)3024,3024,3025
3024 QRECL=QRECL
      QRECL=QRECL-E0(MREG,KRCL)*VOL(MREG)*PESO(KRCL)*1.E-03
          /.60247
      JJREC=0
      GO TO 3012
3025 NPARE=1
      DO 3050 I=1,NREG
      DO 3050 J=1,NMAX
      ENE(I,J)=E0(I,J)
3050 CONTINUE
      MAR=2
      GO TO 3037
3011 TT=TT-PMIN
6030 IREF=IREF+1
      IREF1=IREF+1
      IF(IREF-IRMAX)3015,3015,1000
3012 PBU=.0
      TTT=.0
      DO 3640 I=1,NBU
      N=NBURN(I)
      PBURN=E0(MREG,N)*VOL(MREG)*PESO(N)*1.E-06/.60247
      PBU=PBU+PBURN
3640 CONTINUE
      BURN(MREG)=PBU
      DO 3500 I=1,NREG
      DO 3500 J=1,NMAX
      ENEO(I,J)=ENE(I,J)
      ENE(I,J)=E0(I,J)
3500 CONTINUE
      AUX=VOL(MREG)*1.E-03/.60247
      AK(MREG,MALI)=ENE(MREG,MALI)*PESO(MALI)*AUX
      AK(MREG,KRCL)=ENE(MREG,KRCL)*PESO(KRCL)*AUX
      IF(E0(MREG,MALI))3045,3045,3046
3045 E0(MREG,MALI)=CHUT3
      GO TO 3047
3046 CHUT1=E0(MREG,MALI)
3047 IF(E0(MREG,KRCL))3048,3048,3049

```

```

3048 EO(MREG,KRCL)=CHUT3
3049 IF(TT)3040,3040,3041
3040 PRINT 20
      GO TO 6040
3041 PRINT 5026,IREF,MREG,TT,TCAR
      PRINT 5027,CAER,FCARGA
      IF(JJREC)3042,3044,3043
3042 PRINT 24
      PRINT 5029,(TITULO(I,KRCL),I=1,2),AK(MREG,KRCL),(TITU
        LO(I,MALI),I=
          *1,2),AK(MREG,MALI)
      GO TO 6040
3043 PRINT 21
      PRINT 5028,(TITULO(I,MALI),I=1,2),AK(MREG,MALI)
      GO TO 6040
3044 PRINT 24
      PRINT 5030,(TITULO(I,KRCL),I=1,2),QQECL,AK(MREG,KRCL)
        ,(TITULO(I,MA
          *LI),I=1,2),AK(MREG,MALI)
6040 IF(IUN)6000,6000,6010
6000 IPRINT=1
      IREC=1
      IPR=0
      ITERA=0
      GO TO 3000
6010 CALL FLUKEF
      CALL NORMA
      CALL NERGIA
      CALL CALPR
      IF(JPUNC)600,600,601
601 IF(TT)603,603,602
602 PUNCH 1,MALI
      PUNCH 3,(AK(MREG,I),I=1,NPE),CAEF,RC,ETA,DPOT(MREG)
        ,FPICD(MREG),
          *ENRIQ1
      GO TO 600
603 PUNCH 1,IRMAX,JRMAX,MALI,NREG
      PUNCH 3,TREG,POTT,CATH,POR5A
      PUNCH 3,(AK(I,MALI),I=1,NREG)
600 TT=TT+TREG
      TTT=TREG*8.64E+04
      DO 6020 I=1,NREG
      DO 6020 J=1,NMAX
      ENE(I,J)=ENE0(I,J)
6020 CONTINUE
      CALL FLUKEF
      CALL NORMA
      CALL NERGIA
      CALL CALPR
      RIC=.0
      IF(JREGI-NREG)500,501,501
500 JREGI=MREG+1
      GO TO 502
501 JREGI=1
502 IF(MALI-NPU)7502,7503,7502
7503 J=MALI+2
      GO TO 7504
7502 J=MALI+1
      RIC=ENE(JREGI,J+2)

```

```

7504 DO 7505 I=MALI,J
      RIC=RIC+ENE(JREGI,I)
7505 CONTINUE
      ENRIQ2=ENE(JREGI,MALI)/RIC
      IF(JPUNC)6030,6030,604
604 PUNCH 3,(AK(JREGI,I),I=1,NPE),RC,ETA,DPOT(JREGI),FP
      ICD(JREGI),
      *ENRIQ2
      GO TO 6030
3013 CALL TERAC(NSI,INSIL,SILU)
      GO TO 3000
3015 IPRINT=0
      IREC=0
      ITERA=1
      MREG=MREG+1
      CALL RECRC(TDEM,NIOD,JIOD)
      RMWH(MREG)=.0
      TMWH=.0
      DO 40 I=1,NMAX
      ENE(MREG,I)=.0
40 CONTINUE
      PRINT 2
      READ 3,CHUT1
      READ 1,KCIL,MALI,IMPR1,IMPR2,IMPR3,IMPR4,IMPR5,IMPR6
      READ 1,(JFI(I),I=1,KCIL)
      READ 3,CAER,EKEF,FCARGA
      DO 3030 I=1,KCIL
      J=JFI(I)
3030 READ 3,ENE(MREG,J)
      POT=POTTT*FCARGA
      FPASS=FPSS
      CHUT2=.143320E-04
      JNREC=JNREC+1
      MAR=1
      IF(MALI-NPU)7500,7501,7500
7501 ENRIQ1=POR9A
      GO TO 3037
7500 ENRIQ1=POR5A
3037 CALL SCOLHE(MAR)
      GO TO 3000
1 FORMAT(40I2)
2 FORMAT(1H1)
3 FORMAT(6E12.6)
4 FORMAT(11F7.3)
7 FORMAT(//)
10 FORMAT(2A4)
20 FORMAT(5X,14HCARGA INICIAL/)
21 FORMAT(//10X,22H*RECARGA SEM RECICLO/)
24 FORMAT(//10X,22H*RECARGA COM RECICLO/)
5020 FORMAT(1H1,5X,24H*CARACTERISTICAS GERAIS//10X,41H*DI
      AMETRO DO N
      *UCLEO(CM).....=,F8.2 /10X,41H*ALTURA DO N
      UCLEO(CM).....
      *.....=,F8.2 /10X,41H*RAZAD C/TH.....
      .....
      *..=,F8.2)
5021 FORMAT(10X,41H*TEMPO TOTAL DE OPERACAO(ANOS).....
      .=,F8.2 /10X,
      *41H*TEMPO ENTRE RECARGAS(DIAS).....=,F8.2 /10
      X,41H*TEMPO

```

```

*DE RECARGA(DIAS).....=,F8.2)
5022 FORMAT(10X,41H*NUMERO DE ZONAS DE RECARGA.....
    .,I2/10X,41H
**NUMERO TOTAL DE RECARGAS.....=,I2/10X,41H*
    VOLUMES DAS
* ZONAS DE RECARGA(CM3)..=/)
5023 FORMAT(10X,41H*POTENCIA TERMICA NOMINAL(MW).....
    .,F8.2 /10X,
*41H*FATOR DE CARGA.....=,F8.2)
5024 FORMAT(25X,2HV(,I1,3H) =,E12.6)
5026 FORMAT(1H1,09X,41H*RECARGA.....
    .....=,I2/10X
*,41H*ZONA.....=,I2/10X,
    41H*TEMPO DE
* OPERACAO(DIAS).....=,E12.6/10X,41H*TEMPO
    DE RECARGA(D
*IAS).....=,E12.6)
5027 FORMAT(10X,41H*KEFF DE FIM DE CICLO.....
    .,E12.6/10X,
*41H*FATOR DE CARGA.....=,E12.6)
5028 FORMAT(10X,41H*FISSIL DE ALIMENTACAO(KGS).....
    .,2A4,2X,E12
*.6)
5029 FORMAT(10X,34H*FISSIL DE RECICLO INSUFICIENTE/10X,
    41H*QUANTIDAD
*E DISPONIVEL(KGS).....=,2A4,2X,E12.6/10X,41H*
    FISSIL DE A
* LIMENTACAO(KGS).....=,2A4,2X,E12.6)
5030 FORMAT(10X,32H*FISSIL DE RECICLO SUFICIENTE/10X,41
    H*DISPONIVEL.
*.....=,2A4,2X,E12.6/10X,41H*NE
    CESSARIO.....
*.....=,10X,E12.6/10X,41H*FISSIL D
    E ALIMENTACA
*0.....=,2A4,2X,E12.6)
5031 FORMAT(5X,29H*CARACTERISTICAS DE RECICLO///10X,41H*
    INICIO NA R
*ECARGA.....=,I2/10X,41H*PERIODO.....
    .....
*.....=,I2/10X,41H*MATERIAL RECICLADO.....
    .....=,
*2A4)
5032 FORMAT(10X,41H*TEMPO DE RECUPERACAO(DIAS).....
    .,F8.2 /10X,
*41H*TEMPO DE ESPERA(DIAS).....=,F8.2 /10
    X,41H*PERDAS
*DE PROCESSAMENTO.....=,F8.2/10X,41H*PERDAS
    DE FABRICAC
*AO.....=F8.2//)
5033 FORMAT(1H1,5X,10H*NUCLIDEOS//10X,41H*NUMERO TOTAL...
    .....
*.....=,I2/10X,41H*MODERADOR.....
    .....=,2A
*4/10X,41H*OUTROS.....=,2A
    4,1X,/10X,41H
**NUCLIDEOS PESADOS.....=,I2)
5034 FORMAT(53X,2A4,1X,2A4,1X,2A4,1X,2A4,1X,2A4)
5035 FORMAT(10X,21H*PRODUTOS DE FISSAO/15X,36H*ISOLADOS.
    .....

```



```

*.....=)
5036 FORMAT(15X,36H*EM CADEIA.....=)
5038 FORMAT(52X,06HCADEIA,2X,I2)
5042 FORMAT(1H1,29X,21HPARAMETROS NUCLEARES//25X,31HTAXAS
      DE CRESCIM
      *ENTO DOS PF//4X,8HNUCLIDEO,13X,04HU233,10X,04HU235,
      10X,05HPU239,
      *10X,05HPU241/)
5043 FORMAT(4X,I2,2X,2A4,5X,4(E12.6,2X))
5000 FORMAT(1H1,9X,12HNUCLIDEO ,I2,2X,2A4//)
5001 FORMAT(10X,5HGRUPO,5X,9HNI*FISSAO,5X,10HTRANSPORTE,6X
      ,8HABSORCAO,7
      *X,8HN/FISSAO,10X,4HN-2N/)
5002 FORMAT(//,35X,37HSECCAO DE CHOQUE DE TRANSFERENCI
      A//48X,10HDOS
      * GRUPOS)
5003 FORMAT(/5X,11HPARA GRUPOS)
5004 FORMAT(23X,6(I1,14X))
5005 FORMAT(//24X,46HSECCAO DE CHOQUE TERMICA DE TRAN
      SFERENCIA//41
      *X,11HDOS GRUPOS)
5015 FORMAT(11X,I2,5X,5(E12.6,3X))
5039 FORMAT(05X,22H*PARAMETROS NUCLEARES/10X,41H*NUMERO
      DE GRUPOS D
      *E ENERGIA.....=,I2/10X,41H*GRUPOS RAPIDOS.....
      .....
      *....=,I2//10X,34H*ESPECTRO DE FISSAO E BUCKLING//
      11X,32HGRUPO
      * ESPECTRO BUCKLING/)
5040 FORMAT(12X,I2,4X,E12.6,2X,E12.6)
1000 STOP
      END

```

```

SUBROUTINE FLUKEF
IMPLICIT INTEGER*2(I-N)
COMMON ENE(8,50),ALAM(50),AK(8,26),AL2N(50),ALC(26),B
  UCL(9),
*BURN(8),CAEF,CMWH,CHUT1,CHUT2,DPUT(8),DKEF,E0(8,50),E
  SPEC(9),
*ETAR(8),ERECL,ETA,EC1,EC2,EC3,ERRO,FLUXB(9),FPICO(8),
  FVOL(8),FPASS
*,FW,PESO(26),PRC(8),PERP,PFAB,PMIN,POR3,POR4,POR5,POR
  6,POROA,POR1A
*,POR8A,POR9A,POT,QUEIMA(8),QRECL,QUOC,RC,RMWH(8),RSIG
  (9,8),POR5A,
*S2N(9,50),S2NT(9),SABS(9,50),SCAP(9,26),SFIS(9,50),SF
  OR(9),SESP,
*SNA(9,8),SNAT(9),SNF(9,8),SNFT(9),SNST(9,9),SNTT(9),S
  SFIS(9,26),
*STOT(9,50),STRF(9,9,50),TDIF(9),TITULO(2,50),TSIG(9),
  T,TCAR,TMWH,
*TT,TTT,TVOL,VOL(8),YELD1(50),YELD3(50),YELD5(50),YELD
  9(50),
*FY(10,10)
COMMON ICAD(8),KKN(10),NET(26),NUCAD(8),JNU,JPE,KCIL,
  KPE,MREG,N1,
*N2,N4,N5,N6,NCAD,NGR,NGRR,NGRR2,NMAX,NPE,NREG,NETA,NX
  E,IMPR1,
*IMPR2,IMPR3,IMPR4,IMPR5,IMPR6,IREF,IREF1,INREC,ITREC,
  JNREC,KRCL,
*KNREC,MALI,NPU,NPARE,MRCL,JJREC,NPULE,I1,I2
DIMENSION SNT(9,8),S2N1(9,8),RDIF(9,8),SNS(9,9,8),FLU
  XA(9)
DOUBLE PRECISION ENE
DO 55 I=1,NGR
DO 55 J=1,NREG
SNT(I,J)=.0
SNA(I,J)=.0
SNF(I,J)=.0
S2N1(I,J)=.0
RDIF(I,J)=.0
DO 54 K=1,NGR
SNS(I,K,J)=.0
SNST(I,K)=.0
54 CONTINUE
DO 55 N=1,NMAX
AUX=ENE(J,N)
SNT(I,J)=SNT(I,J)+AUX*STOT(I,N)
SNA(I,J)=SNA(I,J)+AUX*SABS(I,N)
SNF(I,J)=SNF(I,J)+AUX*SFIS(I,N)
S2N1(I,J)=S2N1(I,J)+AUX*S2N(I,N)
RDIF(I,J)=1./(3.*SNT(I,J))
55 CONTINUE
DO 56 I=1,NGRR
DO 56 J=1,NREG
DO 56 N=1,NMAX
DO 56 K=1,NGRR2
AUX=ENE(J,N)
SNS(I,K,J)=SNS(I,K,J)+AUX*STRF(I,K,N)
56 CONTINUE
DO 57 I=NGRR2,NGR
DO 57 K=1,NREG

```

```

DO 57 N=N6,NMAX
DO 57 J=NGRR2,NGR
AUX=ENE(K,N)
SNS(I,J,K)=SNS(I,J,K)+AUX*STRF(I,J,N)
57 CONTINUE
DO 58 I=1,NGR
SNTT(I)=.0
SNAT(I)=.0
S2NT(I)=.0
SNFT(I)=.0
DO 30 K=1,NREG
AUX=FVOL(K)
SNTT(I)=SNTT(I)+AUX*SNT(I,K)
SNAT(I)=SNAT(I)+AUX*SNA(I,K)
S2NT(I)=S2NT(I)+AUX*S2N1(I,K)
SNFT(I)=SNFT(I)+AUX*SNF(I,K)
DO 30 J=1,NGR
SNST(I,J)=SNST(I,J)+FVOL(K)*SNS(I,J,K)
30 CONTINUE
TDIF(I)=1./(3.*SNTT(I))
58 CONTINUE
DO 59 IG=1,NGR
FLUXA(IG)=1.0
59 CONTINUE
SESP=.0
DO 60 IG=1,NGR
SESP=SESP+ESPEC(IG)
60 CONTINUE
DO 62 IG=1,NGR
SFOR(IG)=.0
DO 61 IGG=1,NGR
SFOR(IG)=SFOR(IG)+SNST(IG,IGG)
61 CONTINUE
SFOR(IG)=SFOR(IG)+BUCL(IG)*TDIF(IG)+SNAT(IG)-SNST(IG,
IG)
62 CONTINUE
75 PRO=.0
PER=.0
DO 63 IG=1,NGR
PRO=PRO+SNFT(IG)*FLUXA(IG)
PER=PER+(BUCL(IG)*TDIF(IG)+SNAT(IG))*FLUXA(IG)
63 CONTINUE
CAEF=PRO*SESP/PER
DO 65 IGG=1,NGR
SDEN=.0
DO 64 IG=1,NGR
SDEN=SDEN+SNST(IG,IGG)*FLUXA(IG)
64 CONTINUE
SDEN=SDEN-SNST(IGG,IGG)*FLUXA(IGG)
FLUXB(IGG)=(ESPEC(IGG)*PRO/CAEF+SDEN)/SFOR(IGG)
65 CONTINUE
DO 66 IG=1,NGR
ERROA=ABS((FLUXA(IG)-FLUXB(IG))/FLUXB(IG))
IF(ERRO-ERROA)67,67,66
66 CONTINUE
GO TO 69
DO 68 IG=1,NGR
FLUXA(IG)=FLUXB(IG)
68 CONTINUE

```

XXXV

69 GO TO 75
CONTINUE
RETURN
END

```

SUBROUTINE NORMA
IMPLICIT INTEGER*2(I-N)
COMMON ENE(8,50),ALAM(50),AK(8,26),AL2N(50),ALC(26),B
    UCL(9),
*BURN(8),CAEF,CMWH,CHUT1,CHUT2,DPOT(8),DKEF,E0(8,50),E
    SPEC(9),
*ETAR(8),ERECL,ETA,EC1,EC2,EC3,ERRO,FLUXB(9),FPICO(8),
    FVOL(8),FPASS
*,FW,PESO(26),PRC(8),PERP,PFAB,PMIN,POR3,POR4,POR5,POR
    6,POROA,POR1A
*,POR8A,POR9A,POT,QUEIMA(8),QRECL,QUOC,RC,RMWH(8),RSIG
    (9,8),POR5A,
*S2N(9,50),S2NT(9),SABS(9,50),SCAP(9,26),SFIS(9,50),SF
    DR(9),SESP,
*SNA(9,8),SNAT(9),SNF(9,8),SNFT(9),SNST(9,9),SNTT(9),S
    SFIS(9,26),
*STOT(9,50),STRF(9,9,50),TDIF(9),TITULO(2,50),TSIG(9),
    T,TCAR,TMWH,
*TT,TTT,TVOL,VOL(8),YELD1(50),YELD3(50),YELD5(50),YELD
    9(50),
*FY(10,10)
    COMMON ICAD(8),KKN(10),NET(26),NUCAD(8),JNU,JPE,KCIL,
        KPE,MREG,N1,
*N2,N4,N5,N6,NCAD,NGR,NGRR,NGRR2,NMAX,NPE,NREG,NETA,NX
    E,IMPR1,
*IMPR2,IMPR3,IMPR4,IMPR5,IMPR6,IREF,IREF1,INREC,ITREC,
    JNREC,KRCL,
*KNREC,MALI,NPU,NPARE,MRCL,JJREC,NPULE,I1,I2
DOUBLE PRECISION ENE
DO 71 IG=1,NGR
    TSIG(IG)=.0
DO 71 IR=1,NREG
    RSIG(IG,IR)=.0
DO 70 NUCL=1,NPE
    RSIG(IG,IR)=RSIG(IG,IR)+ENE(IK,NUCL)*SSFIS(IG,NUCL)
70 CONTINUE
    TSIG(IG)=TSIG(IG)+RSIG(IG,IR)*FVOL(IR)
71 CONTINUE
    FCORR=.0
DO 72 IG=1,NGR
    FCORR=FCORR+TSIG(IG)*FLUXB(IG)
72 CONTINUE
    FCORR=POT*FW/(FCORR*TVOL)*1.E-24
DO 73 IG=1,NGR
    FLUXB(IG)=FCORR*FLUXB(IG)
73 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE NERGIA
  IMPLICIT INTEGER*2(I-N)
  COMMON ENE(8,50),ALAM(50),AK(8,26),AL2N(50),ALC(26),B
    UCL(9),
  *BURN(8),CAEF,CMWH,CHUT1,CHUT2,DPOT(8),DKEF,E0(8,50),E
    SPEC(9),
  *ETAR(8),ERECL,ETA,EC1,EC2,EC3,ERRO,FLUXB(9),FPIC0(8),
    FVOL(8),FPASS
  *,FW,PESO(26),PRC(8),PERP,PFAB,PMIN,POR3,POR4,POR5,POR
    6,POR0A,POR1A
  *,POR8A,POR9A,POT,QUEIMA(8),QRECL,QUOC,RC,RMWH(8),RSIG
    (9,8),POR5A,
  *S2N(9,50),S2NT(9),SABS(9,50),SCAP(9,26),SFIS(9,50),SF
    OR(9),SESP,
  *SNA(9,8),SNAT(9),SNF(9,8),SNFT(9),SNST(9,9),SNTT(9),S
    SFIS(9,26),
  *STOT(9,50),STRF(9,9,50),TDIF(9),TITULO(2,50),TSIG(9),
    T,TCAR,TMWH,
  *TT,TTT,TVOL,VOL(8),YELD1(50),YELD3(50),YELD5(50),YELD
    9(50),
  *FY(10,10)
  COMMON ICAD(8),KKN(10),NET(26),NUCAD(8),JNU,JPE,KCIL,
    KPE,MREG,N1,
  *N2,N4,N5,N6,NCAD,NGR,NGRR,NGRR2,NMAX,NPE,NREG,NETA,NX
    E,IMPR1,
  *IMPR2,IMPR3,IMPR4,IMPR5,IMPR6,IREF,IREF1,INREC,ITREC,
    JNREC,KRCL,
  *KNREC,MALI,NPU,NPARE,MRCL,JJREC,NPULE,I1,I2
  DIMENSION PT(8),FPT(8)
  DOUBLE PRECISION ENE
  TPT=.0
  DO 3550 I=1,NREG
    PT(I)=.0
  DO 3540 J=1,NGR
    PT(I)=PT(I)+RSIG(J,I)*FLUXB(J)
3540 CONTINUE
    TPT=TPT+PT(I)
3550 CONTINUE
    DO 3560 I=1,NREG
      FPT(I)=PT(I)/TPT
3560 CONTINUE
    DO 3570 I=1,NREG
      AUX=FPT(I)*POT*TTT/3.6E+09
      TMWH=TMWH+AUX
      CMWH=CMWH+AUX
      RMWH(I)=RMWH(I)+AUX
      QUEIMA(I)=RMWH(I)/(24.*BURN(I))
      DPOT(I)=FPT(I)*POT/VOL(I)
3570 CONTINUE
  RETURN
  END

```

```

SUBROUTINE CALPR
  IMPLICIT INTEGER*2(I-N)
  COMMON ENE(8,50),ALAM(50),AK(8,26),AL2N(50),ALC(26),B
    UCL(9),
  *BURN(8),CAEF,CMWH,CHUT1,CHUT2,DPOT(8),DKEF,E0(8,50),E
    SPEC(9),
  *ETAR(8),ERECL,ETA,EC1,EC2,EC3,ERRO,FLUXB(9),FPIC0(8),
    FVOL(8),FPASS
  *,FW,PESO(26),PRC(8),PERP,PFAB,PMIN,POR3,POR4,POR5,POR
    6,POROA,PORIA
  *,POR8A,POR9A,POT,QUEIMA(8),QRECL,QUOC,RC,RMWH(8),RSIG
    (9,8),POR5A,
  *S2N(9,50),S2NT(9),SABS(9,50),SCAP(9,26),SFIS(9,50),SF
    OR(9),SESP,
  *SNA(9,8),SNAT(9),SNF(9,8),SNFT(9),SNST(9,9),SNTT(9),S
    SFIS(9,26),
  *STOT(9,50),STRF(9,9,50),TDIF(9),TITULO(2,50),TSIG(9),
    T,TCAR,TMWH,
  *TT,TTT,TVOL,VOL(8),YELD1(50),YELD3(50),YELD5(50),YELD
    9(50),
  *FY(10,10)
  COMMON ICAD(8),KKN(10),NET(26),NUCAD(8),JNU,JPE,KCIL,
    KPE,MREG,N1,
  *N2,N4,N5,N6,NCAD,NGR,NGRR,NGRR2,NMAX,NPE,NREG,NETA,NX
    E,IMPR1,
  *IMPR2,IMPR3,IMPR4,IMPR5,IMPR6,IREF,IREF1,INREC,ITREC,
    JNREC,KRCL,
  *KNREC,MALI,NPU,NPARE,MRCL,JJREC,NPULE,I1,I2
  DIMENSION FFUG(9),FABS(9),FFOR(9),PRN(50),ARN(50),PA(
    9),PTN(50),
  *ATN(50),AFIS(26),BABS(26),CCAP(26),DSFI(26),AKI(26),A
    AN(50),
  *ETA1(8),ETA2(8),PPN(50),FDEN(9),FPR(9),FAR(9),FONTE(9
    )
  DOUBLE PRECISION ENE
  DO 74 IG=1,NGR
    SFOR(IG)=SFOR(IG)-SNAT(IG)-BUCL(IG)*TDIF(IG)
74  CONTINUE
  TPERD=.0
  DO 80 IG=1,NGR
    TPERD=TPERD+(BUCL(IG)*TDIF(IG)+SNAT(IG))*FLUXB(IG)
80  CONTINUE
  DO 82 IGG=1,NGR
    FFUG(IG)=TDIF(IG)*BUCL(IG)*FLUXB(IG)/TPERD
    FABS(IG)=SNAT(IG)*FLUXB(IG)/TPERD
    FFOR(IG)=.0
  DO 81 IGG=1,NGR
    FFOR(IG)=FFOR(IG)+SNST(IG,IGG)*FLUXB(IG)
81  CONTINUE
    FFOR(IG)=(FFOR(IG)-SNST(IG,IG))/TPERD
82  CONTINUE
  DO 84 IGG=1,NGR
    FDEN(IGG)=.0
  DO 83 IG=1,NGR
    FDEN(IGG)=FDEN(IGG)+SNST(IG,IGG)*FLUXB(IG)
83  CONTINUE
    FDEN(IGG)=(FDEN(IGG)-SNST(IGG,IGG)*FLUXB(IG))/TPERD
    FONTE(IGG)=ESPEC(IGG)+FDEN(IGG)
84  CONTINUE

```

```
PR=.0
AB=.0
DO 86 I=1,NREG
FPR(I)=.0
FAR(I)=.0
DO 85 J=1,NGR
AUX=FLUXB(J)
FPR(I)=FPR(I)+SNF(J,I)*AUX
FAR(I)=FAR(I)+SNA(J,I)*AUX
85 CONTINUE
PR=PR+FPR(I)*VOL(I)
AB=AB+FAR(I)*VOL(I)
86 CONTINUE
DO 87 I=1,NREG
FPR(I)=FPR(I)*VOL(I)/PR
FAR(I)=FAR(I)*VOL(I)/AB
FPICO(I)=FPR(I)*NREG
87 CONTINUE
DO 90 N=1,NMAX
PRN(N)=.0
ARN(N)=.0
DO 88 I=1,NREG
DO 88 J=1,NGRR
PA(J)=ENE(I,N)*FLUXB(J)*VOL(I)
PRN(N)=PRN(N)+PA(J)*SFIS(J,N)
ARN(N)=ARN(N)+PA(J)*SABS(J,N)
88 CONTINUE
PRN(N)=PRN(N)/PR
ARN(N)=ARN(N)/AB
PTN(N)=.0
ATN(N)=.0
DO 89 I=1,NREG
DO 89 J=NGRR2,NGR
PA(J)=ENE(I,N)*FLUXB(J)*VOL(I)
PTN(N)=PTN(N)+PA(J)*SFIS(J,N)
ATN(N)=ATN(N)+PA(J)*SABS(J,N)
89 CONTINUE
PTN(N)=PTN(N)/PR
ATN(N)=ATN(N)/AB
90 CONTINUE
SOAR=.0
SOAT=.0
SORT=.0
SOPR=.0
SOPT=.0
SORTP=.00
DO 100 I=1,NMAX
SOAR=SOAR+ARN(I)
SOAT=SOAT+ATN(I)
SOPR=SOPR+PRN(I)
SOPT=SOPT+PTN(I)
PPN(I)=PRN(I)+PTN(I)
AAN(I)=ARN(I)+ATN(I)
SORT=SORT+AAN(I)
SORTP=SORTP+PPN(I)
100 CONTINUE
DO 3650 N=1,NPE
AFIS(N)=.0
BABS(N)=.0
```



```

      CCAP(N)=.0
      DSFI(N)=.0
      DO 3650 J=1,NGR
      AUX=FLUXB(J)
      AFIS(N)=AFIS(N)+SFIS(J,N)*AUX
      BABS(N)=BABS(N)+SABS(J,N)*AUX
      CCAP(N)=CCAP(N)+SCAP(J,N)*AUX
      DSFI(N)=DSFI(N)+SSFIS(J,N)*AUX
3650  CONTINUE
      DO 3670 N=1,NPE
      AKI(N)=.0
      DO 3670 I=1,NREG
      AK(I,N)=ENE(I,N)*VOL(I)*PESO(N)*1.E-03/.60247
      AKI(N)=AKI(N)+AK(I,N)
3670  CONTINUE
      TA1=.0
      TA2=.0
      DO 3510 I=1,NREG
      ETA1(I)=.0
      ETA2(I)=.0
      DO 3720 J=1,NETA
      N=NET(J)
      ETA1(I)=ETA1(I)+ENE(I,N)*AFIS(N)
      ETA2(I)=ETA2(I)+ENE(I,N)*BABS(N)
3720  CONTINUE
      ETAR(I)=ETA1(I)/ETA2(I)
      TA1=TA1+ETA1(I)
      TA2=TA2+ETA2(I)
3510  CONTINUE
      ETA=TA1/TA2
      RC1=.0
      RC2=.0
      DO 3520 I=1,NREG
      RC3=CCAP(1)*ENE(I,1)+CCAP(10)*ENE(I,10)+CCAP(4)*ENE(I,4)+CCAP(13)*
      *ENE(I,13)+CCAP(22)*ENE(I,22)+CCAP(25)*ENE(I,25)-CCAP(
      2)*ENE(I,2)-C
      *CAP(11)*ENE(I,11)-CCAP(23)*ENE(I,23)
      RC4=BABS(3)*ENE(I,3)+BABS(12)*ENE(I,12)+BABS(14)*ENE(
      I,14)+BABS(19
      *)*ENE(I,19)+BABS(24)*ENE(I,24)+BABS(26)*ENE(I,26)
      PRC(I)=RC3/RC4
      RC1=RC1+RC3
      RC2=RC2+RC4
3520  CONTINUE
      RC=RC1/RC2
      IF(IMPR1)5071,5071,5070
5070  PRINT 5060,TT,CAEF
      PRINT 5051,CMWH,TMWH,RC,ETA
      PRINT 5055
      DO 5056 I=1,NREG
      PRINT 5054,I,FPICO(I),DPOT(I),QUEIMA(I),RMWH(I)
5056  CONTINUE
      PRINT 5052
      DO 5053 I=1,NREG
      PRINT 5054,I,PRC(I),ETAR(I)
5053  CONTINUE
5071  IF(IMPR2)5073,5073,5072
5072  PRINT 5007,IREF,IREF1,TT

```

```
PRINT 5008
PRINT 5019,(KKN(I),I=1,NREG)
DO 5057 N=1,30
PRINT 26,N,(TITULO(I,N),I=1,2),(ENE(J,N),J=1,NREG)
5057 CONTINUE
PRINT 5007,IREF,IREF1,TT
PRINT 5008
PRINT 5019,(KKN(I),I=1,NREG)
DO 5061 N=31,NMAX
PRINT 26,N,(TITULO(I,N),I=1,2),(ENE(J,N),J=1,NREG)
5061 CONTINUE
5073 IF(IMPR3)5075,5075,5074
5074 PRINT 5011,IREF,IREF1,TT
PRINT 5009
PRINT 5008
PRINT 5019,(KKN(I),I=1,NREG)
DO 3680 J=1,JPE
PRINT26,J,(TITULO(I,J),I=1,2),(AK(K,J),K=1,NREG)
3680 CONTINUE
PRINT 5010
PRINT 5008
PRINT 5019,(KKN(I),I=1,NREG)
DO 3690 J=KPE,NPE
PRINT26,J,(TITULO(I,J),I=1,2),(AK(K,J),K=1,NREG)
3690 CONTINUE
5075 IF(IMPR4)5077,5077,5076
5076 PRINT 5012,IREF,IREF1,TT
PRINT 5013
DO 154 N=1,NMAX
PRINT 5017,N,(TITULO(I,N),I=1,2),ARN(N),ATN(N),AAN(N)
154 CONTINUE
PRINT 500,SOAR,SOAT,SORT
5077 IF(IMPR5)5079,5079,5078
5078 PRINT 5014,IREF,IREF1,TT
PRINT 5013
DO 5018 N=1,NMAX
PRINT 5017,N,(TITULO(I,N),I=1,2),PRN(N),PTN(N),PPN(N)
5018 CONTINUE
PRINT 500,SOPR,SOPT,SORTP
5079 IF(IMPR6)5093,5093,5092
5092 PRINT 5083,IREF,IREF1,TT
DO 5084 I=1,NGR
PRINT 5085,I,FLUXB(I)
5084 CONTINUE
PRINT 5086
DO 5087 I=1,NGR
PRINT 5085,I,TDIF(I),SNAT(I),SNFT(I),S2NT(I)
5087 CONTINUE
PRINT 5088
DO 5089 I=1,NGR
PRINT 5085,I,SFOR(I)
5089 CONTINUE
PRINT 5090
DO 5091 I=1,NGR
PRINT 5085,I,FABS(I),FFUG(I),FFOR(I),FDEN(I)
5091 CONTINUE
5093 RETURN
500 FORMAT(/10X,05HTOTAL,6X,3(E12.6,3X))
26 FORMAT(5X,I2,3X,2A4,2X,8(E12.6,1X))
```

```

5007 FORMAT(1H1,5X,I2,2X,I2,30X,36HDENSIDADES ATOMICAS(AT
      OMOS/BARN*CM)
      *,06X,F8.2,1X,4HDIAS/)
5008 FORMAT(8X,8HNUCLIDEO,34X,18HZONAS DE RECARGA/)
5009 FORMAT(40X,34HPARTICULAS DO TIPO A (FERTEIS)/)
5010 FORMAT(//40X,34HPARTICULAS DO TIPO B (FISSEIS)/)
5011 FORMAT(1H1,5X,I2,2X,I2,30X,33HMASSA DOS NUCLIDEOS(K
      ILOGRAMAS),10
      *X,F8.2,1X,4HDIAS/)
5012 FORMAT(1H1,5X,I2,2X,I2,09X,24HABSORCOES POR NUCLIDE
      O,05X,F8.2,1X
      *4HDIAS/)
5013 FORMAT(8X,8HNUCLIDEO,8X,7HRAPIDAS,8X,8HTERMICAS,8X,5H
      TOTAL/)
5014 FORMAT(1H1,5X,I2,2X,I2,09X,24HPRODUCOES POR NUCLIDE
      O,05X,F8.2,1X
      *4HDIAS/)
5017 FORMAT(5X,I2,3X,2A4,3X,3(E12.6,3X))
5019 FORMAT(23X,8(I1,12X)/)
5051 FORMAT(10X,41H*ENERGIA TOTAL(MWHR(T)).....
      .,E12.6/10X,
      *41H*ENERGIA PARCIAL(MWHR(T)).....=,E12.6/10
      X,41H*RAZAO
      *DE CONVERSAO.....=,E12.6/10X,41H*ETA..
      .....
      *.....=,E12.6//)
5055 FORMAT(23X,04HF.P.,10X,04HW/CC,06X,10HMD(T)/TON,6X,0
      7HMWHR(T)/10X
      *,06H ZONA)
5052 FORMAT(//23X,04HR.C.,10X,03HETA/10X,06H ZONA)
5054 FORMAT(12X,I2,5X,6(E12.6,2X))
5060 FORMAT(1H1,09X,41H*TEMPO DE OPERACAO(DIAS).....
      .....=,E12.6/
      *10X,41H*KEFF.....=,E12.
      6)
5083 FORMAT(1H1,7X,I2,1X,I2,05X,39HFLUXO DE NEUTRONS E
      CTES DE GR
      *UPD,03X,F8.2,1X,4HDIAS//09X,19HFLUXO DE NEUTRONS/13
      X,11H(N/BARN*
      *CM)//9X,15HGRUPO FLUXO)
5085 FORMAT(10X,I2,3X,4(E12.6,3X))
5086 FORMAT(///26X,21HCONSTANTES DE GRUPO//9X,61HGRUPO
      DIFUSAO
      * ABSORCAO N*FISSAO N-2N )
5088 FORMAT(/9X,18HGRUPO ESPALHAMENTO)
5090 FORMAT(///28X,21HBALANCO DE NEUTRONS//9X,63HGRUPO
      ABSORCAO
      * FUGA ESPALHAMENTO ESPALHAMENTO/49X,4HFUG
      A,9X,5HFONTE)
      END

```

```

SUBROUTINE BURNUP(NIOD,JIOD)
IMPLICIT INTEGER*2(I-N)
COMMON ENE(8,50),ALAM(50),AK(8,26),AL2N(50),ALC(26),B
UCL(9),
*BURN(8),CAEF,CMWH,CHUT1,CHUT2,DPOT(8),DKEF,EO(8,50),E
SPEC(9),
*ETAR(8),ERECL,ETA,EC1,EC2,EC3,ERRO,FLUXB(9),FPICO(8),
FVOL(8),FPASS
*,FW,PESO(26),PRC(8),PERP,PFAB,PMIN,POR3,POR4,POR5,POR
6,POR0A,POR1A
*,POR8A,POR9A,POT,QUEIMA(8),QRECL,QUOC,RC,RMWH(8),RSIG
(9,8),POR5A,
*S2N(9,50),S2NT(9),SABS(9,50),SCAP(9,26),SFIS(9,50),SF
OR(9),SESP,
*SNA(9,8),SNAT(9),SNF(9,8),SNFT(9),SNST(9,9),SNTT(9),S
SFIS(9,26),
*STOT(9,50),STRF(9,9,50),TDIF(9),TITULO(2,50),TSIG(9),
T,TCAR,TMWH,
*TT,TTT,TVOL,VOL(8),YELD1(50),YELD3(50),YELD5(50),YELD
9(50),
*FY(10,10)
COMMON ICAD(8),KKN(10),NET(26),NUCAD(8),JNU,JPE,KCIL,
KPE,MREG,N1,
*N2,N4,N5,N6,NCAD,NGR,NGRR,NGRR2,NMAX,NPE,NREG,NETA,NX
E,IMPRI,
*IMPR2,IMPR3,IMPR4,IMPR5,IMPR6,IREF,IREF1,INREC,ITREC,
JNREC,KRCL,
*KNREC,MALI,NPU,NPARE,MRCL,JJREC,NPULE,I1,I2
DIMENSION ALA(50),BE(50),ENEO(8,50),EX(50),A(50,10),F
IS(9,8),
*FISS(9),TYELD(8,50)
DOUBLE PRECISION BE,ENEO,EX,A,AA,ENE
DO 350 N=1,NPE
ALC(N)=.0
AL2N(N)=.0
DO 350 I=1,NGR
AUX=FLUXB(I)
ALC(N)=ALC(N)+AUX*SCAP(I,N)
AL2N(N)=AL2N(N)+AUX*S2N(I,N)
350 CONTINUE
DO 352 NUCL=1,N5
ALAM(NUCL)=.0
ALA(NUCL)=.0
DO 351 IG=1,NGR
ALA(NUCL)=ALA(NUCL)+SABS(IG,NUCL)*FLUXB(IG)
351 CONTINUE
ALAM(2)=.292794E-06
ALAM(11)=.292794E-06
ALAM(23)=.344316E-05
ALAM(37)=.19756E-06
ALAM(43)=.13734E-08
ALAM(44)=.12926E-07
ALAM(NXE)=.21E-04
BE(NUCL)=ALAM(NUCL)+ALA(NUCL)
352 CONTINUE
DO 353 IR=1,NREG
DO 353 NUCL=1,N4
ENEO(IR,NUCL)=ENE(IR,NUCL)
353 CONTINUE

```

```

DO 354 I=1,N4
AA=-BE(I)*T
EX(I)=DEXP(AA)
354 CONTINUE
DO 355 I=1,NREG
A(1,1)=Eneo(I,1)
A(2,1)=ALC(1)*A(1,1)/(BE(2)-BE(1))
A(2,2)=Eneo(I,2)-A(2,1)
A(3,3)=.0
DO 6000 J=1,2
A(3,J)=ALAM(2)*A(2,J)/(BE(3)-BE(J))
A(3,3)=A(3,3)+A(3,J)
6000 CONTINUE
A(3,3)=Eneo(I,3)-A(3,3)
A(4,1)=(ALC(3)*A(3,1)+ALC(2)*A(2,1))/(BE(4)-BE(1))
A(4,2)=(ALC(3)*A(3,2)+ALC(2)*A(2,2))/(BE(4)-BE(2))
A(4,3)=ALC(3)*A(3,3)/(BE(4)-BE(3))
A(4,4)=Eneo(I,4)-A(4,1)-A(4,2)-A(4,3)
IAUX=4
DO 6002 K=5,7
A(K,K)=.0
DO 6001 J=1,IAUX
A(K,J)=ALC(K-1)*A(K-1,J)/(BE(K)-BE(J))
A(K,K)=A(K,K)+A(K,J)
6001 CONTINUE
A(K,K)=Eneo(I,K)-A(K,K)
IAUX=IAUX+1
6002 CONTINUE
A(8,1)=AL2N(1)*A(1,1)/(BE(8)-BE(1))
A(8,2)=Eneo(I,8)-A(8,1)
A(9,1)=(ALC(8)*A(8,1)+AL2N(2)*A(2,1)+AL2N(3)*A(3,1))/
(P(9)-BE(1))
A(9,2)=(AL2N(2)*A(2,2)+AL2N(3)*A(3,2))/(BE(9)-BE(2))
A(9,3)=AL2N(3)*A(3,3)/(BE(9)-BE(3))
A(9,4)=ALC(8)*A(8,2)/(BE(9)-BE(8))
A(9,5)=Eneo(I,9)-A(9,1)-A(9,2)-A(9,3)-A(9,4)
A(10,1)=Eneo(I,10)
A(11,1)=ALC(10)*A(10,1)/(BE(11)-BE(10))
A(11,2)=Eneo(I,11)-A(11,1)
A(12,3)=.0
DO 6004 J=1,2
A(12,J)=ALAM(11)*A(11,J)/(BE(12)-BE(J+9))
A(12,3)=A(12,3)+A(12,J)
6004 CONTINUE
A(12,3)=Eneo(I,12)-A(12,3)
A(13,1)=(ALC(12)*A(12,1)+ALC(11)*A(11,1))/(BE(13)-BE(
10))
A(13,2)=(ALC(12)*A(12,2)+ALC(11)*A(11,2))/(BE(13)-BE(
11))
A(13,3)=ALC(12)*A(12,3)/(BE(13)-BE(12))
A(13,4)=Eneo(I,13)-A(13,1)-A(13,2)-A(13,3)
IAUX=4
DO 6006 K=14,16
A(K,IAUX+1)=.0
DO 6005 J=1,IAUX
A(K,J)=ALC(K-1)*A(K-1,J)/(BE(K)-BE(J+9))
A(K,IAUX+1)=A(K,IAUX+1)+A(K,J)
6005 CONTINUE
A(K,IAUX+1)=Eneo(I,K)-A(K,IAUX+1)

```

```

        IAUX=IAUX+1
6006 CONTINUE
        A(17,1)=AL2N(10)*A(10,1)/(BE(17)-BE(10))
        A(17,2)=Eneo(I,17)-A(17,1)
        A(18,1)=(ALC(17)*A(17,1)+AL2N(11)*A(11,1)+AL2N(12)*A(
            12,1))/(BE(18
        *)-BE(10))
        A(18,2)=(AL2N(11)*A(11,2)+AL2N(12)*A(12,2))/(BE(18)-B
            E(11))
        A(18,3)=AL2N(12)*A(12,3)/(BE(18)-BE(12))
        A(18,4)=ALC(17)*A(17,2)/(BE(18)-BE(17))
        A(18,5)=Eneo(I,18)-A(18,1)-A(18,2)-A(18,3)-A(18,4)
        A(19,1)=Eneo(I,19)
        A(20,1)=ALC(19)*A(19,1)/(BE(20)-BE(19))
        A(20,2)=Eneo(I,20)-A(20,1)
        A(21,3)=.0
        DO 6008 J=1,2
        A(21,J)=ALC(20)*A(20,J)/(BE(21)-BE(J+18))
        A(21,3)=A(21,3)+A(21,J)
6008 CONTINUE
        A(21,3)=Eneo(I,21)-A(21,3)
        A(22,1)=Eneo(I,22)
        A(23,1)=ALC(22)*A(22,1)/(BE(23)-BE(22))
        A(23,2)=Eneo(I,23)-A(23,1)
        A(24,3)=.0
        DO 6009 J=1,2
        A(24,J)=ALAM(23)*A(23,J)/(BE(24)-BE(J+21))
        A(24,3)=A(24,3)+A(24,J)
6009 CONTINUE
        A(24,3)=Eneo(I,24)-A(24,3)
        A(25,1)=(ALC(24)*A(24,1)+ALC(23)*A(23,1))/(BE(25)-BE(
            22))
        A(25,2)=(ALC(24)*A(24,2)+ALC(23)*A(23,2))/(BE(25)-BE(
            23))
        A(25,3)=ALC(24)*A(24,3)/(BE(25)-BE(24))
        A(25,4)=Eneo(I,25)-A(25,1)-A(25,2)-A(25,3)
        A(26,5)=.0
        DO 6010 J=1,4
        A(26,J)=ALC(25)*A(25,J)/(BE(26)-BE(J+21))
        A(26,5)=A(26,5)+A(26,J)
6010 CONTINUE
        A(26,5)=Eneo(I,26)-A(26,5)
        IAUX=1
        DO 6012 K=1,7
        ENE(I,K)=.0
        DO 6011 J=1,IAUX
        ENE(I,K)=ENE(I,K)+A(K,J)*EX(J)
6011 CONTINUE
        IAUX=IAUX+1
6012 CONTINUE
        ENE(I,8)=A(8,1)*EX(1)+A(8,2)*EX(8)
        ENE(I,9)=A(9,1)*EX(1)+A(9,2)*EX(2)+A(9,3)*EX(3)+A(9,4
            )*EX(8)+A(9,5
        *)*EX(9)
        IAUX=1
        DO 6014 K=10,16
        ENE(I,K)=.0
        DO 6013 J=1,IAUX
        ENE(I,K)=ENE(I,K)+A(K,J)*EX(J)

```

```

6013 CONTINUE
      IAUX=IAUX+1
6014 CONTINUE
      ENE(I,17)=A(17,1)*EX(10)+A(17,2)*EX(17)
      ENE(I,18)=A(18,1)*EX(10)+A(18,2)*EX(11)+A(18,3)*EX(12
        )+A(18,4)*EX(
        *17)+A(18,5)*EX(18)
      IAUX=1
      DO 6016 K=19,21
      ENE(I,K)=.0
      DO 6015 J=1,IAUX
      ENE(I,K)=ENE(I,K)+A(K,J)*EX(J+18)
6015 CONTINUE
      IAUX=IAUX+1
6016 CONTINUE
      IAUX=1
      DO 6018 K=22,26
      ENE(I,K)=.0
      DO 6017 J=1,IAUX
      ENE(I,K)=ENE(I,K)+A(K,J)*EX(J+21)
6017 CONTINUE
      IAUX=IAUX+1
6018 CONTINUE
355 CONTINUE
      DO 356 I=1,NGR
      DO 356 J=1,NREG
      FIS(I,J)=.0
      DO 356 N=1,NPE
      FIS(I,J)=FIS(I,J)+ENE0(J,N)*SSFIS(I,N)
356 CONTINUE
      DO 32 I=1,NGR
      FISS(I)=.0
      DO 32 J=1,NREG
      FISS(I)=FISS(I)+FVOL(J)*FIS(I,J)
32 CONTINUE
      AL=.0
      DO 357 I=1,NGR
      AL=AL+FISS(I)*FLUXB(I)
357 CONTINUE
      DO 359 I=1,NREG
      DO 359 N=N1,N5
      YE3=.0
      YE5=.0
      YE12=.0
      YE14=.0
      YE19=.0
      YE24=.0
      YE26=.0
      DO 358 J=1,NGR
      AUX=FLUXB(J)
      YE3=YE3+SSFIS(J,3)*AUX
      YE5=YE5+SSFIS(J,5)*AUX
      YE12=YE12+SSFIS(J,12)*AUX
      YE14=YE14+SSFIS(J,14)*AUX
      YE19=YE19+SSFIS(J,19)*AUX
      YE24=YE24+SSFIS(J,24)*AUX
      YE26=YE26+SSFIS(J,26)*AUX
358 CONTINUE
      YE3=YE3*ENE0(I,3)

```

```

YE5=YE5*ENEO(I,5)
YE12=YE12*ENEO(I,12)
YE14=YE14*ENEO(I,14)
YE19=YE19*ENEO(I,19)
YE24=YE24*ENEO(I,24)
YE26=YE26*ENEO(I,26)
YE=YE3+YE5+YE12+YE14+YE19+YE24+YE26
YE3=YE3/YE
YE5=YE5/YE
YE12=YE12/YE
YE14=YE14/YE
YE19=YE19/YE
YE24=YE24/YE
YE26=YE26/YE
TYELD(I,N)=YELD3(N)*(YE3+YE12)+YELD5(N)*(YE5+YE14+YE1
9)+YELD9(N)*Y
*E24+YELD1(N)*YE26
359 CONTINUE
DO 360 I=1,NREG
DO 360 N=N1,N2
APF=TYELD(I,N)*AL/BE(N)
ENE(I,N)=ENEO(I,N)*EX(N)+APF*(1.-EX(N))
360 CONTINUE
DO 349 I=1,NREG
IF(JIOD)400,400,401
400 ENE(I,NXE)=TYELD(I,NXE)*AL/BE(NXE)
GO TO 349
401 ENE(I,NXE)=(BE(NIOD)*TYELD(I,NXE)+ALAM(NIOD)+TYELD(I,
NIOD)*AL/(BE(
*NXE)*BE(NIOD))
349 CONTINUE
DO 364 I=1,NREG
DO 364 J=1,NCAD
N=NUCAD(J)
K1=N+1
K2=ICAD(J)+N-1
A(N,1)=TYELD(I,N)*AL/BE(N)
A(N,2)=ENEO(I,N)-A(N,1)
ENE(I,N)=A(N,1)+A(N,2)*EX(N)
IAUX=2
DO 362 L=K1,K2
A(L,IAUX+1)=.0
A(L,1)=(TYELD(I,L)*AL+ALA(L-1)*FY(J,IAUX)*A(L-1,1))/B
E(L)
DO 361 K=2,IAUX
A(L,K)=ALA(L-1)*FY(J,IAUX)*A(L-1,K)/(BE(L)-BE(N-2+K))
A(L,IAUX+1)=A(L,IAUX+1)+A(L,K)
361 CONTINUE
A(L,IAUX+1)=ENEO(I,L)-A(L,IAUX+1)-A(L,1)
IAUX=IAUX+1
362 CONTINUE
IAUX=2
DO 364 K=K1,K2
ENE(I,K)=.0
K3=IAUX+1
DO 363 J=2,K3
ENE(I,K)=ENE(I,K)+A(K,J)*EX(N-2+J)
363 CONTINUE
ENE(I,K)=ENE(I,K)+A(K,1)

```



```
364 IAUX=IAUX+1  
CONTINUE  
RETURN  
END
```

```

SUBROUTINE TERAC(NSI,INSIL,SILU)
IMPLICIT INTEGER*2(I-N)
COMMON ENE(8,50),ALAM(50),AK(8,26),AL2N(50),ALC(26),B
UCL(9),
*BURN(8),CAEF,CMWH,CHUT1,CHUT2,DPOT(8),DKEF,E0(8,50),E
SPEC(9),
*ETAR(8),ERECL,ETA,EC1,EC2,EC3,ERRO,FLUXB(9),FPICO(8),
FVOL(8),FPASS
*,FW,PESD(26),PRC(8),PERP,PFAB,PMIN,POR3,POR4,POR5,POR
6,POROA,POR1A
*,POR8A,POR9A,POT,QUEIMA(8),QRECL,QUOC,RC,RMWH(8),RSIG
(9,8),POR5A,
*S2N(9,50),S2NT(9),SABS(9,50),SCAP(9,26),SFIS(9,50),SF
OR(9),SESP,
*SNA(9,8),SNAT(9),SNF(9,8),SNFT(9),SNST(9,9),SNTT(9),S
SFIS(9,26),
*STOT(9,50),STRF(9,9,50),TDIF(9),TITULO(2,50),TSIG(9),
T,TCAR,TMWH,
*TT,TTT,TVOL,VOL(8),YELD1(50),YELD3(50),YELD5(50),YELD
9(50),
*FY(10,10)
COMMON ICAD(8),KKN(10),NET(26),NUCAD(8),JNU,JPE,KCIL,
KPE,MREG,N1,
*N2,N4,N5,N6,NCAD,NGR,NGRR,NGRR2,NMAX,NPE,MREG,NETA,NX
E,IMPR1,
*IMPR2,IMPR3,IMPR4,IMPR5,IMPR6,IREF,IREF1,INREC,ITREC,
JNREC,KRCL,
*KNREC,MALI,NPU,NPARE,MRCL,JJREC,NPULE,I1,I2
DIMENSION DENE(8,26)
DOUBLE PRECISION ENE
DENE(MREG,JNU)=E0(MREG,JNU)/FPASS
IF(DKEF)3017,3017,3016
3016 E0(MREG,JNU)=E0(MREG,JNU)-DENE(MREG,JNU)
MM=2
I1=+1
PRINT 25,(TITULO(I,JNU),I=1,2),MM,E0(MREG,JNU),CAEF
GO TO 100
3017 E0(MREG,JNU)=E0(MREG,JNU)+DENE(MREG,JNU)
JJ=1
PRINT 25,(TITULO(I,JNU),I=1,2),JJ,E0(MREG,JNU),CAEF
I2=-1
100 IF(INSIL)3014,3014,3810
3810 E0(MREG,NSI)=SILU*E0(MREG,MALI)
3014 I12=I1+I2
IF(JNU-MALI)5080,5081,5080
5080 AUX=E0(MREG,JNU)/POR3
E0(MREG,JNU+1)=AUX*POR4
E0(MREG,JNU+2)=AUX*POR5
E0(MREG,JNU+3)=AUX*POR6
GO TO 5082
5081 IF(JNU-NPU)5098,5097,5098
5097 AUX=E0(MREG,JNU)/POR9A
E0(MREG,JNU+1)=AUX*POROA
E0(MREG,JNU+2)=AUX*POR1A
GO TO 5082
5098 AUX=E0(MREG,JNU)/POR5A
E0(MREG,JNU+3)=AUX*POR8A
5082 IF(I12)3020,3019,3020
3019 FPASS=FPASS*5.

```

11=0
I2=0
3020 DO 3800 I=1,NREG
DO 3800 J=1,NMAX
ENE(I,J)=E0(I,J)
3800 CONTINUE
25 FORMAT(5X,2A4,3X,I2,3X,E12.6,3X,E12.6)
RETURN
END

```

SUBROUTINE RECREC(TDEM,NIUD,JI0D)
IMPLICIT INTEGER*2(I-N)
COMMON ENE(8,50),ALAM(50),AK(8,26),AL2N(50),ALC(26),B
UCL(9),
*BURN(8),CAEF,CMWH,CHUT1,CHUT2,DPOT(8),DKEF,E0(8,50),E
SPEC(9),
*ETAR(8),ERECL,ETA,EC1,EC2,EC3,ERRO,FLUXB(9),FPICO(8),
FVOL(8),FPASS
*,FW,PESO(26),PRC(8),PERP,PFAB,PMIN,POR3,POR4,POR5,POR
6,POR0A,POR1A
*,POR8A,POR9A,POT,QUEIMA(8),QRECL,QUOC,RC,RMWH(8),RSIG
(9,8),POR5A,
*S2N(9,50),S2NT(9),SABS(9,50),SCAP(9,26),SFIS(9,50),SF
OR(9),SESP,
*SNA(9,8),SNAT(9),SNF(9,8),SNFT(9),SNST(9,9),SNTT(9),S
SFIS(9,26),
*STOT(9,50),STRF(9,9,50),TDIF(9),TITULD(2,50),TSIG(9),
T,TCAR,TMWH,
*TT,TTT,TVOL,VOL(8),YELD1(50),YELD3(50),YELD5(50),YELD
9(50),
*FY(10,10)
COMMON ICAD(8),KKN(10),NET(26),NUCAD(8),JNU,JPE,KCIL,
KPE,MREG,N1,
*N2,N4,N5,N6,NCAD,NGR,NGRR,NGRR2,NMAX,NPE,NREG,NETA,NX
E,IMPR1,
*IMPR2,IMPR3,IMPR4,IMPR5,IMPR6,IREF,IREF1,INREC,ITREC,
JNREC,KRCL,
*KNREC,MALI,NPU,NPARE,MRCL,JJREC,NPJLE,I1,I2
DOUBLE PRECISION ENE
DO 4000 I=1,NREG
AUX=-ALAM(2)*TCAR*8.64E+04
AUX1=ENE(I,2)
ENE(I,2)=AUX1*EXP(AUX)
ENE(I,3)=ENE(I,3)+AUX1*(1.-EXP(AUX))
4000 CONTINUE
IF(MREG-NREG)1003,1003,1002
1002 MREG=1
1003 IF(QUOC-1.)3026,3026,3060
3060 IF(QUOC-2.)3028,3028,3027
3026 QRECL=QRECL+EC1
GO TO 3029
3027 QRECL=QRECL+EC3
EC3=EC2
EC2=EC1
GO TO 3029
3028 QRECL=QRECL+EC2
EC2=EC1
3029 AUX=-ALAM(2)*TDEM*8.64E+04
ENE(MREG,MRCL)=ENE(MREG,MRCL)+ENE(MREG,2)*(1.-EXP(AUX
))
EC1=ENE(MREG,MRCL)*VOL(MREG)*PESO(MRCL)*1.E-03/.60247
EC1=PERP*PFAB*EC1
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE SCOLHE(MAR)
  IMPLICIT INTEGER*2(I-N)
  COMMON ENE(8,50),ALAM(50),AK(8,26),AL2N(50),ALC(26),B
    UCL(9),
  *BURN(8),CAEF,CMWH,CHUT1,CHUT2,DPOT(8),DKEF,EO(8,50),E
    SPEC(9),
  *ETAR(8),ERECL,ETA,EC1,EC2,EC3,ERRO,FLUXB(9),FPICO(8),
    FVOL(8),FPASS
  *,FW,PESO(26),PRC(8),PERP,PFAB,PMIN,POR3,POR4,POR5,POR
    6,POROA,POR1A
  *,POR8A,POR9A,POT,QUEIMA(8),QRECL,QUOC,RC,RMWH(8),RSIG
    (9,8),POR5A,
  *S2N(9,50),S2NT(9),SABS(9,50),SCAP(9,26),SFIS(9,50),SF
    OR(9),SESP,
  *SNA(9,8),SNAT(9),SNF(9,8),SNFT(9),SNST(9,9),SNTT(9),S
    SFIS(9,26),
  *STOT(9,50),STRF(9,9,50),TDIF(9),TITULO(2,50),TSIG(9),
    T,TCAR,TMWH,
  *TT,TTT,TVOL,VOL(8),YELD1(50),YELD3(50),YELD5(50),YELD
    9(50),
  *FY(10,10)
  COMMON ICAD(8),KKN(10),NET(26),NUCAD(8),JNU,JPE,KCIL,
    KPE,MREG,N1,
  *N2,N4,N5,N6,NCAD,NGR,NGRR,NGRR2,NMAX,NPE,NREG,NETA,NX
    E,IMPR1,
  *IMPR2,IMPR3,IMPR4,IMPR5,IMPR6,IREF,IREF1,INREC,ITREC,
    JNREC,KRCL,
  *KNREC,MALI,NPU,NPARE,MRCL,JJREC,NPULE,I1,I2
  DOUBLE PRECISION ENE
  GO TO (1,3037),MAR
1  IF(JNREC-INREC)3031,3032,3032
3031 ENE(MREG,JNU)=CHUT1
    IF(JNU-NPU)5100,5099,5100
5099 AUX=ENE(MREG,JNU)/POR9A
    ENE(MREG,JNU+1)=AUX*POROA
    ENE(MREG,JNU+2)=AUX*POR1A
    GO TO 5101
5100 AUX=ENE(MREG,JNU)/POR5A
    ENE(MREG,JNU+3)=AUX*POR8A
5101 JJREC=1
    GO TO 3039
3032 IF(KNREC)3034,3034,3033
3033 KNREC=KNREC+1
    IF(KNREC-(ITREC+1))3035,3034,3034
3034 NPULE=1
    KNREC=1
    GO TO 3036
3035 JNU=MALI
    ENE(MREG,JNU)=CHUT1
    IF(JNU-NPU)5103,5102,5103
5102 AUX=CHUT1/POR9A
    ENE(MREG,JNU+1)=AUX*POROA
    ENE(MREG,JNU+2)=AUX*POR1A
    GO TO 5104
5103 AUX=CHUT1/POR5A
    ENE(MREG,JNU+3)=AUX*POR8A
5104 JJREC=1
    NPULE=0
    GO TO 3039

```

```
3036 IF (NPARE) 3038, 3038, 3037
3037 ERECL=QRECL*.60247/(VOL(MREG)*PESO(MRCL)*1.E-03)
      ENE(MREG,KRCL)=ERECL
      ERECL=.0
      QRECL=.0
      JJREC=-1
      JNU=MALI
      ENE(MREG,JNU)=CHUT1
      IF (JNU-NPU) 5106, 5105, 5106
5105 AUX=CHUT1/POR9A
      ENE(MREG,JNU+1)=AUX*POR0A
      ENE(MREG,JNU+2)=AUX*POR1A
      GO TO 5107
5106 AUX=CHUT1/POR5A
      ENE(MREG,JNU+3)=AUX*POR8A
5107 AUX=ENE(MREG,KRCL)/POR3
      ENE(MREG,KRCL+1)=AUX*POR4
      ENE(MREG,KRCL+2)=AUX*POR5
      ENE(MREG,KRCL+3)=AUX*POR6
      GO TO 3039
3038 JNU=KRCL
      ENE(MREG,JNU)=CHUT2
      AUX=CHUT2/POR3
      ENE(MREG,JNU+1)=AUX*POR4
      ENE(MREG,JNU+2)=AUX*POR5
      ENE(MREG,JNU+3)=AUX*POR6
3039 DO 3850 I=1,NREG
      DO 3850 J=1,NMAX
      EO(I,J)=ENE(I,J)
3850 CONTINUE
      RETURN
      END
```

```

*****
****   AUXI   AUXI   AUXI   AUXI   ****
*****
IMPLICIT INTEGER*2(I-N)
DIMENSION AKEF(43),ADP(42,2),AFAP(42,2),ARC(42,2),AET
      A(42,2),
*ATEMPO(42),KKZON(42),ARM1(26,42),ARM2(26,42),KKN(42),
      ULA1(42),
*ULA2(42),ULU(08),ULU1(42),ULU2(42),ENRIQ(08),ENRIQ1(4
      2),ENRIQ2(42)
$,TITULO(2,42),IMALI(42)
READ 1,NPE,JPE,KRCL,MRCL
DO 100 J=1,NPE
100 READ 2,(TITULO(I,J),I=1,2)
      DO 50 IEP=1,2
      READ 1,IRMAX,JRMAX,KALI,NREG
      READ 3,TREG,POTT,CATH,ENRI
      READ 3,(ULU(I),I=1,NREG)
      DO 300 I=1,NREG
300 ENRIQ(I)=ENRI
      JEQUIE=IRMAX
      AEQUI=JRMAX-JEQUIE
      DO 200 J=1,IRMAX
      READ 3,(ARM1(I,J),I=1,NPE),ARC(J,1),AETA(J,1),ADP(J,1
      ),
*AFAP(J,1),ENRIQ2(J)
      READ 1,IMALI(J)
      ULU1(J)=ARM1(IMALI(J),J)
      ULA1(J)=ARM1(KRCL,J)
      READ 3,(ARM2(I,J),I=1,NPE),AKEF(J+1),ARC(J,2),AETA(J,
      2),ADP(J,2),
*AFAP(J,2),ENRIQ1(J)
      ULU2(J)=ARM2(IMALI(J),J)
      ULA2(J)=ARM2(MRCL,J)
200 CONTINUE
      READ 3,(ARM1(I,J),I=1,NPE),ARC(J,1),AETA(J,1),ADP(J,1
      ),
*AFAP(J,1),ENRIQ2(J)
      ULU1(J)=ARM1(IMALI(J),J)
      ULA1(J)=ARM1(KRCL,J)
      KPE=JPE+1
      KPE1=KPE+8
      KPE2=KPE1+1
      DO 20 I=1,40
      KKN(I)=I
20 CONTINUE
      ATEMPO(1)=TREG
      K=1
      DO 6034 I=1,JRMAX
      KKZON(I)=K
      ATEMPO(I+1)=ATEMPO(I)+TREG
      IF(KKZON(I)-NREG)6C33,555,555
555 K=1
      GO TO 6034
6033 K=K+1
6034 CONTINUE

```

```

DO 6050 L=1,IRMAX,3
M=L+2
IF(M-IRMAX)6052,6052,6051
6051 M=IRMAX
6052 PRINT 6042,POTT,CATH
PRINT 6021,(KKN(I),I=L,M)
PRINT 6022,(KKZON(I),I=L,M)
PRINT 6023,(ATEMPO(I),I=L,M)
PRINT 6024
DO 6027 J=1,JPE
PRINT 6026,J,(TITULO(I,J),I=1,2),(ARM1(J,I),ARM2(J,I)
,I=L,M)
6027 CONTINUE
PRINT 6028
DO 6041 J=KPE,KPE1
PRINT 6026,J,(TITULO(I,J),I=1,2),(ARM1(J,I),ARM2(J,I)
,I=L,M)
6041 CONTINUE
PRINT 6031
DO 6032 J=KPE2,NPE
PRINT 6026,J,(TITULO(I,J),I=1,2),(ARM1(J,I),ARM2(J,I)
,I=L,M)
6032 CONTINUE
6050 CONTINUE
PRINT 6035,POTT,CATH
PRINT 6036
DO 6038 I=1,IRMAX
PRINT 6037,I,KKZON(I),ATEMPO(I),AKEF(I), (AD
P(I,J),J=1,2)
*,(AFAP(I,J),J=1,2),(ARC(I,J),J=1,2),(AETA(I,J),J=1,2)
6038 CONTINUE
SUTO1=0.
SUTT1=0.
SUTT2=0.
PRINT 9999
PRINT7000
DO 7001 I=1,NREG
SUTO1=SUTO1+ULU(I)
7001 PRINT7002,I,(TITULO(J,KALJ),J=1,2),ULU(I),ENRIQ(I)
PRINT7003,SUTO1
DO 7004 I=1,JEQUIE
SUTT1=SUTT1+ULU2(I)
SUTT2=SUTT2+ULU1(I)
7004 PRINT7005,I,KKZON(I),(TITULO(J,IMALI(I)),J=1,2),ULU2(
I),ULU1(I),EN
*RIQ1(I),ENRIQ2(I)
PRINT7006,SUTT1,SUTT2
SUTT1=SUTO1+SUTT1
SUTO1=AEQUI*ULU2(JEQUIE)
SUTO2=AEQUI*ULU1(JEQUIE)
PRINT7007,SUTT1,SUTT2
IQUI=AEQUI
PRINT7008
PRINT7009,IQUI,ULU2 (JEQUIE),ULU1(JEQUIE),ENRIQ1(JEQU
IE),ENRIQ2(JE
*QUIE)
PRINT7010,SUTO1,SUTO2
SUTO1=SUTO1+SUTT1
SUTO2=SUTO2+SUTT2

```



```

PRINT7011,SUTO1,SUTO2
PRINT9999
PRINT7020
SUTT1=0.
SUTT2=0.
DO 7025 I=1,JEQUIE
SUTT1=SUTT1+ULA2(I)
SUTT2=SUTT2+ULA1(I)
PRINT7021,I,KKZON(I),(TITULO(J,KRCL),J=1,2),ULA2(I),U
LA1(I)
7025 CONTINUE
PRINT7022,SUTT1,SUTT2,IQUI,ULA2(JEQUIE),ULA1(JEQUIE)
SUTO1= AEQUI*ULA2(JEQUIE)
SUTO2= AEQUI*ULA1(JEQUIE)
PRINT7023,SUTO1,SUTO2
SUTO1=SUTO1+SUTT1
SUTO2=SUTO2+SUTT2
PRINT7024,SUTO1,SUTO2
PRINT 9999
50 CONTINUE
1 FORMAT(40I2)
2 FORMAT(2A4)
3 FORMAT(6E12.6)
6036 FORMAT(22X,3HKEF,9X,8HDENS.POT,11X,8HFAT.PICO,14X,4HR
.C.,15X,3HETA
*/2X,28HREC ZN DIAS INICIAL ,4(19HANTES A
POS )/)
6035 FORMAT(1H1,10X,F8.1,2X,6HMW(TH),10X,23HBALANCO DE P
ARAMETROS,12X
*,6HC/TH =,F8.1//)
6037 FORMAT(2X,I2,2X,I1,2X,F8.1,1X,F8.4,2X,F8.4,4(2X,F8.4,
1X,F8.4))
6031 FORMAT(6X,11HALIMENTACAO)
6028 FORMAT(5X,07HTIPO B,/6X,9HRECICLADO)
6026 FORMAT(7X,I2,1X,2A4,2X,3(E12.6,3X,E12.6,3X))
6021 FORMAT(5X,13HRECARGA.....,15X,3(I2,25X))
6022 FORMAT(5X,13HZONA.....,15X,3(I2,25X))
6024 FORMAT(5X,09HNUCLIDEOS,08X,8HRETIRADO,8X,8HCOLOCADO,6
X,8HRETIRADO,
*8X,8HCOLOCADO,6X,8HRETIRADO,8X,8HCOLOCADO,/5X,7HTIPO
A)
6023 FORMAT(5X,13HTEMPO(DIAS)..,10X,3(F9.1,18X)//)
6042 FORMAT(1H1,9X,F8.1,2X,6HMW(TH),10X,24HBALANCO DE MA
SSAS(KGS),10X
*,6HC/TH =,F8.1//)
7000 FORMAT(12X,41HBALANCO DO MATERIAL FISSIL DE ALIMENTAC
AO//,29X,
*13HCARGA INICIAL//12X,47HZN NUCL QUANTIDADE (KG
S) ENRIQUEC
*IMENTO/)
7002 FORMAT(12X,I2,1X,2A4,6X,F8.3,11X,F8.3)
7003 FORMAT(/12X,9HSUB-TOTAL,7X,F9.3,/,29X,21HRECARGAS DE
TRANSICAO//,
*29X,33HQUANTIDADE (KGS) ENRIQ. FISSIL//12X,57HREC
ZN NUCL
*COLOCADO RETIRADO COLOCADO RETIRADO/)
7005 FORMAT(12X,I2,2X,I2,1X,2A4,2(1X,F9.3),2(5X,F5.2))
7006 FORMAT(/12X,9HSUB-TOTAL,6X,2F10.3/)
7007 FORMAT(12X,11HACUMULATIVO,4X,2F10.3/)

```

```
7008 FORMAT(29X,22HRECARGAS DE EQUILIBRIO//,29X,34HQUANTID
ADE (KGS)
*ENRIQ. FISSIL //,29X,40HCOLOCADO RETIRADO COLOCAD
O RETIRADO/)
7009 FORMAT(12X,I2,13H RECARGAS ,2(1X,F9.3),2(5X,F5.2))
7010 FORMAT(15X,9HSUB-TOTAL,4X,2(F9.3,1X))
7011 FORMAT(15X,5HTOTAL,8X,2(F9.3,1X))
9999 FORMAT(1H1)
7020 FORMAT(11X,37HBALANCO DO MATERIAL FISSIL DE RECICLO//
19X,21HRECARG
*AS DE TRANSICAO//34X,16HQUANTIDADE (KGS)//14X,38HREC
ZN NUCL
* COLOCADO RETIRADO/)
7021 FORMAT(15X,I2,1X,I2,2X,2A4,2X,F8.3,4X,F8.3)
7022 FORMAT(/14X,9HSUB-TOTAL,8X,F9.3,3X,F9.3//19X,22HRECAR
GAS DE EQUILI
*BRIO//34X,16HQUANTIDADE (KGS)//14X,I2,1X,35HRECARGAS
COLOCAD
*D RETIRADO//,32X,F8.3,4X,F8.3)
7023 FORMAT(17X,9HSUB-TOTAL,6X,F8.3,4X,F8.3)
7024 FORMAT(17X,5HTOTAL,9X,F9.3,3X,F9.3)
STOP
END
```

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.