

DETR.PD-072/79

TITULO COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM OS PROGRAMAS ESPECTRAIS FASER, VSOP E GELS APLICADOS A COMBUSTÍVEL RECICLADO DO TIPO (Th,U)O₂

NOTAS CORRELATAS

OBJETIVO

Apresentar a comparação dos resultados dos códigos FASER, VSOP e GELS aplicados a um elemento combustível de tipo (Th,U)O₂, reciclado do núcleo de um reator operando no ciclo do tório.

LISTA DE DISTRIBUIÇÃO

SUPED (1)
 ASPC.PD (1)
 DETR.PD (2)
 DIFNU.PD (2)
 Dr.D:Leushacke (1)
 Dr.G.Schlosser (1)

RESUMO E CONCLUSÕES

Esta Nota Técnica é uma revisão da Nota Técnica DETR.PD 099/80, e a substitui e anula. Esta revisão tornou-se necessária uma vez que se detetou um erro em um dos dados de entrada, referentes ao caso teste calculado com o código GELS, cujos resultados constituiram a base para aquela Nota Técnica.

A Figura 1 apresenta a comparação de k_{∞} "burnup" obtidos com FASER-Th, VSOP e GELS. Em BOC (1.89 MWd/kg HM) as diferenças pro-GELS, comparado a FASER-Th e VSOP, são da ordem de 3200 e 5900pcm, respectivamente. Os resultados de GELS são superiores aos de VSOP durante todo o intervalo de queima; em EOC (30.24 MWd/kg HM) esta diferença é da ordem de 3350 pcm. A diferença entre GELS e FASER-Th se anula por volta de 21.17 MWd/kg HM; acima deste valor os resultados de FASER-Th superam os de GELS, chegando a cifra de 300 pcm para uma queima de 24.57 MWd/kg HM.

ÍNDICE

English Summary	2/10
1. Introdução	3/10
2. Cálculos para Comparação dos Códigos GELS, VSOP e FASER-Th	4/10
3. Resultados e Conclusões	5/10
Referências	5/10
Tabelas	7/10
Figuras	9/10



mab

Nº. CÓPIAS 8

AUTOR (ES)	VISTO	DATA	APROVAÇÃO	VISTO	DATA
E. P. DE ANDRADE	<i>[Signature]</i>	17/9/80	CHEFE DO LAB. OU GRUPO		
			CHEFE DA DIVISÃO	<i>[Signature]</i>	17/9/80
			CHEFE DO DEPARTAMENTO	<i>[Signature]</i>	15 9 80
CLASSIFICAÇÃO CONFIDENTIAL INFORMATION	RESERVADO		TAREFA: 11.21/Task 3 UTILIZAÇÃO DE TÓRIO EM REATORES A ÁGUA PRESSURIZADA		

1 072

ENGLISH SUMMARY

This work presents the comparison of results calculated with the spectral codes GELS, VSOP and FASER, all applied to a (Th, U)O₂ - recycled fuel assembly.

This report is a revision of DETR.PD 099/80 which is superceded by the present report. This revision became necessary because it was found a mistake in one of the input data corresponding to the test case calculated with GELS.

Figure 1 shows the k_{∞} versus burnup from these codes. GELS overestimates the reactivity calculated by VSOP during the whole burnup interval: at 1,89 MWd/kgHM the difference is of 5900 pcm and at 30,24 MWd/kgHM of 3350 pcm. GELS overestimates the reactivity calculated by FASER-Th from BOC (3200 pcm at 1,89 MWd/kgHM) up to 21,2 MWd/kgHM, from this point on it underestimates the result of FASER-Th (300 pcm at 24,6 M d/kgHM).

1 073

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM OS PROGRAMAS ESPECTRAIS FASER, VSOP E GELS APLICADOS A COMBUSTÍVEL RECICLADO DO TIPO (Th,U)O₂

1. INTRODUÇÃO

Esta Nota Técnica é uma revisão da Nota Técnica DETR.PD 099/80, e a substitui e anula. Esta revisão tornou-se necessária uma vez que se detetou um erro em um dos dados de entrada, referentes ao caso teste calculado com o código GELS, cujos resultados constitui ram a base para aquela Nota Técnica.

As referências [1] e [2] analisam a utilização do combustí vel (Th,U)O₂ em reator PWR convencional, 1300 MWe "Standard" da KWU. Nestas análises utilizou-se os programas VSOP^(*), do KFA-Jülich, para cálculo de espectro e MEDIUM, da KWU, para cálculo do núcleo. O enri quecimento de recarga e as necessidades de urânio natural e de traba lho de separação apresentados nestas referências são superiores aos valores correspondentes registrados em [3], o que leva a acreditar ser a razão de conversão em [3] superior à de [1] e [2].

Os códigos FASER [4] e MEDIUM [5], que constituem o sis tema utilizado no projeto neutrônico do núcleo dos reatores PWR con vencionais da KWU, estão acoplados de forma a permitir a simulação de qualquer estágio da história do núcleo. O mesmo não acontece com re lação aos programas VSOP e MEDIUM; VSOP só foi modificado de modo a perfurar biblioteca em forma de tabela para MEDIUM. A utilização de VSOP e MEDIUM só é viável no cálculo de ciclos com potência nominal ; em cálculos envolvendo variação desta potência, coeficientes de rea tividade, "shutdown margin", etc., gasta-se um tempo excessivo de com putação.

As vantagens de cálculo FASER-Th + MEDIUM numa análise idêntica à apresentada na referência [1] só é possível após uma fase de testes para qualificação do programa FASER-Th. Como não existem

(*) VSOP - Very Superior Old Programs (baseado nos códigos ZUT, TUZ, GAM, THERMOS, GATHER, FEVER, EXTERMINATOR).

DETR.PD-073/79

experiências críticas aplicáveis (especialmente contendo U-233) e nem planejamento para tais experiências a curto prazo, optou-se pela qualificação inicial do programa através de sua comparação com outros do mesmo tipo. Inicialmente foram escolhidos para comparação os programas: GELS (GKSS) [6], CEPAC (Combustion Engineering)^(*) e VSOP (KFA).

Este trabalho apresenta a comparação dos resultados de k_{∞} x "burnup" - obtidos com os programas GELS, VSOP e FASER-Th para uma mesma célula representativa de um elemento combustível com combustível do tipo (Th,U)O₂ reciclado, com 3,75 w/o em urânio físsil - e as variações da razão de conversão e da massa dos isótopos pesados com a queima desta mesma célula, obtidos com GELS.

A comparação dos resultados obtidos com GELS e FASER-2, aplicados ao elemento combustível do tipo UO₂ com ou sem veneno queimável (borossilicato), é apresentada na referência [7]. Esta comparação mostrou que GELS subestima os resultados de FASER-2 em cerca de 1300 pcm a uma queima de 20 MWd/kgU, quando aplicado ao elemento combustível puro; quando este elemento possui veneno queimável, do tipo borossilicato, a discrepância nos resultados dos dois programas é bem menor.

2. CÁLCULOS PARA COMPARAÇÃO DOS CÓDIGOS GELS, VSOP E FASER-Th

Para a comparação dos códigos GELS, VSOP e FASER-Th foi escolhido um elemento combustível do tipo BIBLIS-B, com o combustível (Th-U)O₂ com 3,75 w/o em urânio físsil (Th-232: 94.9 w/o; U-233: 2.04 w/o; U-234: 0.43 w/o; U-235: 1.71 w/o; U-236: 0.78 w/o; U-238: 0.13w/o. A Tabela 1 apresenta os dados (***) da célula representativa deste elemento combustível.

O programa GELS permite a simulação de todos os dados da célula apresentada na Tabela 1, exceto os tamanhos dos "time-steps" que, em GELS, são constantes e iguais a ΔT , exceto para o primeiro e segundo time-steps, cujos valores são 4,166 e $(\Delta T - 4,166)$ dias, respectivamente.

(*) CEPAC compõe-se de FORM, THERMOS e CINDER.

(**) recebidos do Dr. Schlosser - KWU-R122.

O elemento combustível representado na Tabela 1 foi queimado por um período total de 800 dias a plena carga; esta queima foi simulada com o programa GELS, com ΔT de 50 dias.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A Figura 1 apresenta a comparação de k_{∞} x "burnup" obtidos com FASER-Th, VSOP e GELS. Em BOC (1.89 MWd/kg HM) as diferenças pro-GELS, comparado a FASER-Th e VSOP, são da ordem de 3200 e 5900pcm, respectivamente. Os resultados de GELS são superiores aos de VSOP durante todo o intervalo de queima.; em EOC (30.24 MWd/kg HM) esta diferença é da ordem de 3350 pcm. A diferença entre GELS e FASER-Th se anula por volta de 21.17 MWd/kg HM; acima deste valor os resultados de FASER-Th superam os de GELS, chegando a cifra de 300 pcm para uma queima de 24.57 MWd/kg HM.

A Tabela 2 apresenta a variação de k_{∞} , da razão de conversão e da massa dos metais pesados com a queima, calculadas por GELS.

REFERÊNCIAS

- [1] GERMANY, F.R. Ligth Water Reactor with Th-U-Cycle and U Recycle Only. August 1978 (INFCE/WG8/Germany FR/Doc.3)
- [2] ANDRADE, E.P. Cálculo das Necessidades de Urânio Natural e Trabalho de Separação em PWR Convencional com o Ciclo Th/HEU_{rec}. Belo Horizonte, NUCLEBRÁS/CDTN, 1980 (DETR.PD-091/80)
- [3] SHAPIRO, N.L; REC, J.R.; MATZIE, R.A. Assessment of Thorium Fuel Cycle in Pressurized Water Reactors. February 1977 (EPRI-NP-359)
- [4] FITÉ, J. Zellabbrandprogram FASER. Erlangen, KWU, 1974 (634/74)

DETR.PD-073/79

1 076

- [5] WAGNER, R. et alii. Erstellung eines 3º dim. Abbrandprogrammes für Druckwasserreaktoren. Erlangen, KWU, 1974 (674/74)
- [6] PENNDORF, K. et alii. GELS-A - Geesthacht Light Water Reactor Spectral Code - Version "A". Geesthacht, GKSS, 1977
- [7] ANDRADE, E.P. Relatório da Missão de Um Engenheiro do CDTN no Instituto de Física da GKSS - em Geesthacht (RFA) - no Período de 16/04/78 a 15/05/78 - Belo Horizonte, NUCLEBRÁS/CDTN, 1978 (DETR-051/78)

1 077

TABELA 1

CÉLULA DE TÓRIO, 3.75 w/o U_{fissil} , $U_{\text{reciclado}}$

Potência da célula	197.1	w/cm
Massa de combustível	0.52131E-2	kg/cm
Concentração de Boro constante	600	ppm B_{nat}
Densidade do moderador	0.7285	g/cm ³

"Time steps"

1	x	2 dias
1	x	18 dias
1	x	40 dias
10	x	60 dias

"Burnup" Médio da Célula
após a queima : 24.954 MWd/kg.HM

"Buckling" : 0.0 1/cm²

Região	Diâmetro Externo, cm	Temperatura, °C
1 (Combustível)	0.9318	1023.2
2 ("gap"+revestimento)	1.077	605.0
3 (água+grade)	1.62216	572.2
4 (região extra)	1.6983	572.2

Densidades Atômicas - Unidade: 10^{24} átomos/cm³

Região 1

Isótopo	Densidade
U-235	.33544E-03
U-238	.15308E-03
U-238	.24642E-04
TH32	.18835E-01
O	.39673E-01
U-234	.85216E-04
U-233	.40274E-03

Região 2

Isótopo	Densidade
FE	.15453E-03
NI	.47211E-05
CR	.75546E-04
ZR	.42195E-01

Região 3

H	.48359E-01
O	.24175E-01
FE	.15143E-03
NI	.30923E-03
CR	.12637E-03
B10	.47819E-05

Região 4

H	.44425E-01
O	.22213E-01
FE	.48706E-02
NI	.88447E-03
CR	.14419E-02
B10	.43929E-05

TABELA 2

VARIAÇÃO DO K_∞, DA RAZÃO DE CONVERSÃO E MASSA DOS METAIS PESADOS COM A QUEIMA. PWR, U-Reciclado, 3.75 w/o DE URÂNIO FÍSSIL NO TÓRIO RESULTADOS DE GELS

TESTE DE GELS RE-EXECUCAO DO SAMPLE CASE DO SCHLOSSER

Table with columns: TIME STEP, TIME DAYS, K-EFFKT., CONVERS. RATIO, TH232 GRAMS, PA233 GRAMS, U233 GRAMS, U234 GRAMS, U235 GRAMS, U236 GRAMS, U237 GRAMS, NP237 GRAMS, BURNUP MWD/TO-U. Rows 0-17.

TESTE DE GELS RE-EXECUCAO DO SAMPLE CASE DO SCHLOSSER

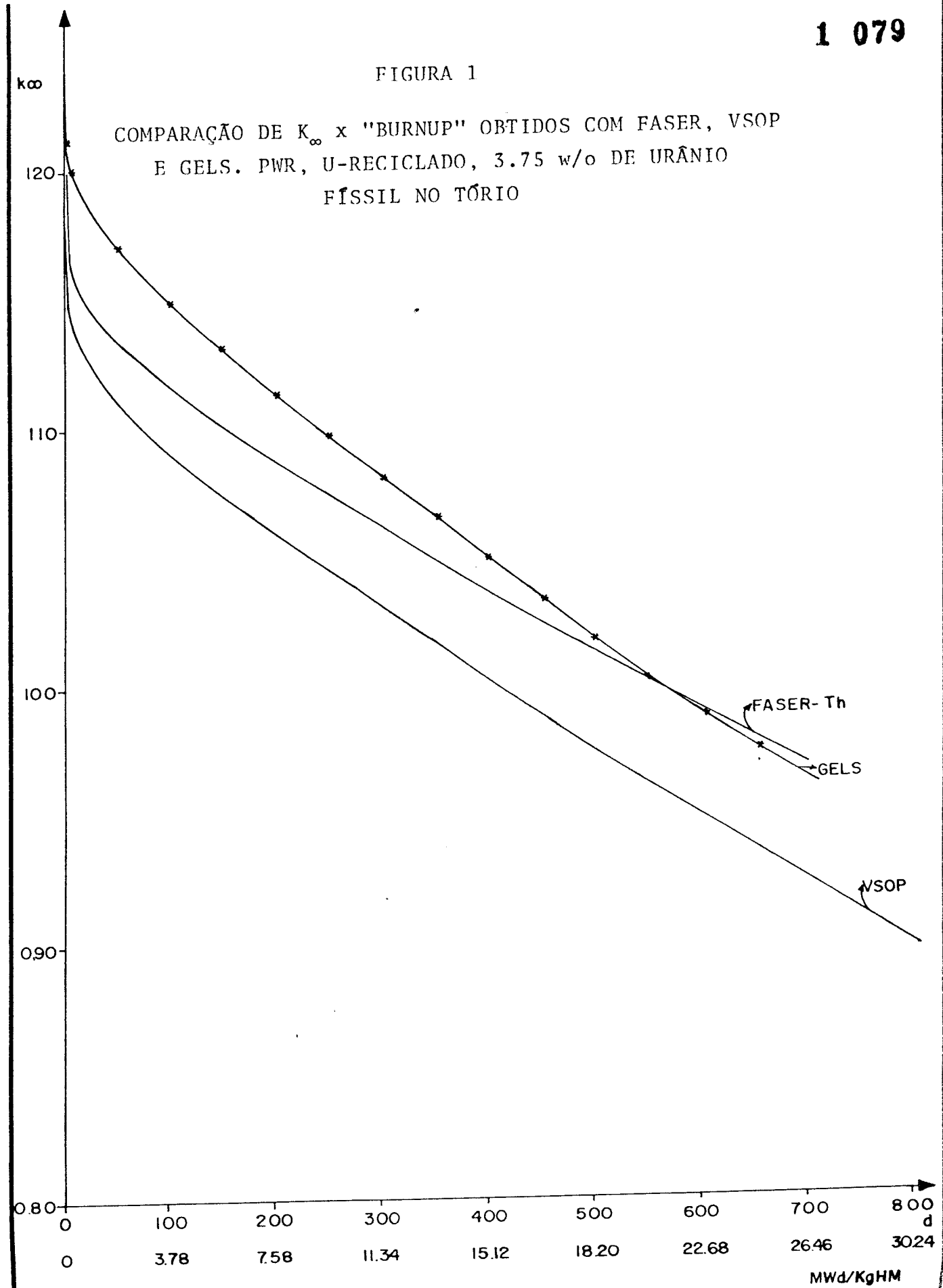
Table with columns: TIME STEP, TIME DAYS, POI51 GRAMS, POI52 GRAMS, POI53 GRAMS, U238 GRAMS, NP239 GRAMS, PU239 GRAMS, PU240 GRAMS, PU241 GRAMS, PU242 GRAMS, AM243 GRAMS, BURNUP MWD/TO-U. Rows 0-17.

DETR. PD-073/79

1 079

FIGURA 1

COMPARAÇÃO DE K_{∞} x "BURNUP" OBTIDOS COM FASER, VSOP
E GELS. PWR, U-REICLADO, 3.75 w/o DE URÂNIO
FÍSSIL NO TÓRIO



DETR.PD-073/79

NUCLEBRÁS
DETR.PD 171/80

1 080

FIGURA 2

VARIAÇÃO DA RAZÃO DE CONVERSÃO COM O "BURNUP"
PWR.U - RECICLADO. 3.75 w/o DE URÂNIO FISSIL
NO TORIO - RESULTADOS DE GELS.

