

# DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMERÍCIO EM COMBUSTÍVEIS NUCLEARES IRRADIADOS

Jorge Eduardo de Souza Sarkis, Cláudio Rodrigues

IPEN-CNEN/SP  
CAIXA POSTAL 11049  
CEP 05422-970, SÃO PAULO, S.P., BRASIL  
e-mail: jesarkis@net.ipen.br

## RESUMO

O amerício é um dos principais elementos responsáveis pelos riscos de armazenamento de combustíveis nucleares irradiados. Assim sendo o desenvolvimento de metodologias precisas para determinação de sua concentração nestes materiais é de grande importância quer sob aspectos econômicos quer sob aspectos de segurança nuclear. Neste trabalho frações puras do elemento amerício foram separadas das amostras por meio da técnica de troca iônica utilizando-se resina catiônica forte DOWEX 50W 200 a 400 mesh previamente condicionada em solução de ácido alfa-hidroxiisobutírico 0,25M, PH 4,6, em meio amoniacal. A concentração do amerício foi determinada por meio da técnica de diluição isotópica aplicada a espectrometria de massas utilizando-se o nuclídeo  $^{234}\text{Am}$  como traçador.

## INTRODUÇÃO

A quantidade armazenada de combustíveis nucleares irradiados aumenta a cada ano. O destino final deste material e seus subprodutos tem sido, quer por razões econômicas quer por razões de segurança, um dos temas mais estudados dentro do ciclo do combustível nuclear.

Além de material caro e estratégico, como urânio não irradiado e plutônio, estes combustíveis possuem uma grande quantidade de elementos pesados altamente tóxicos e produtos de fissão de alta atividade cujos riscos de armazenamento se estenderão por milhares de anos, figura 1 [1].

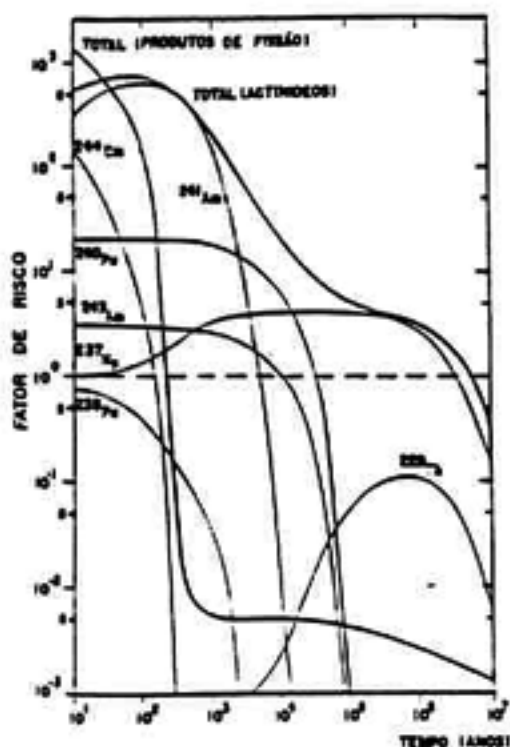


Figura 1. Riscos inerentes ao armazenamento de combustíveis nucleares irradiados em função do tempo

Como alternativa ao armazenamento, o reprocessamento do combustível irradiado tem sido uma das opções mais empregadas recuperando cerca de 99% do urânio e plutônio presentes enquanto os actínidos e produtos de fissão permanecem nos rejeitos do processo, figura 2 [2].

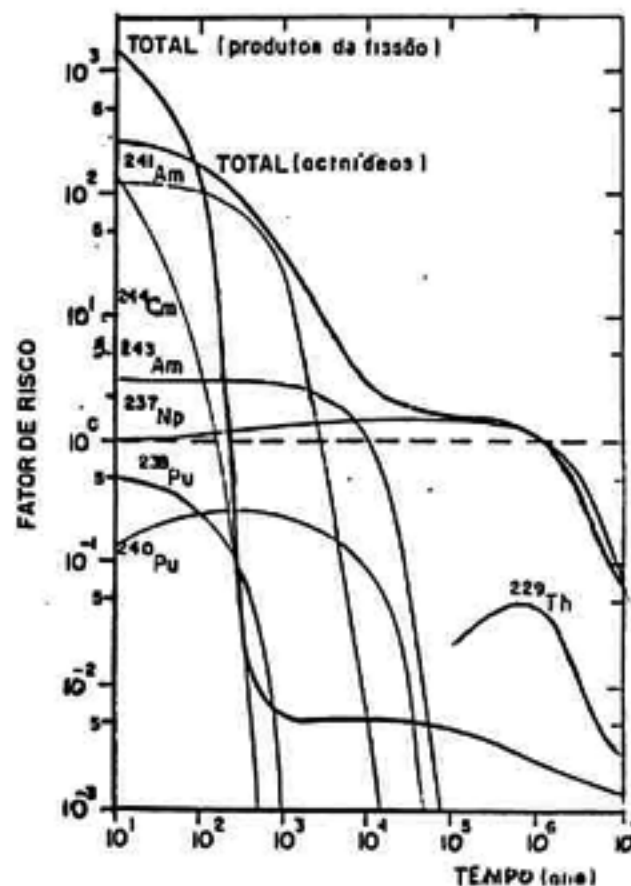


Figura 2. Riscos inerentes ao armazenamento de rejeitos de combustíveis nucleares irradiados com a recuperação do urânio e plutônio.

O gerenciamento a longo prazo destes rejeitos é, atualmente, uma das grandes questões a ser resolvida dentro do ciclo do combustível nuclear.

No momento a solução mais aceita para os rejeitos líquidos de alta atividade consiste em sua imobilização em meio inerte e posterior armazenamento em sítios geológicos estáveis [3]. Alguns pesquisadores [4], entretanto, alegam não haver garantias de que as análises tectônicas de formação geológica poderão fornecer resultados que permanecerão válidos por vários períodos geológicos.

Uma outra opção consiste em recuperarem-se os elementos actídeos, i.e. amerício, cúrio e netúnio, e reutilizá-los em reatores de potência. Dessa forma, por meio de reações de transmutação nuclear transformá-los em nuclídeos menos perigosos, figura 3.

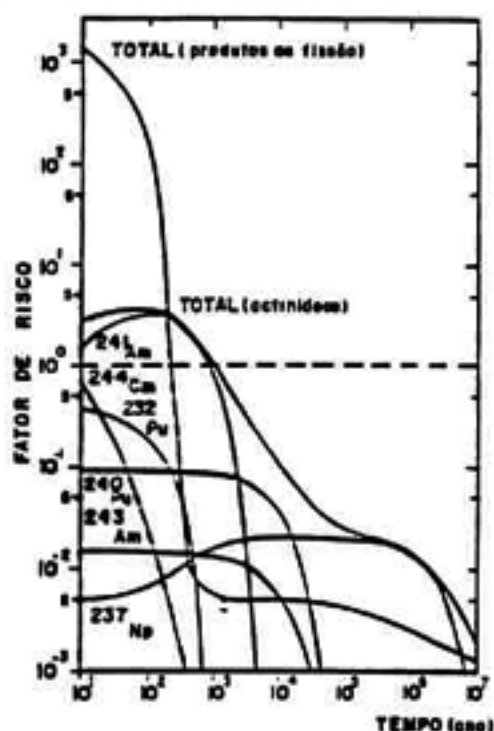


Figura 3 .Riscos inerentes ao armazenamento de rejeitos de combustíveis nucleares irradiados com a recuperação do urânio e plutônio e dos actínidos minoritários presentes.

A transmutação nuclear foi sugerida pela primeira vez em 1964 por Steinberg [5] visando a eliminação dos nuclídeos <sup>85</sup>Kr, <sup>90</sup>Sr e <sup>137</sup>Cs presentes em rejeitos radioativos. Em 1972 Clairbone[6] apresenta a possibilidade de reutilização de elementos actínidos, tais como amerício, cúrio e netúnio em reatores nucleares de potência a água pressurizada. Demonstraram também que a energia exigida para transmutação destes nuclídeos representa uma pequena fração da energia utilizada na formação dos mesmos com uma taxa de transmutação significativamente mais rápida do que a necessária para o seu decaimento radioativo natural.

Segundo Wellum [7] estudos revelam que apenas um reator regenerador rápido poderá queimar os rejeitos provenientes de 20 reatores de água leve, tornando o reprocessamento de combustíveis nucleares irradiados uma atividade economicamente viável.

**O Amerício.** O amerício é um elemento altamente tóxico e quando absorvido pelo organismo humano concentra-se principalmente nos ossos, pulmões e fígado. Segundo o International Commission on Radiological Protection [8], é um dos elementos de maior risco no que diz respeito aos

limites de ingestão e inalação permissíveis aos trabalhadores.

Durante a irradiação do combustível nuclear, o amerício é formado através de reações de captura de nêutrons e, principalmente, por meio do decaimento  $\beta^-$  do nuclídeo <sup>241</sup>Pu.

Um reator do tipo PWR com uma potência média de 25 GWd/t de combustível produz cerca de 60g de <sup>241</sup>Am, cerca de 50 g <sup>243</sup>Am e quantidades irrelevantes do nuclídeo <sup>242</sup>Am. Estudos demonstram que até o ano 2000 serão produzidos, somente nos países de economia aberta cerca de 120 toneladas de <sup>241</sup>Am e cerca de 25 toneladas de <sup>243</sup>Am para uma energia nuclear instalada de 1800 MWe [1].

Nas etapas de reprocessamento, o amerício permanece junto com os produtos de fissão nos rejeitos radioativos de alta atividade, sendo um dos principais responsáveis pela atividade alfa deste material. A quantidade de amerício nas soluções de processos está ligada não somente ao tipo do combustível utilizado e sua taxa de queima mas, principalmente, do tempo de armazenamento após a irradiação.

No passado, o método radioquímico era o mais comumente utilizado para a determinação de amerício em combustíveis nucleares irradiados. Embora extremamente rápido e útil nas operações de controle de processo, este método não apresenta resultados com grande precisão.

Somente a partir de 1982, com a disponibilidade de soluções traçadoras enriquecidas no nuclídeo <sup>243</sup>Am, foi possível determinar quantitativamente a concentração dos isótopos do elemento amerício em amostras de combustíveis nucleares irradiados com uma precisão de até 0,5% por meio da técnica de diluição isotópica aplicada à espectrometria de massa [9].

## OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho consiste em apresentar um procedimento para a determinação da composição e concentração isotópica do amerício em combustíveis nucleares irradiados. A técnica utilizada será a diluição isotópica aplicada à espectrometria de massas.

## PARTE EXPERIMENTAL

A parte experimental deste trabalho foi realizada junto ao grupo de radioquímica e análises isotópicas do Institut für Transurium Elements, EURATOM, Karlsruhe, Alemanha Ocidental.

Os dados experimentais utilizados foram obtidos durante a caracterização isotópica de amostras de combustíveis nucleares irradiados, provenientes de uma campanha de reprocessamento de dois elementos combustíveis pertencentes ao reator nuclear de potência a água pressurizada, da Central Nuclear de Obrigheim, com 350 MWe de potência, Alemanha Ocidental.

As amostras utilizadas sofreram uma taxa de queima na faixa de 1,75% a 3,8% , em porcentagem de átomos pesados fissionados , determinada utilizando-se o método do produto de fissão  $^{137}\text{Cs}$  [10].

**Técnica de diluição isotópica.** A determinação da concentração de um elemento por meio do método de diluição isotópica baseia-se na medida da variação da composição isotópica de um elemento antes e após a adição de quantidade conhecida de solução traçador isotópico com composição isotópica bem definida [11].

As principais etapas da técnica de diluição isotópica são:

- obtenção e preparação de uma solução representativa da amostra a ser analisada;
- adição à amostra, com base no peso, de quantidade exatamente conhecida de solução traçadora, previamente calibrada, com concentração bem definida;
- tratamento químico adequado das soluções amostra, traçadora e mistura, de modo a obter-se identidade química dos elementos presentes;
- separação química dos elementos de interesse;
- análise isotópica por espectrometria de massa dos elementos de interesse nas soluções amostra, traçadora e mistura;
- cálculo das concentrações por meio da seguinte equação:

$$C_A^E = C_T^K \frac{MT}{MA} \frac{ma}{mp} \left( \frac{MEK - TEK}{1 - \frac{MEK}{AEK}} \right) \quad (1)$$

onde:

E e K = nuclídeos de interesse na soluções amostra e traçadora respectivamente;

$C_A^E$  e  $C_T^K$  = concentração dos nuclídeos E e K, em átomos/grama de solução, nas soluções amostra e traçadora respectivamente;

ma e mp = massa atômica dos nuclídeos E e K respectivamente;

MEK, TEK e AEK = razão isotópica entre os nuclídeos E e K nas soluções mistura, traçadora e amostra respectivamente;

MT e MA = massas das soluções traçadora e amostra presente na mistura, respectivamente.

Na tabela 1 são apresentados os principais parâmetros utilizados para o cálculo da concentração isotópica do amerício neste trabalho.

Tabela 1 - Parâmetros utilizados nos cálculos

$C_A^E$	$C_T^K$	MEK	TEK	AEK
$^{241}\text{Am}$	$^{243}\text{Am}$	$\frac{^{241}\text{Am}}{^{243}\text{Am}}$	$\frac{^{241}\text{Am}}{^{243}\text{Am}}$	$\frac{^{241}\text{Am}}{^{243}\text{Am}}$ , $\frac{^{242}\text{Am}}{^{243}\text{Am}}$ , $\frac{^{242}\text{Am}}{^{241}\text{Am}}$

Após a descarga do reator, a concentração do nuclídeo  $^{243}\text{Am}$  permanece praticamente inalterada.

Já a concentração do isótopo  $^{241}\text{Am}$  cresce como resultado do decaimento  $\beta^-$  do nuclídeo  $^{241}\text{Pu}$ , cuja meia-vida é de 14,4 anos. Assim sendo, faz-se necessária a correção da concentração deste nuclídeo para seu decaimento radioativo e para influência da concentração do nuclídeo  $^{241}\text{Pu}$  presente na amostra no momento da descarga do reator, através da seguinte equação.

$$C_{A1} = C_{A2} e^{LA t} - \left[ \frac{LP}{LA - LP} C_P (e^{(LA-LP)t} - 1) \right] \quad (2)$$

onde:

$C_{A1}$  = concentração do nuclídeo  $^{241}\text{Am}$  corrigida para o dia da descarga do reator;

$C_{A2}$  = concentração do nuclídeo  $^{241}\text{Am}$  medida;

$C_P$  = concentração do nuclídeo  $^{241}\text{Pu}$  medida;

LP = constante de decaimento do nuclídeo Pu =  $1,526 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$  ;

LA = constante de decaimento do nuclídeo Am =  $5,081 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$

t = tempo transcorrido entre a descarga do reator e o dia da medida.

Para o nuclídeo  $^{243}\text{Am}$  a correção, embora muito pequena, foi feita somente para o seu decaimento radioativo da seguinte forma:

$$C_{A3} = C_{A4} e^{-L3 t} \quad (3)$$

em que:

$C_{A3}$  = representa a concentração do nuclídeo  $^{243}\text{Am}$ , corrigida para o dia da descarga do reator;

$C_{A4}$  = representa a concentração do nuclídeo  $^{243}\text{Am}$  no dia da medida;

L3 = representa a constante de decaimento deste nuclídeo, igual a  $5,893 \cdot 10^{-12} \text{ s}^{-1}$  ;

t = tempo transcorrido entre a descarga do reator e a realização da análise.

Neste trabalho foram utilizada solução traçadora enriquecida no nuclídeo  $^{243}\text{Am}$ , fornecida pelo Oak Ridge National Laboratory, Estados Unidos, com uma concentração isotópica no nuclídeo  $^{243}\text{Am}$  de  $2,9885 \cdot 10^{15}$  átomos/g de solução e razão isotópica  $^{241}\text{Am}/^{243}\text{Am}$  de  $1,7891 \cdot 10^{-3}$ . Esta solução foi previamente calibrada também por meio da técnica de diluição isotópica aplicada à espectrometria de massa, utilizando-se de solução padrões enriquecida no nuclídeo  $^{241}\text{Am}$  fornecida pelo Institut for Transuranium Elements, Alemanha Ocidental.

**A Análise.** Cada amostra foi analisada por três vezes. Para cada análise foram feitas três varreduras independentes nas quais as razões isotópicas dos nuclídeos de interesse foram medidas por dez vezes. Para eliminação de valores de razão isotópica suspeitos, aplicou-se o teste de Dixon, conforme manual do fabricante admitindo-se no máximo a eliminação de 30% dos valores de razões isotópica medidos. Nestes casos, todo procedimento de preparo e análise das amostras foi repetido.

A presença de interferentes isobáricos foi monitorada nas região correspondente aos núclídeos  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{244}\text{Cm}$ .

As amostras provenientes dos procedimentos de separação química foram secas, redissolvidas e 50ml de  $\text{HNO}_3$  1M e 10ml das soluções resultantes depositadas nos filamentos, utilizando-se para isso tubos capilares, Dummond Microcaps 10ml, adaptados a um micrômetro.

A fim de obter-se uma boa emissão iônica e reprodutibilidade no preparo das amostras, estabeleceu-se que o volume de amostra a ser depositada em cada análise no filamento deveria conter cerca 0,02mg de amerício, respectivamente. A concentração destes elementos em cada alíquota foi estimada por meio da análise por espectrometria alfa.

Para as análises das frações contendo solução traçadora depositaram-se cerca de 20ml de solução em cada análise.

**Espectrometria de Massa.** As análises foram realizadas em um espectrômetro de massa VARIAN-MAT CH5. Este aparelho é equipado com uma fonte de ionização termoiônica a qual possibilita a utilização de arranjos de filamentos simples, duplos e triplos. Os ions produzidos são extraídos da região de ionização através de um sistema ótico da fonte de ionização pela aplicação de uma tensão de 3 keV e analisados pela depleção em um campo magnético variável de até 13500 Gauss em tubo espectrométrico de 21,4 cm de curvatura e deflexão de  $90^\circ$ .

A detecção dos ions foi feita, utilizando-se de um detector tipo copo de Faraday possibilitando assim medidas de correntes iônicas em um intervalo de  $10^{-14}$  a  $10^{-9}$  A. A calibração do espectrômetro de massa, sua linearidade e controle de contaminação foi feita por meio de análises de padrões com diferentes composições isotópicas fornecidos pelo National Bureau of Standards.

Uma fonte de erro em análises isotópicas por espectrometria de massa consiste na evaporação preferencial dos isótopos mais leves de um elemento em relação aos seus isótopos mais pesados. Esse fenômeno é conhecido como fracionamento isotópico e pode ser corrigido por meio da análise de padrões isotópicos como será explicado a seguir.

A determinação do fator de discriminação de massa para correção das razões isotópicas quando da análise de urânio, plutônio e amerício foi feita por meio da análise do padrão isotópico NBS-SRM-U500, fornecido pelo National Bureau of Standards, cuja razão isotópica  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  certificada é de 0,9997.

## SEPARAÇÃO QUÍMICA DO AMERÍCIO.

Neste trabalho a separação química do amerício elementos de interesse foi feita utilizando-se resina catiônica forte e ácido alfa hidroxibutírico ( $\alpha$ -HIBA) como agente complexante [12,13].

Dessa forma, foram pesadas 5 alíquotas de 5g de solução para cada amostra adicionando em 3 delas de 0,3 gramas de solução traçadora enriquecida no núclídeo  $^{243}\text{Am}$ . Cada alíquota foi aquecida até a secura e redissolvida em cerca de 1 ml de HCl 12M. A solução foi percolada em coluna de vidro, contendo cerca de 0,5 gramas de resina aniônica forte Dowex 1X8 200 a 400 mesh previamente condicionada em HCl 10M. Os elementos urânio e plutônio permaneceram fortemente retidos na resina, enquanto que amerício, cúrio e produtos de fissão foram eluídos, lavando-se a coluna com HCl 10M.

A solução eluída foi evaporada à secura e o resíduo redissolvido em 1 ml de HCl 0,05M. Após agitação, a solução resultante foi percolada em coluna de vidro pirex (diâmetro interno de 5mm e cerca de 130 mm e altura) contendo cerca de 0,3 gramas (aproximadamente 6,0 cm de altura no capilar) de resina catiônica forte Dowex 50W 200-400 mesh previamente condicionada com solução de  $\alpha$ -HIBA 0,25M, pH = 4,6, em meio amoniacal. Em seguida, a coluna foi lavada com cerca de 2 ml de solução de  $\alpha$ -HIBA em frações de 0,4 ml. Após cerca de 1 ml de lavagem foi eluído o mercúrio, seguido pelo amerício e neodímio. As frações de interesse foram recolhidas em tubos de ensaio e evaporadas a  $80^\circ\text{C}$  em placa aquecedora, até a secura. Nesta etapa, observou-se a formação de resíduos de cor branca, cuja eliminação exigiu uma queima a cerca de  $1450^\circ\text{C}$  com adição, de forma cuidadosa e simultânea, de algumas gotas de  $\text{HNO}_3$  concentrado.

Na Figura 4 tem-se o diagrama esquemático da metodologia utilizada.

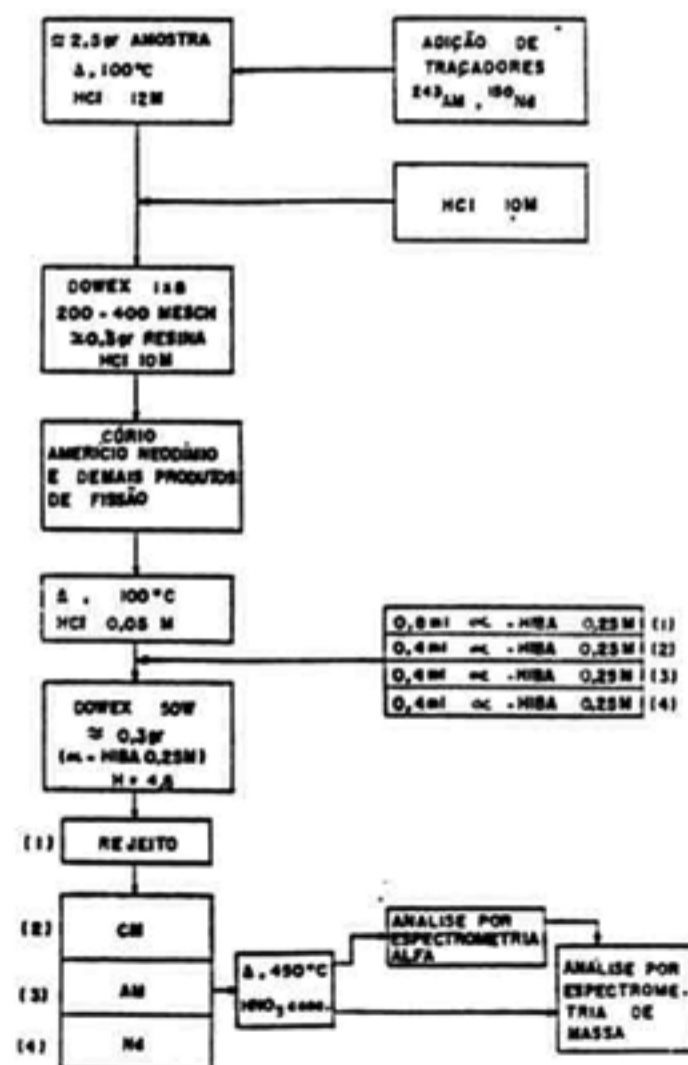


Figura 4 . Diagrama esquemático dos procedimentos para separação química dos elementos amerício e neodímio.

Após o desaparecimento do resíduo, as amostras foram resfriadas e redissolvidas em HNO<sub>3</sub> 0,5M para posterior análise por espectrometria de massa.

A seqüência de eluição foi monitorada por meio da atividade alfa, dos elementos cúrio e amerício, adaptando-se detectores semicondutores às saídas das colunas. Na figura 5 tem-se um exemplo típico do registro da seqüência de eluição do elemento de interesse.

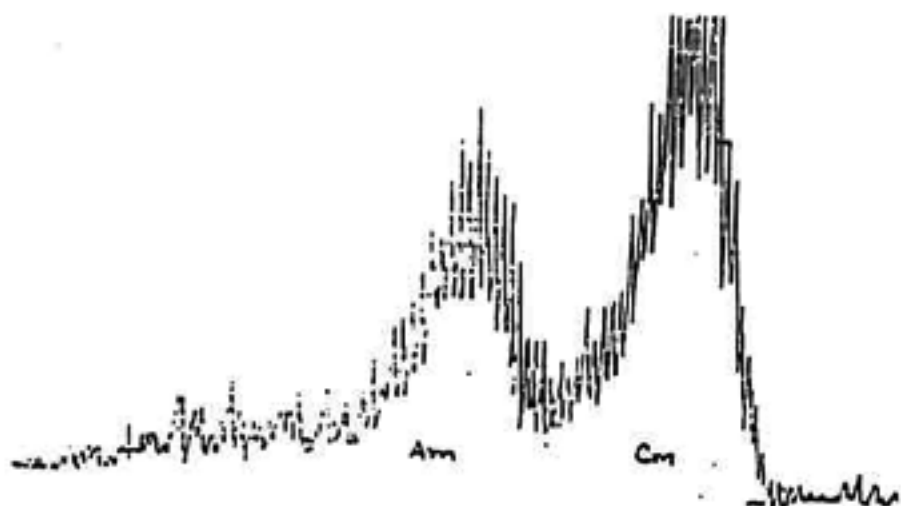


Figura 5. Seqüência de eluição do amerício

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 1 e 2 são apresentados, resumidamente, os principais parâmetros dos resultados obtidos neste trabalho. As amostras estão dispostas nas tabelas na ordem crescente de suas queimas.

Como mencionado anteriormente, só foram considerados os isótopos majoritários do elemento amerício. O isótopo <sup>242</sup>Am é formado em quantidades muito pequenas, não sendo de interesse na caracterização do combustível nuclear irradiado.

Na tabela 1 são apresentados os resultados da variação da composição isotópica do amerício com o tempo de resfriamento das amostras.

TABELA 1 - Composição isotópica do amerício nas amostras em estudo

AMOSTRA	MEDIDO		TEMPO (dias)	CORRIGIDO	
	<sup>241</sup> Am	<sup>243</sup> Am		<sup>241</sup> Am	<sup>243</sup> Am
744	95,40	4,50	3618	81,29	18,71
741	95,92	4,07	3715	73,19	26,81
745	90,83	9,18	3573	44,18	55,82
743	90,10	9,82	3739	46,74	53,27
739	88,50	11,50	3573	38,13	61,37
740	85,92	14,01	3738	20,17	69,28
742	85,16	14,84	3573	37,96	62,04
747	80,67	19,33	3660	30,88	69,12

Considerando-se que a quantidade de <sup>243</sup>Am nesse período permaneceu praticamente inalterada, verifica-se que após cerca de 10 anos de armazenamento a maior parte do amerício presente provém do decaimento β<sup>-</sup> do nuclídeo <sup>241</sup>Pu.

Observa-se também uma forte dependência da composição isotópica com a taxa de queima do combustível

Na tabela 2 encontram-se os resultados de concentração isotópica do amerício nas amostras em estudo assim como do nuclídeo <sup>241</sup>Am. Todos os dados apresentados já estão corrigidos para a data de descarga das amostras no reator.

Observa-se que, utilizando-se a técnica de diluição isotópica aplicada à espectrometria de massas, foi possível a determinação da concentração isotópica do amerício com cerca de 0,5% de precisão. Isto pode ser facilmente entendido já que para esta metodologia influem, basicamente, a precisão nas medidas de razões isotópicas e a precisão nas pesagens das soluções traçadora e amostra. Em ambos os casos, estes dados podem ser obtidos com precisão em torno de 0,2%.

Verifica-se também que ao final da irradiação do combustível a concentração do nuclídeo <sup>241</sup>Pu é varias vezes superior aos isótopos do amerício. Como consequência, quanto maior o tempo decorrido para a análise maior são as correções para as medidas de razão e concentração isotópica.

TABELA 2 - Concentração isotópica do amerício nas amostras em estudo

AMOSTRA	QUEIMA PF%	CONCENTRAÇÃO DO NUCLÍDEO (gr / tonelada de combustível)		
		<sup>241</sup> Pu	<sup>241</sup> Am	<sup>243</sup> Am
744	1,75	407,8	19,3 ±0,5%	5,2 ±0,6%
741	1,98	509,4	25,6 ±0,4%	9,2 ±0,5%
745	2,85	883,4	36,5 ±0,3%	36,9 ±0,4%
743	2,89	919,5	35,5 ±0,5%	42,1 ±0,4%
739	3,12	906,8	34,0 ±0,5%	51,6 ±0,3%
740	3,32	1032	36,0 ±0,4%	70,7 ±0,5%
742	3,47	1067	46,5 ±0,4%	77,8 ±0,4%
747	3,80	1074	54,0 ±0,3%	108,8 ±0,3%

## CONCLUSÕES

A técnica de diluição isotópica aplicada à espectrometria de massas é, reconhecidamente, a técnica

mais precisa para determinação de elementos traços em matrizes complexas. Como já foi discutido anteriormente, o fato de não exigir separações químicas quantitativas, basear-se em medidas de razões isotópicas e dados de pesagens faz desta técnica uma poderosa ferramenta .

Os dados encontrados neste trabalho estão de acordo com o esperado para a técnica. Entretanto , como demonstra Wantschick [ 9 ] , melhores precisões podem ser obtidas, quando da análise das amostras com um período de resfriamento menor .

## REFERÊNCIAS

[ 1 ] KOCH, L. **Formation and recycling of minor actinides in nuclear power stations.** In: FREEMAN, A.J. & KELLER, C., eds. Handbook on the physics and chemistry of the actinides Amsterdam, Elsevier, 1986, cap.9, p.457-90.

[ 2 ] KOCH, L. **Minor actinide transmutation: a éaste management option.** J. Less-Common Met., 122:371-82, 1986.

[ 3 ] BRESESTI, M. **Radioactive waste management: outline of the research programme of the Commission of European Communities** In: HAGE, É. ed. Nuclear transmutation of actinides: proceedings of 2nd technical meeting on the...held in Ispra, 21-24 April, 1980. Brussels, 1980 p.5-13.

[ 4 ] CECILLE, L.; HAGE, W.; HETTINGER, H.; MANNONE, F.; MOUSTY, F.; SCHMIDT, E.M.; SOLA, A. **Nuclear Transmutation of Actinides Other than Fuel as a Radioactive Waste Management Scheme.** In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Nuclear power and its fuel cycle: proceedings of an international conference on... held in Salzburg, 2-13 May, 1977, v.4: radioactivity management. Vienna, 1977 p. 513-28 (IAEA-CN-36/366).

[ 5 ] STEINBERG, M.; WOTZAK, G.; MANOWITZ, B. **Neutron Burning of Longlived Fission Products for Waste Disposal.** Upton, N.Y., Brookhaven National Lab., Sept. 1964 (BNL-8558).

[ 6 ] CLAIRBONE, H.C. **Neutron Induced Transmutation of High-Level Radioactive Waste.** Oak Ridge, Tenn., Oak Ridge National Laboratory, Dec. 1972 (ORNL-TM-3364).

[ 7 ] WELLUN, R.; MEESTER, R.; KAMMERICHS, K.; KOCH, L. **The Categorization of Binary Isotope Correlations Derived from the Databank of the European Institute for Transuranium Elements, Karlsruhe.** In: STANCHI, L., ed. Isotopic correlation and its application to the nuclear fuel cycle: symposium on the.. held in Stresa, 9-11 May, 1978. Ispra, ESARDA, 1982, p.55-56 (ESARDA-14).

[ 8 ] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Limits for Intakes of Radionuclides by Éorkers.** Oxford, N.Y., July, 1978. (ICRP-30, suópl. Pt.I).

[ 9 ] WANTSCHICK, M.; GANSER, B.; KOCH, L. **Mass spectrometric isotope dilution of Am and Cm.** Int.J. Mass Spectrom. Ion Phys., 48:405-8, 1983.

[ 10 ] SARKIS , JORGE EDUARDO DE S. , RODRIGUES , C. **Determinação da Queima em Combustíveis Nucleares Irradiados por meio da Medida do Produto de Fissão <sup>137</sup>Cs .** Neste congresso .

[ 11 ] SARKIS , JORGE EDUARDO DE S. ; RODRIGUES , C. **Determinação da Concentração e Composição Isotópica de Urânio e Plutônio em Combustíveis Nucleares Irradiados .** Anais do IV Congresso Geral de Energia Nuclear , Rio de Janeiro , 5 a 9 de Julho de 1992 , Vol 1. pp. 177 - 182

[ 12 ] CHOPPIN, G.R.; CHOPPORIAN, J.A. **Complexes of the Lanthanide Elements with  $\alpha$ -Hidroxy Carboxilate Ligants.** J. Inorg.Nucl. Chem. 22: 99-113, 1961.

[ 13 ] SARKIS , JORGE EDUARDO DE S. ; RODRIGUES , C. **Determinação da Queima em Combustíveis Nucleares Irradiados Pelo Método do Produto Estável de Fissão <sup>148</sup>Nd .** Anais do IV Congresso Geral de Energia Nuclear , Rio de Janeiro , 5 a 9 de Julho de 1992 , Vol 1. pp. 171 - 175

## ABSTRACT

The isotope dilution mass spectrometry technique was used to obtain americium isotope concentration in seven nuclear irradiated fuel samples from the Obrigheim reactor , KWO , Germany . The procedure involves the addition of a spike solution enriched in <sup>243</sup>Am . The purification of americium fractions was performed by using a cation exchange resin Dowex 50W in 0,25 M  $\alpha$  - hidroxy - isobutiric acid , pH=4,6 media . Mean precision values of 0,5% was achieved for americium isotopes .