

**CNEN/SP**

---

**ipen** Instituto de Pesquisas  
Energéticas e Nucleares

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE MISTURADORES-DECANTADORES  
NA EXTRAÇÃO DE ACTINÍDEOS**

Ruth Luqueze Camilo, Maria Augusta Gonçalves, Etsuko Ikeda de Carvalho, Atsuko  
Kumagai Nakazone, Bertha Floh de Araújo, José Adroaldo de Araújo

IPEN - PUB -- 167

PUBLICAÇÃO IPEN 167

JULHO/1968

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE MISTURADORES-DECANTADORES NA  
EXTRAÇÃO DE ACTINÍDEOS**

**Ruth Luqueze Camilo, Maria Augusta Gonçalves, Etsuko Ikeda de Carvalho, Atsuko Kumagai Nakazone,  
Bertha Floh de Araújo, José Adroaldo de Araújo**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

**CNEN/SP  
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES  
SÃO PAULO – BRASIL**

**Série PUBLICAÇÃO IPEN**

**INIS Categories and Descriptors**

**B16.20**

**MIXER-SETTLERS  
DATA ACQUISITION  
PERFORMANCE  
ACTINIDES  
SOLVENT EXTRACTION**

---

**IPEN - Doc - 3032**

**Aprovado para publicação em 18/03/88.**

**Nota: A redação, ortografia, conceitos e revisão final são de responsabilidade do(s) autor(es).**

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE MISTURADORES-DECANTADORES  
NA EXTRAÇÃO DE ACTINÍDEOS\***

**Ruth Luqueze Camilo, Maria Augusta Gonçalves, Etsuko Ikeda de Carvalho,  
Atsuko Kumagai Nakazone, Bertha Floh de Araujo, José Adroaldo de Araujo**

**RESUMO**

Fez-se uma avaliação do desempenho de quatro concepções de misturadores-decantadores, utilizados para a purificação e recuperação de actinídeos. A avaliação foi realizada pela análise dos perfis de concentração de urânio nas fases aquosa e orgânica, correspondentes a cada um dos contactores.

O estudo destina-se à obtenção de dados, de forma a adequar os diferentes tipos de contactores às fases de tratamento de actinídeos, pela técnica de extração líquido-líquido.

**MIXER-SETTLER PERFORMANCE EVALUATION IN  
ACTINIDE EXTRACTION**

**ABSTRACT**

This paper deals with four conceptions of mixer-settlers used for actinide purification and recovery. By means of the uranium concentration profiles in the organic and aqueous phases, the evaluation of each mixer-settler was made.

The main purpose of this work is the data acquisition, for adapting the different contactor types to actinide recovery by liquid-liquid extraction, in the nuclear fuel cycle.

(\*) Trabalho apresentado no II Congresso Geral de Energia Nuclear realizado no Rio de Janeiro de 24 a 27 de Abril de 1988.

## INTRODUÇÃO

Dentre as técnicas utilizadas para a recuperação e separação de actinídeos, a extração por solventes empregando TBP (fosfato de tri-n-butila) como agente extrator vem sendo amplamente adotada devido à segurança, flexibilidade e confiabilidade das operações.

Vários tipos de equipamentos podem ser utilizados em extração por solventes. Basicamente, tem-se quatro tipos de contactores: colunas de recheio, colunas pulsadas, misturadores-decantadores e extratores centrífugos.

Os principais fatores que definem a escolha do equipamento são o elemento a ser recuperado, a perda máxima permissí-vel, a capacidade e finalidade da instalação, o custo global do processo e a facilidade de manutenção e operação.

No Departamento de Engenharia Química do IPEN/CNEN-SP há instalações do ciclo do combustível tanto com colunas pulsa-das quanto com misturadores-decantadores. Estes apresentam a vantagem de permanecer em equilíbrio mesmo durante as inter-rupções do processo.

Neste trabalho faz-se uma avaliação de desempenho das diferentes concepções de misturadores-decantadores, considerando-se a eficiência desses contactores na recuperação de actinídeos em instalações de pesquisa e desenvolvimento.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE MISTURADORES-DECANTADORES

Os misturadores-decantadores avaliados neste estudo são classificados como de pequena capacidade, tendo todos 16 estágios dispostos para escoamento em contra-corrente e o controle das interfaces é realizado por um único nivelador, conectado à saída da fase aquosa, externo ao M.D..

No funcionamento básico de um M.D. os líquidos são levados a um contacto íntimo na câmara de mistura e passam juntos, sob a forma de uma emulsão, para a câmara de decantação.

Na decantação as fases separam-se por diferença de densidades: a fase pesada (fase aquosa) passa para a câmara de misis

tura do próximo estágio anterior, enquanto que a fase leve (fase orgânica) passa para a câmara de mistura do próximo estágio posterior.

Tem-se, então, um escoamento contínuo (corrente) em cada estágio e um escoamento em contra-corrente no global.

#### DIFERENÇAS ENTRE AS CONCEPÇÕES DE MISTURADORES-DECANTADORES

As quatro concepções de misturadores-decantadores estudadas possuem diferenças bem acentuadas, tais como: a capacidade, o número de câmaras por estágio, a geometria das câmaras, o tipo de haste e de agitação.

Na Tabela 1 tem-se as dimensões e na Tabela 2 apresentam-se as características dos misturadores-decantadores.

Nas Figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam-se os esquemas dos misturadores-decantadores tipo 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Tabela 1: Dimensões dos Misturadores-Decantadores

M.D.	Compr. (mm)	larg. (mm)	alt. (mm)	V <sub>M</sub> (mL)	V <sub>D</sub> (mL)	V <sub>T</sub> (L)	(*)
Tipo 1	396	90	90	7,4	16,8	0,43	
Tipo 2	530	54	135	11,8	16,1	0,47	
Tipo 3	489	110	110	14,3	32,5	0,78	
Tipo 4	404	136	117	10,5	51,3	1,11	

(\*) o volume foi calculado sem levar em conta as passagens entre as câmaras.

Tabela 2: Características dos Misturadores-Decantadores

	Tipo 1 e 3	Tipo 2	Tipo 4
1. Material Estrutural	bloco- lucite, cabecote-aço inox duralumínio	bloco-lucite, cabecote-aço inox teflon	bloco-lucite cabecote-aço inox teflon
2. Estrutura	1 câmaras por estágio	2 câmaras por está gio com câmaras de decantação, inclina das	3 câmaras por estágio
3. Cabecote de Agitação	Separado do bloco de M.D.	Fixado diretamente ao bloco apenas so bre as câmaras de mistura	Fixado diretamente ao bloco do M.D. sobre todas as câ maras
4. Motor de Agitação	Fixado no centro do cabecote de agitação na parte superior	Fixado sobre o ca becote na extreni dade corresponden te à entrada da F.O.	Fixado lateralmente ao cabecote na extre midade corresponden te à entrada da F.O.
5. Controle da Interfase	Possibilidade de controle indivi dual por estágio ou por um único nivelador	Controle por um único nivelador	Possibilidade de con trole individual por estágio ou por um único nivelador
6. Capacidade (mL)	430 (Tipo 1) 780 (Tipo 3)	470	1110

## PARTE EXPERIMENTAL

Para a avaliação do desempenho dos misturadores-decantadores procurou-se fixar um parâmetro que fosse independente da geometria e do tipo de funcionamento de cada um deles. O parâmetro fixado neste estudo foi o tempo de residência na câmara de mistura<sup>1</sup>, que é calculado pela fórmula (1):

$$t_{rM} = \frac{V_M}{Q_o + Q_a} \times 3600 \quad (1)$$

onde  $t_{r_M}$  = tempo de residência da câmara de mistura (s)

$V_M$  = volume da câmara de mistura (mL)

$Q_o$  = vazão volumétrica da F.O. (mL/h)

$Q_a$  = vazão volumétrica da F.A. (mL/h)

As condições iniciais dos experimentos, podem ser vistas na Tabela 3.

Tabela 3: Condições Iniciais dos Experimentos de cada Misturador-Decantador

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
$t_{r_M}$ (s)	74	74	73	73
$R_a^o$	1	1	1	1
$Q_o$ (mL/h)	180	333	354	260
$Q_a$ (mL/h)	180	333	354	260
[U] (g/L)	102,28	106,6	102	106,16
[H <sup>+</sup> ] (M)	0,38	0,4	0,39	0,4
[TBP] (% $v/v$ )	30	30	30	30

## RESULTADOS E CONCLUSÃO

A avaliação dos misturadores-decantadores baseou-se na análise da eficiência de extração, do comportamento hidrodinâmico e na facilidade de operação.

Avaliou-se a eficiência de extração por meio dos perfis de concentração de urânio para cada um dos misturadores-decan



tadores.

Nas Figuras 7 e 8 tem-se os perfis de concentração de urânio nas fases aquosa e orgânica, respectivamente.

Observando-se a inclinação das curvas em ambas as fases, concluiu-se que o M.D. tipo 4 foi o que apresentou uma melhor eficiência de extração, isto é, ele requer um número menor de estágios para alcançar o mesmo rendimento de extração<sup>b</sup>. Em seguida, em ordem decrescente de eficiências, estão os M.D. tipo 1, 3 e 2, respectivamente.

Quanto ao comportamento hidrodinâmico, os M.D. tipo 3 e 4 apresentaram ótima estabilidade das interfaces, sendo que o M.D. tipo 1 também manteve um bom comportamento hidrodinâmico nas condições estudadas. O M.D. tipo 2 apresentou dificuldades para atingir o equilíbrio hidrodinâmico, com sensível flutuação das interfaces.

Em relação à retirada de amostras, o M.D. tipo 4 apresenta grande vantagem sobre os demais pois possui dispositivos apropriados para esta finalidade na câmara de decantação.

Com relação à formação de "crud"<sup>(\*)3,5</sup>, o M.D. tipo 2 é o mais apropriado, tendo em vista que suas passagens internas para escoamento das fases são maiores em relação aos outros. Sob este aspecto, o M.D. tipo 4 seria o menos aconselhável, pois suas passagens internas são muito estreitas.

Nos processos onde se requer alta eficiência de extração e não há possibilidade de formação de "crud", como por exemplo nos 2º e 3º ciclos de purificação de urânio, o M.D. tipo 4 é recomendável por sua eficiência, estabilidade e facilidade de operação. Por outro lado, nos processos em que há a formação de "crud" em todas as etapas, o M.D. tipo 2 pode ser utilizado<sup>2</sup>, apesar de sua baixa eficiência de extração e da dificuldade de controle.

A tendência lógica seria o projeto de um contactor que englobasse em sua concepção um número maior de vantagens. É justamente com esta finalidade que a Divisão de Reprocessamento vem dirigindo seus estudos, compatibilizando processo com projeto, isto é, adaptando ou projetando novos contactores, conforme as necessidades de cada processo.

(\*) "Chalk River Undefined Deposit", composto formado pelo HDBP e o Zircônio, cuja composição varia entre  $Zr(NO_3)_2(DBP)_2$  e  $Zr(OH)(NO_3)(DBP)_2$ .

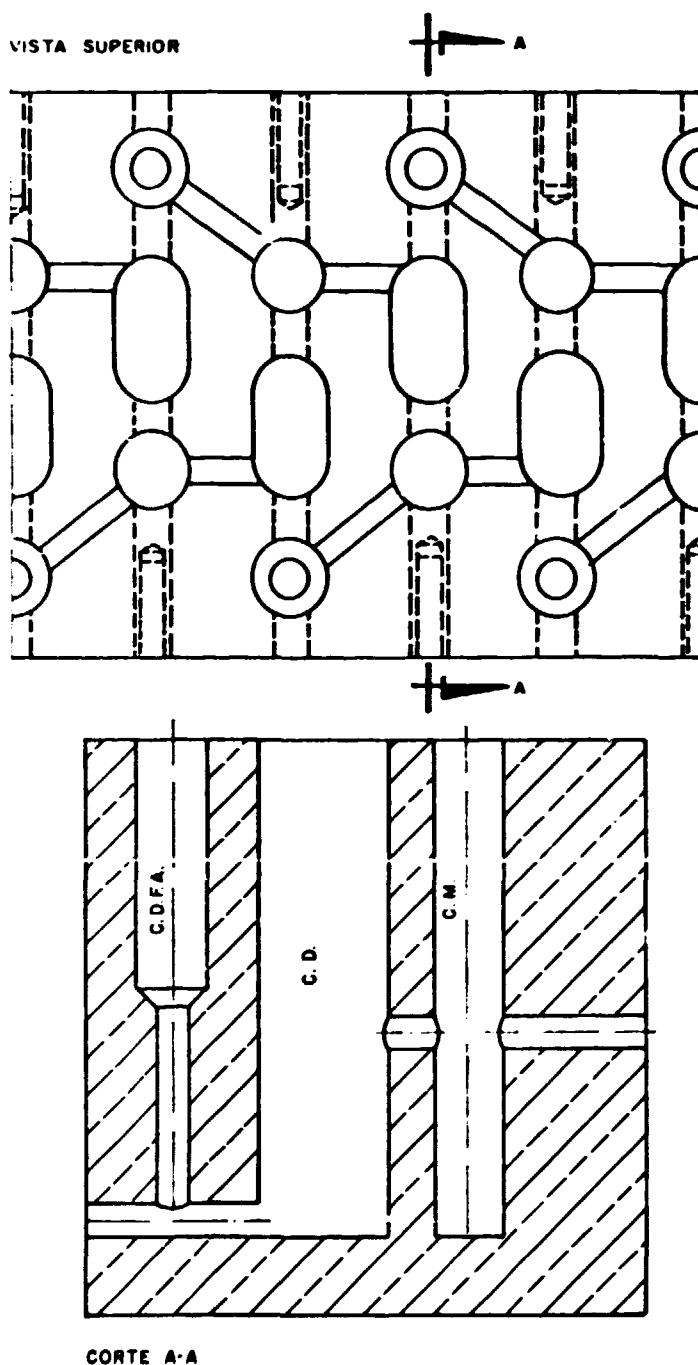
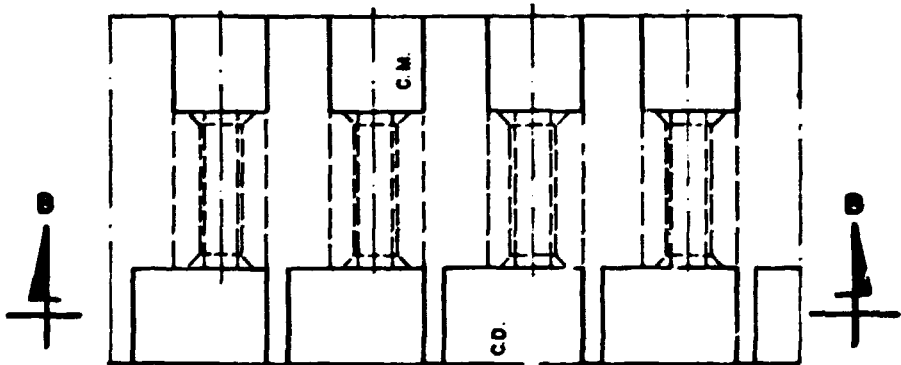
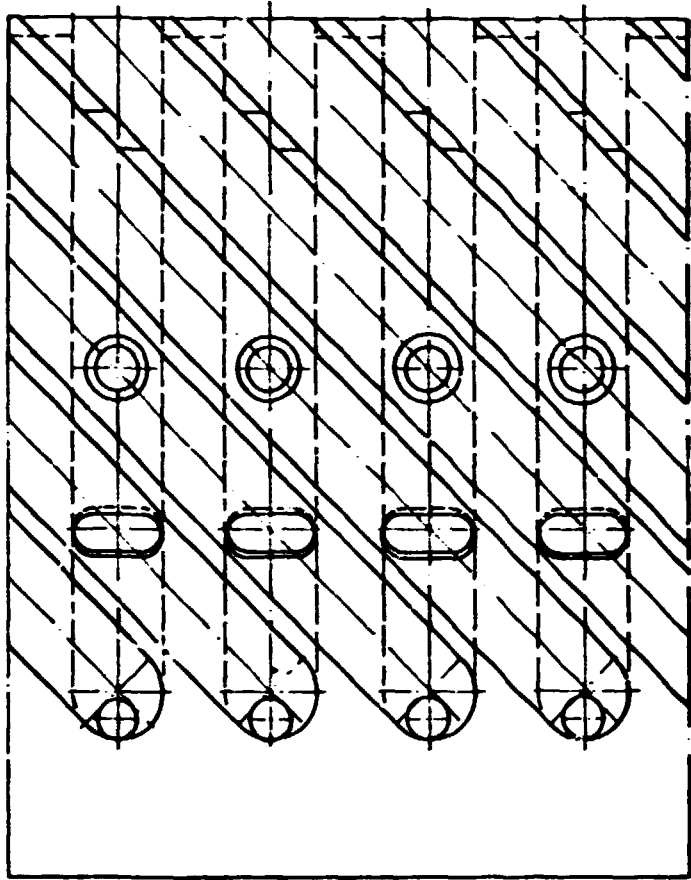


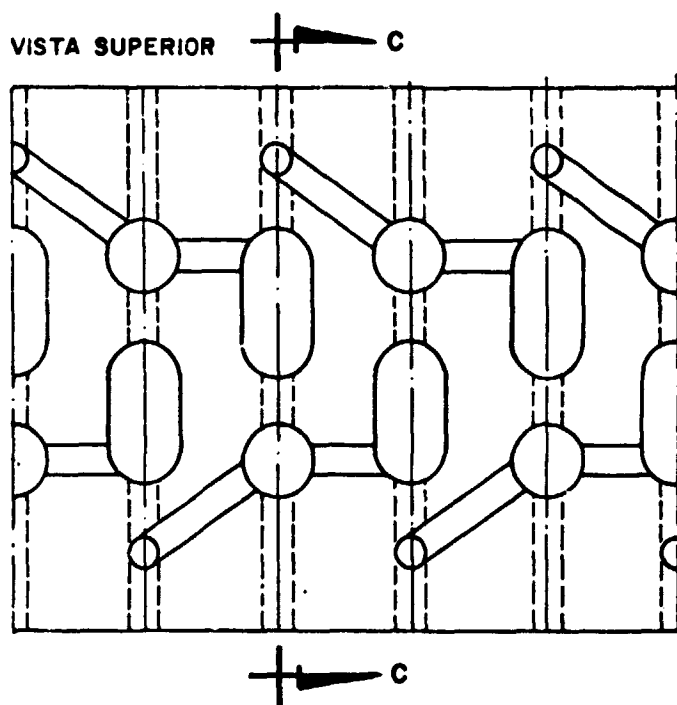
FIGURA 1. ESQUEMA DO MISTURADOR-DECANTADOR TIPO 1

**CORTE B-B**



**VISTA SUPERIOR**

**FIGURA 2 : ESQUEMA DO MISTURADOR-DECANTADOR TIPO 2**



CORTE C-C

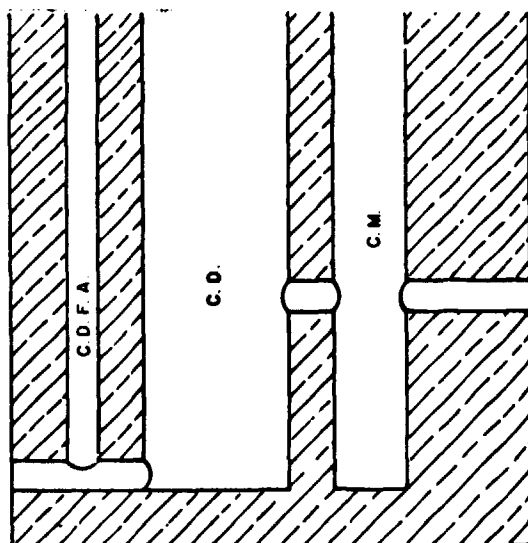


FIGURA 3 ESQUEMA DO MISTURADOR-DECANTADOR TIPO 3

.10.

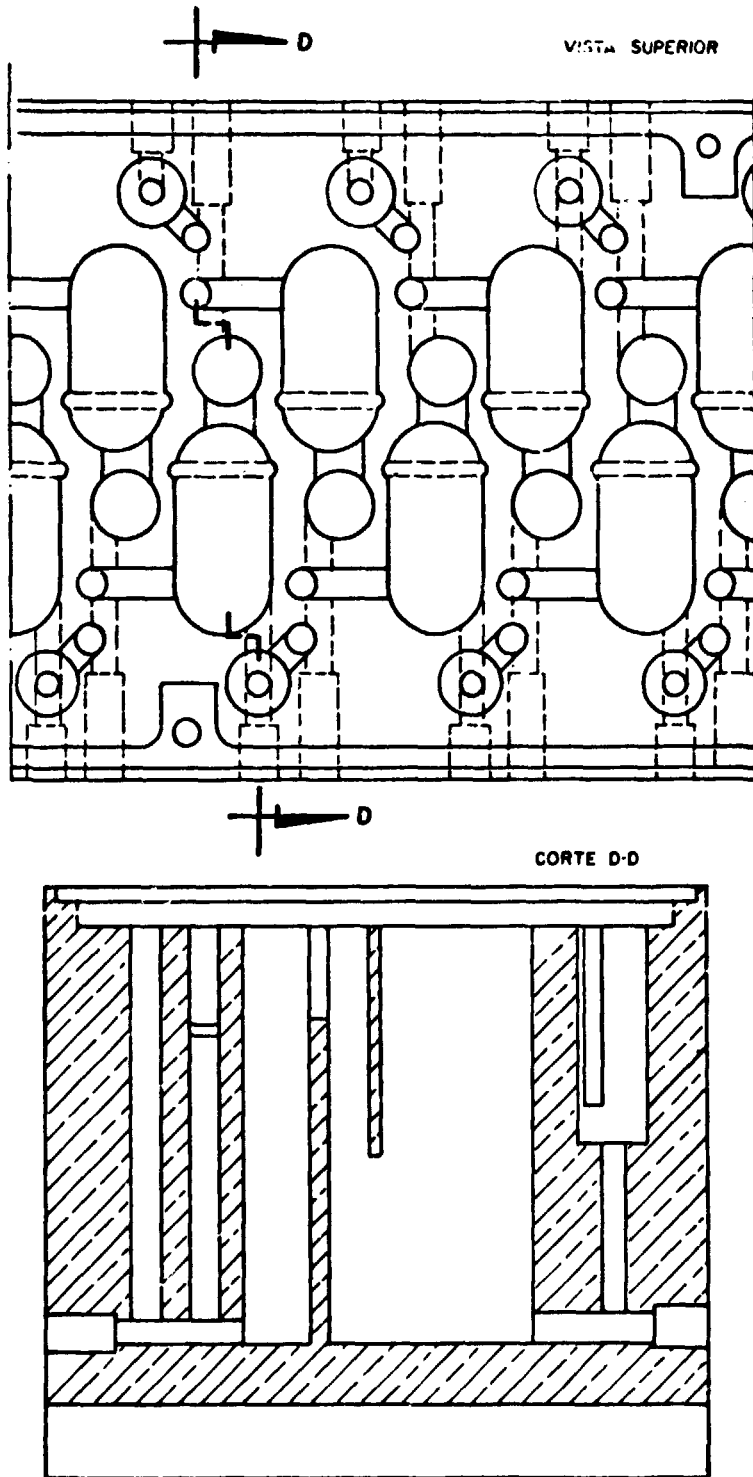


FIGURA 4: ESQUEMA DO MISTURADOR-DECANTADOR TIPO 4

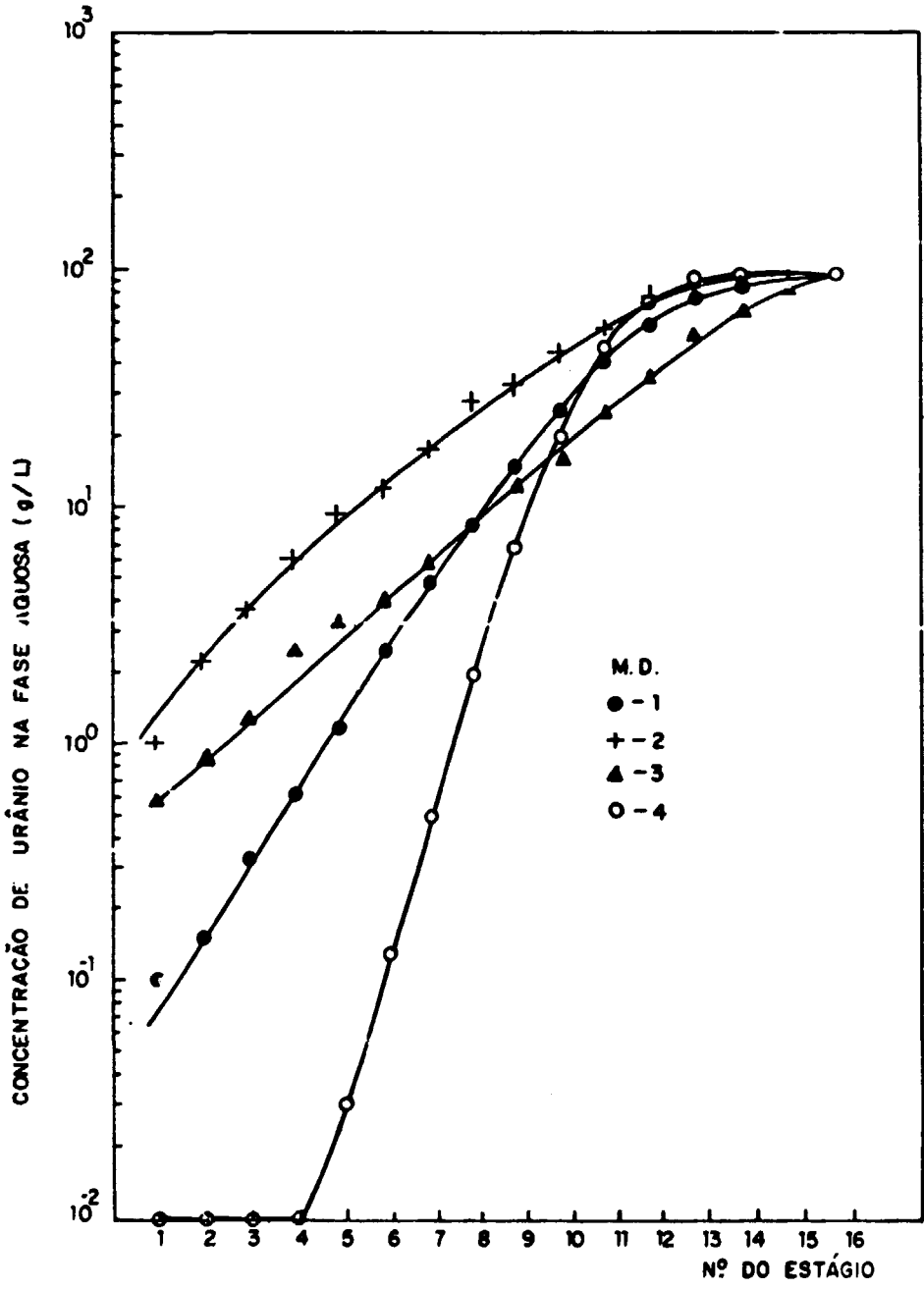


FIGURA 5: PERFIS DE CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO NA FASE AQUOSA

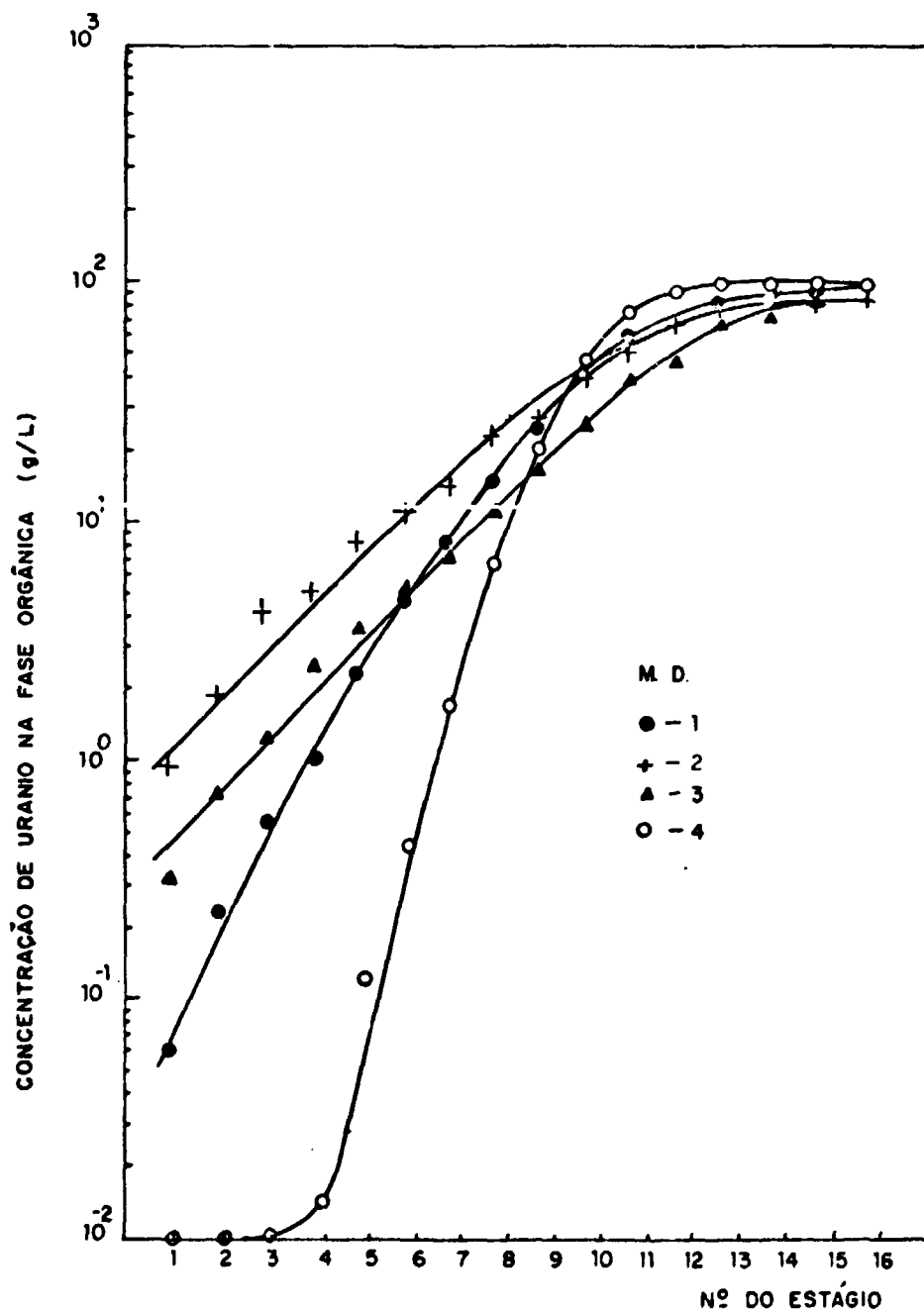


FIGURA 6 PERFIS DE CONCENTRAÇÃO DE URÂNIO NA FASE ORGÂNICA

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- LONG, J.T. Engineering for Nuclear Fuel Reprocessing. New York, Gordon and Breach, 1967.
- 2- OLIVEIRA, E.F. Formação de "crud" em processos de extração por solvente com TBP. Parte I. Belo Horizonte, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, 1963 (NUCLEBRÁS/CDTN (DETQ./DIREP. PD 018/83)).
- 3- OCHSENFELD, W. & al. Experience with the reprocessing of LWR, Pu recycle and FBR in the MILLI Facility. Karlsruhe , KFK, Sep. 1977. (KFK-2558)
- 4- SCHMIEDER, H. Engineering for nuclear fuel reprocessing. Karlsruhe, KFK, 1977. (apostila distribuída no IEN-CNEN , Rio de Janeiro, 1977).
- 5- KOCH, G. Solvent extraction and ion exchange in nuclear fuel reprocessing. Karlsruhe, KFK, Aug. 1978. (apostila didática distribuída no IPEN/CNEN-SP, São Paulo, 1978).