



2 CONGRESSO  
GERAL DE  
ENERGIA NUCLEAR

24 A 29 DE ABRIL DE 1988

ANAI S - PROCEEDINGS

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 e José Adroaldo de Araujo  
Departamento de Engenharia Química  
Comissão Nacional de Energia Nuclear - IPEN/CNEN-SP

SUMÁRIO

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.

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.

## 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 extractores centrífugos.

Os principais fatores que definem a escolha do equipamento são o elemento a ser recuperado, a perda máxima permissível, 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 pulsadas quanto com misturadores-decantadores. Estes apresentam a vantagem de permanecer em equilíbrio mesmo durante as interrupções 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 mistura 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	3 câmaras por estágio	2 câmaras por está- gio com câmaras de decentação inclina- das	5 câmaras por estágio
3. Cabe_ote de Agitação	Separado do bloco do 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 extre- midade correspon- dente à entrada da F.O.	Fixado lateralmente ao cabecote na extre- midade correspon- dente 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  $t_{RM}$  = 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-decantadores.

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>4</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 apresen -

taram 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.

---

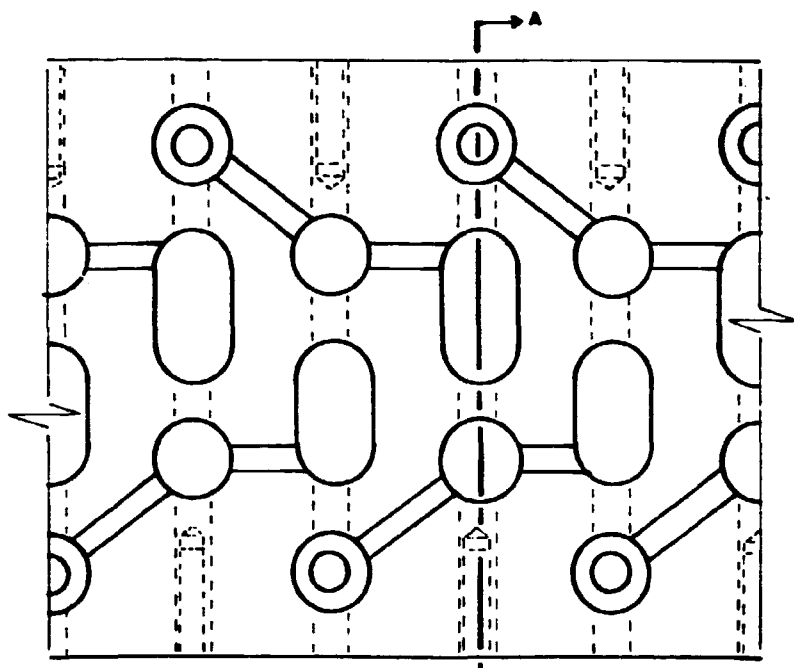
(\*) " Chalk River Undefined Deposit ", composto formado pelo HDBP e o Zircônio, cuja composição varia entre  $Zr(NO_3)_2(DBP)_2$  e  $Zr(OH)(NO_3)(DBP)_2$ .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

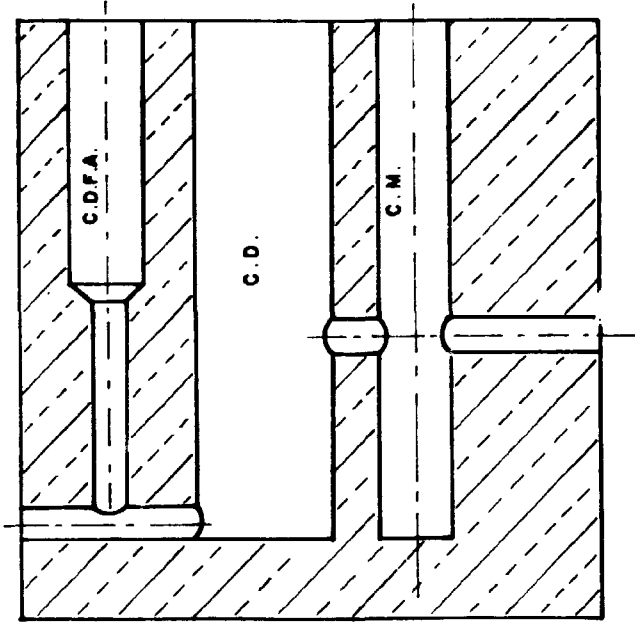
- 1- LONG, J.T. Engineering for Nuclear Fuel Reprocessing. New York, Gordon and Breach, 1967.
- 2- OLIVEIRA, E.F. Formação de "crud" em processos de extração por solvente com TBP. Parte I. Belo Horizonte, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, 1983. (NUCLEBRÁS/CDTN (DETQ./DIREP. PD 018/83)).
- 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).

O

O



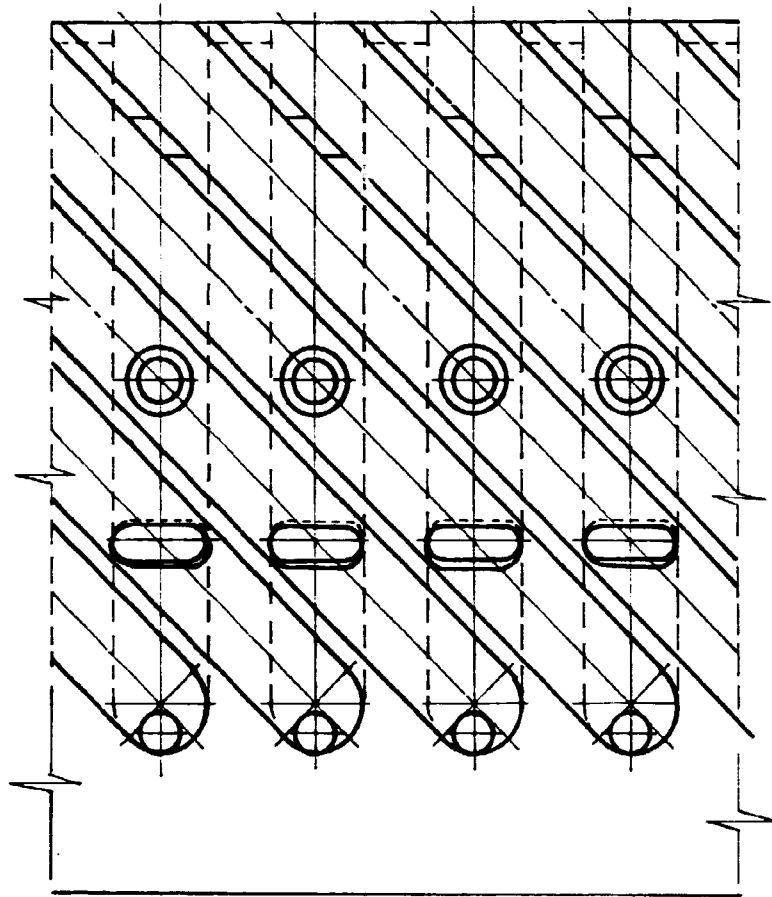
VISTA SUPERIOR



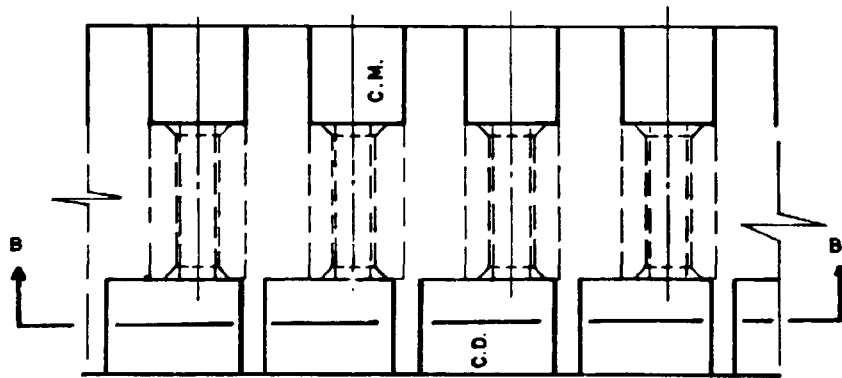
CORTE A A

FIGURA 1 : ESQUEMA DO MISTURADOR-DECANTADOR TIPO I



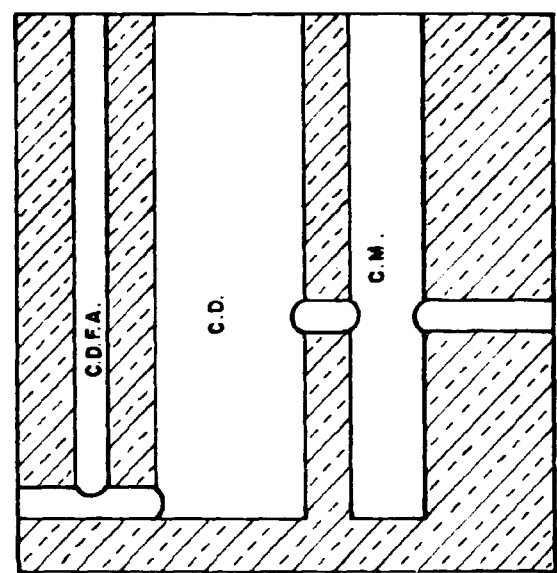
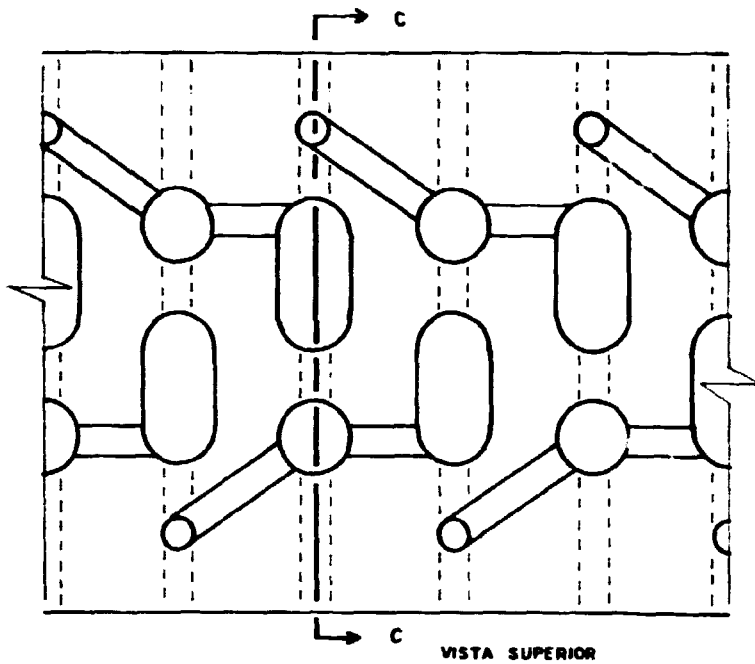


CORTE BB



VISTA SUPERIOR

FIGURA 2 : ESQUEMA DO MISTURADOR-DECANTADOR TIPO 2



**FIGURA 3** ESQUEMA DO MISTURADOR-DECANTADOR TIPO 3

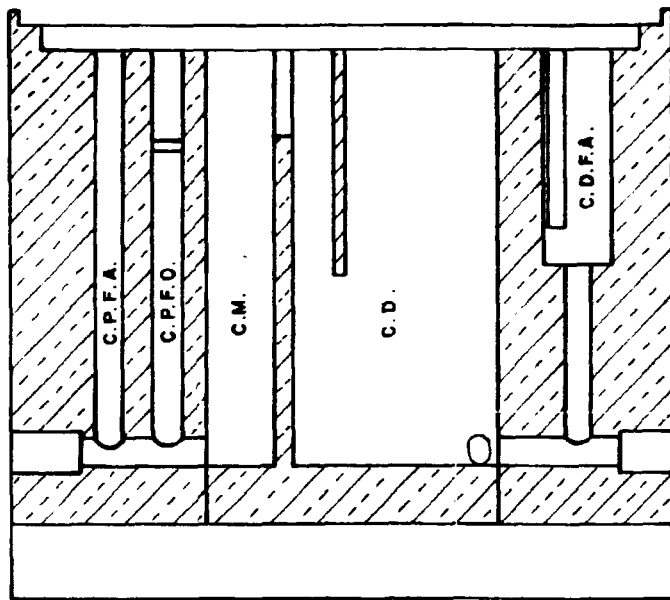
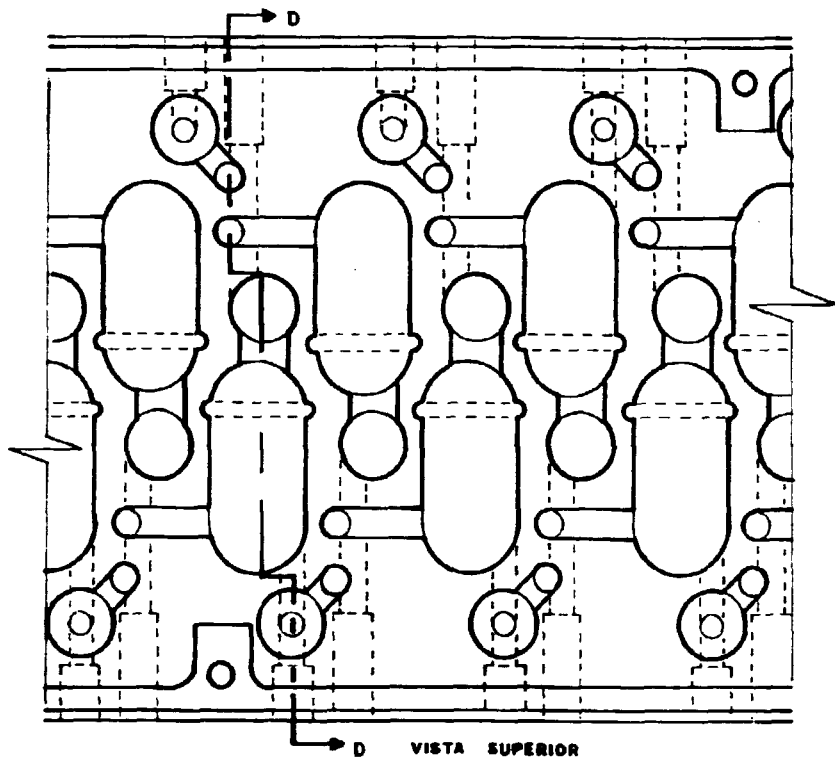


FIGURA 4 : ESQUEMA DO MISTURADOR-DECANTADOR TIPO 4

