



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.<br>(mm) | larg.<br>(mm) | alt.<br>(mm) | V <sub>M</sub><br>(mL) | V <sub>D</sub><br>(mL) | V <sub>T</sub><br>(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,<br>cabecote-aço inox<br>duralumínio                                       | bloco-lucite,<br>cabecote-aço inox<br>teflon   | bloco-lucite<br>cabecote-aço inox<br>teflon  |
| 2. Estrutura                | 3 câmaras por<br>estágio   | 2 câmaras por está-<br>gio com câmaras de<br>decentação inclina-<br>das                | 5 câmaras por<br>estágio   |
| 3. Cabe_ote de<br>Agitação  | Separado do<br>bloco do M.D.   | Fixado diretamente<br>ao bloco apenas so-<br>bre as câmaras de<br>mistura              | Fixado diretamente<br>ao bloco do M.D.<br>sobre todas as câ-<br>maras                        |
| 4. Motor de<br>Agitação     | Fixado no centro<br>do cabecote de<br>agitação na parte<br>superior                      | Fixado sobre o ca-<br>becote na extre-<br>midade correspon-<br>dente à entrada da F.O. | Fixado lateralmente<br>ao cabecote na extre-<br>midade correspon-<br>dente à entrada da F.O. |
| 5. Controle da<br>Interfase | Possibilidade de<br>controle indivi-<br>dual por estágio<br>ou por um único<br>nivelador | Controle por um<br>único nivelador   | Possibilidade de con-<br>trole individual por<br>estágio ou por um<br>único nivelador        |
| 6. Capacidade<br>(mL)       | 430<br>(Tipo 1)<br>780<br>(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.

---

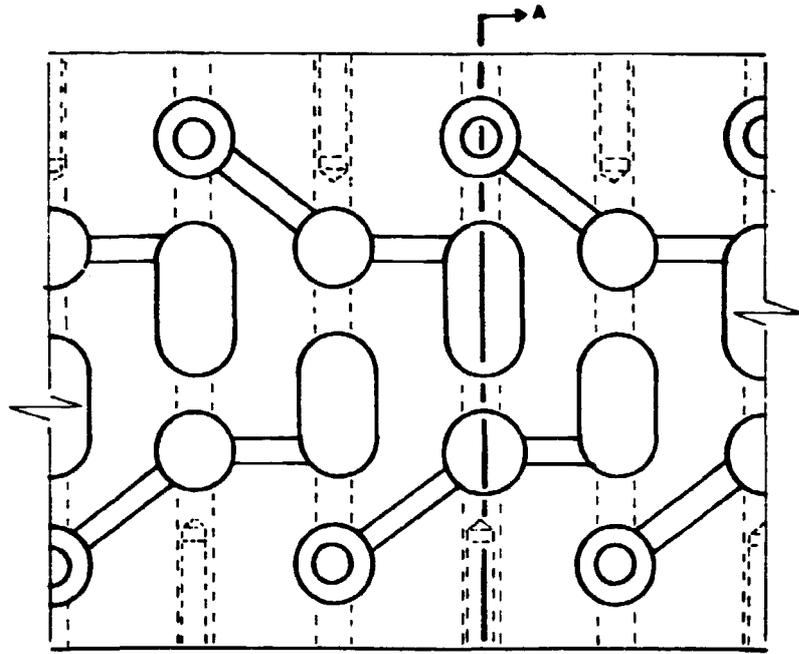
(\*) " Chalk River Undefined Deposit ", composto formado pelo HDBP e o Zircônio, cuja composição varia entre  $Zr(NO_3)_2(DBP)_2$  e  $Zr(OH)(NO_3)(DBP)_2$ .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

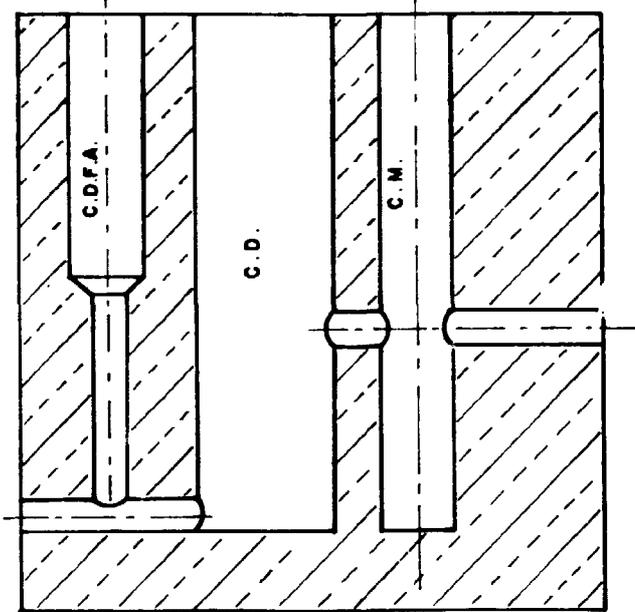
- 1- LONG, J.T. Engineering for Nuclear Fuel Reprocessing. New York, Gordon and Breach, 1967.
- 2- OLIVEIRA, E.F. Formação de "crud" em processos de extração por solvente com TBP. Parte I. Belo Horizonte, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, 1983. (NUCLEBRÁS/CDTN (DETQ./DIREP. PD 018/83)).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

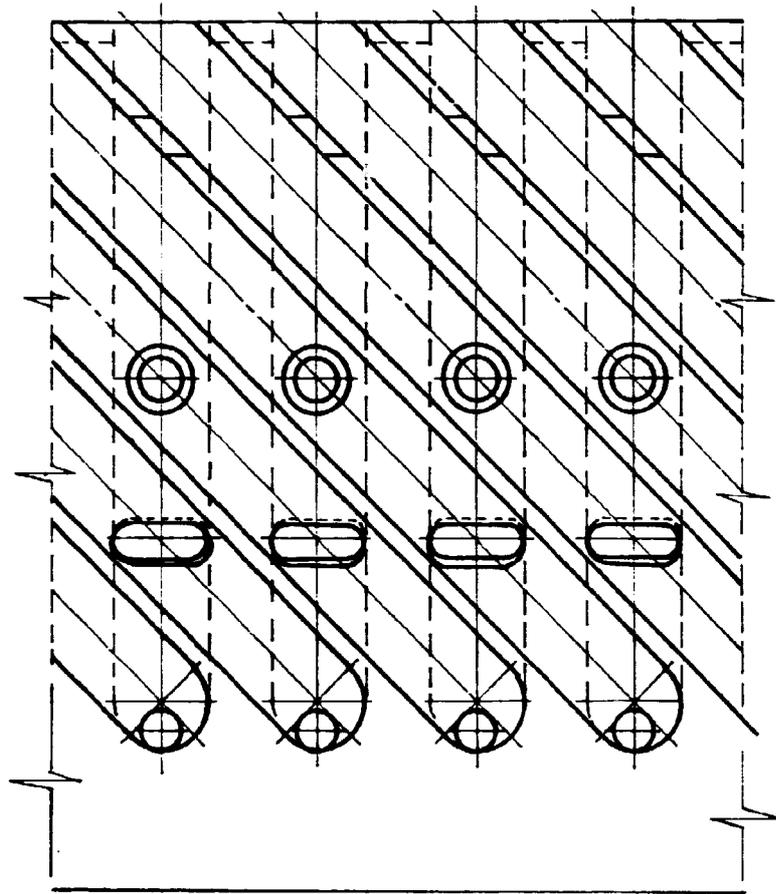


VISTA SUPERIOR

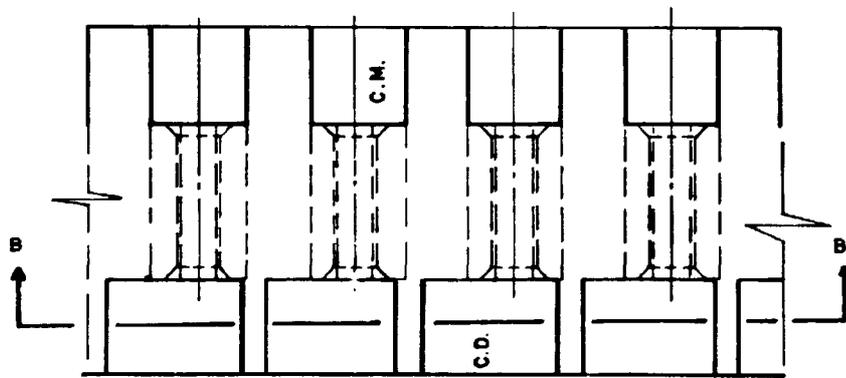


CORTE A A

FIGURA I : ESQUEMA DO MISTURADOR-DECANTADOR TIPO I

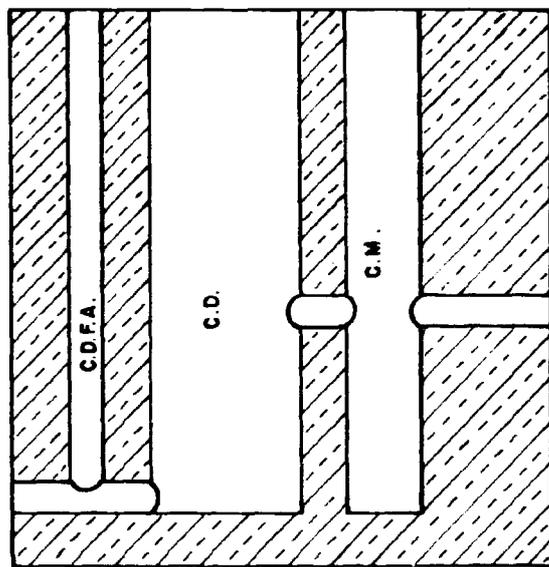
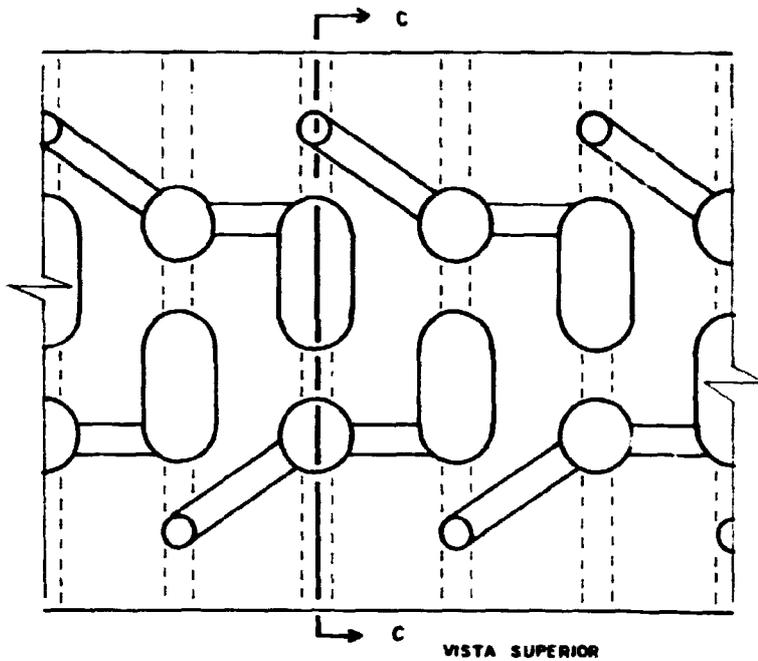


CORTE BB



VISTA SUPERIOR

FIGURA 2 : ESQUEMA DO MISTURADOR-DECANTADOR TIPO 2



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

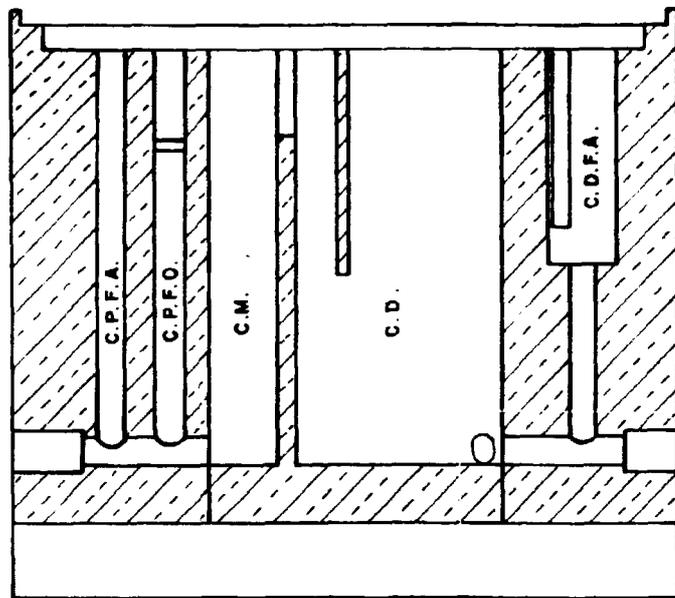
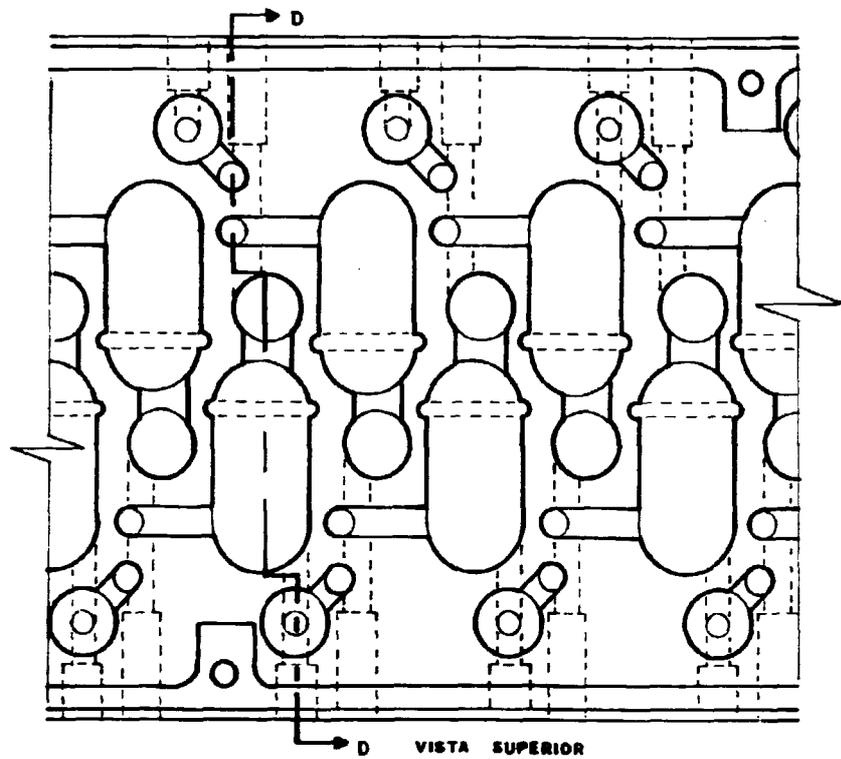


FIGURA 4 : ESQUEMA DO MISTURADOR-DECANTADOR TIPO 4

