

INIS-BR--01

os, or. BRB30 6987



**EMPRESAS NUCLEARES BRASILEIRAS S/A - NUCLEBRÁS**  
**SUPERINTENDÊNCIA GERAL DE MINERAÇÃO E BENEFICIAMENTO**  
**SUPERINTENDÊNCIA DE ENGENHARIA MINERAL**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PROCESSOS**

**ESTUDOS DE CONCENTRAÇÃO FÍSICA DE**  
**UMA ROCHA FOSFÁTICA/FELDSPÁTICA**  
**CONTENDO URÂNIO**

**CONTRIBUIÇÃO TÉCNICA AO VII ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO**  
**DE MINÉRIOS - RECIFE - NOVEMBRO - 1980**

"BENEFICIATION STUDIES OF A URANIUM SILICEOUS - PHOSPHATE ORE"

JOÃO BATTISTA BRUNO \*  
AMILCAR TEIXEIRA SANTOS \*  
JEANETH DOS SANTOS BENEDETTO \*

ABSTRACT

The consolidation of the beneficiation studies of a low-grade uranium siliceous phosphate ore (11%  $P_2O_5$ ) from Itataia region in the Northeast of Brazil, owned by Empresas Nucleares Brasileiras S.A. - NUCLEBRAS, are presented.

Laboratory studies using froth flotation technique <sup>and</sup> applying statistical methods for data evaluation were made. Pilot plant tests in a 120 Kg/h scale were conducted as a consequence of the bench scale tests.

The developed process using tall-oil as collector and starch as depressant gave a total yield of 80% for the  $P_2O_5$  and 71% for the  $U_3O_8$  for a 33%  $P_2O_5$  phosphate concentrate. (author)

\* Process Engineers of Empresas Nucleares Brasileiras S.A. - NUCLEBRAS

## I N D I C E

1.	INTRODUÇÃO . . . . .	1
2.	ESTUDOS REALIZADOS . . . . .	2
2.1	Caracterização da Amostra . . . . .	2
2.2	Tratamento Físico . . . . .	3
2.2.1	Estudos Preliminares . . . . .	4
2.2.2	Estudo de Otimização . . . . .	5
2.2.3	Estudos Contínuos em Piloto . . . . .	6
3.	CONCLUSÕES . . . . .	8
4.	BIBLIOGRAFIA . . . . .	11

## 1. INTRODUÇÃO

A presença do urânio nos depósitos de rochas fosfáticas é um fato bastante conhecido. A proporção de urânio varia de depósito a depósito, mas geralmente ocorre na faixa de 40 a 200 ppm. Esta concentração é inferior às utilizadas nos complexos industriais convencionais de urânio porém, o enorme volume de rochas fosfáticas possibilita o aproveitamento do urânio como sub-produto e, neste sentido, a recuperação do elemento contido em rochas fosfáticas e fertilizantes é alvo de intensivos estudos.

Foram desenvolvidos diferentes processos objetivando a recuperação do urânio a partir de superfosfatos e ácido fosfórico e, dentre estes, se destaca como o de maior interesse para aplicação industrial a extração com solventes e, neste âmbito, a recuperação a partir do ácido fosfórico tem a preferência pelo rendimento, pureza de concentrado obtido e menor perda de solvente.

Na amostra estudada, o elevado teor de urânio faz com que o elemento seja considerado um co-produto e a sua recuperação é realizada através de extração com solventes a partir do ácido fosfórico. O método foi escolhido não só pelos motivos supracitados e verificados em diversos ensaios, mas também pela excelente solubilização do  $U_3O_8$  (superior a 96%) obtida no processo convencional de produção de ácido fosfórico e pela própria carência do ácido no Mercado Brasileiro.

O ácido fosfórico é obtido pela acidulação de rochas fosfáticas que, dentre outras especificações, deve apresentar um teor de  $P_2O_5$  compatível e, neste aspecto, a rocha de Itataia necessita da etapa de concentração física do minério que acarreta perdas inerentes ao processamento. Deve-se ressaltar que nesta etapa, os estudos estão sendo conduzidos procurando conciliar a recuperação máxima do urânio com as especificações usuais para concentrados fosfáticos.

Neste trabalho faz-se a consolidação dos estudos de concentração física até agora realizados e apresenta-se um fluxograma para a recuperação dos valores de  $U_3O_8$  e  $P_2O_5$ .

No fluxograma proposto pode-se prever uma recuperação total de 71% do  $U_3O_8$  e 80% do  $P_2O_5$ , admitindo-se uma alimentação de 11%  $P_2O_5$  e 0,1%  $U_3O_8$ .

## 2. ESTUDOS REALIZADOS

### 2.1 - CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra utilizada para a realização dos estudos foi uma rocha fosfática/feldspática superficial proveniente da região de Itataia que apresentou, resumidamente, as caracterizações químicas e mineralógicas a seguir discriminadas:

Caracterização Mineralógica

<u>MINERAL</u>	<u>% Peso</u>
Albita	64
Colofana	24
Quartzo	6
Hematita	2
Calcita	2
Caolinita	2

Caracterização Química

$P_2O_5$ = 11%	$Al_2O_3$ = 15%	$ThO_2$ = 0,01%
$U_3O_8$ = 0,1%	$Fe_2O_3$ = 2,2%	$Nb_2O_5$ = 0,05%
CaO = 19,4%	$Na_2O$ = 0,3%	$Y_2O_3$ = 0,01%
$SiO_2$ = 50,0%	MgO = 0,8%	S = 0,08%

## 2.2 - TRATAMENTO FÍSICO

Estudos mineralógicos e petrográficos indicaram que a grande parte dos valores de urânio presentes na amostra encontra-se associada ao mineral fosfático, a "colofana" e, neste sentido, a adequação da rocha a um concentrado fosfático para produção de ácido fosfórico permitiria, posteriormente, a recuperação de grande parte do urânio através do método de extração por solventes a partir de lixívias fosfóricas, método que vem sendo o mais indicado para a recuperação do urânio.

Calculado nestas informações foram realizados ensaios de concentração física da amostra estudada em todos os seus níveis: preliminares, otimização em bancada e piloto.

### 2.2.1 - Estudos Preliminares em Bancada

Os ensaios exploratórios em bancada indicaram a possibilidade de concentração física da colofana através do processo de flotação utilizando-se ácido graxo como agente coletor, a partir de uma granulometria de -48 malhas (para satisfatória liberação do mineral de interesse na amostra estudada), com a devida deslamagem.

Aos ensaios exploratórios seguiram-se os testes preliminares que objetivaram a seleção das variáveis mais importantes no processo de flotação.

Para esta finalidade foi empregado o método estatístico de Plackett-Burman num modelo de 16 experimentos, com as seguintes variáveis:

- tipo de coletor
  - quantidade de coletor
  - % sólidos no condicionamento
  - fictícia 1
  - tipo de depressor
  - quantidade de depressor
  - pH no condicionamento
  - fictícia 2
-

- % sólidos na flotação
- quantidade de espumante
- fictícia 3
- pH na flotação
- rpm no condicionamento
- temperatura
- tempo de condicionamento

Pela análise dos resultados obtidos verificou-se que as variáveis de maior influência com relação à recuperação do  $P_2O_5$ , na ordem decrescente de importância foram:

- tipo de depressor
- tipo de coletor
- quantidade de coletor
- quantidade de depressor
- pH na flotação
- rpm no condicionamento

#### 2.2.2 - Estudos de Otimização em Bancada

Calculado nos estudos preliminares foi possível definir a utilização do tall-oil na flotação direta da colofana e do silicato de sódio na depressão dos silicatos.

Nesta etapa foram realizados testes de otimização das variáveis mais importantes no processo através do método estatístico fatorial, de acordo com o bloco experimental a seguir:



VARIÁVEL	NÍVEL (-)	NÍVEL (+)
tall-oil (kg/t)	0,5	0,7
silicato de sódio (kg/t)	0,3	0,5
pH na flotação	9,5	10,0
rpm no condicionamento	1200	1500

A análise dos resultados apontou para o processo de flotação as seguintes condições para a maior recuperação de  $P_2O_5$ :

tall-oil : 0,7 kg/t  
 silicato de sódio : 0,3 kg/t  
 pH na flotação : 10  
 rpm no condicionamento : 1200  
 teor de concentrado : 31%  
 recuperação na etapa : 90,3%

### 2.2.2 - Estudos Contínuos em Piloto

Face aos resultados obtidos nos ensaios preliminares e otimização em bancada, os quais demonstraram a possibilidade de flotação da colofana, impunha-se a necessidade de comprovação do tratamento físico através de processamento em escala piloto-contínua.

Neste sentido foi realizado ensaio contínuo em planta piloto, operando-se numa taxa de alimentação da ordem de 120 kg de minério/h.

O balanço metalúrgico da etapa de tratamento físico encontra-se na figura 01 e as condições operacionais são as que se seguem:

#### MOAGEM

Granulometria de alimentação	-3/8"
Densidade de polpa	60% de sólidos
Velocidade do moinho	70% de velocidade crítica
Volume aparente de barras	40% do volume do moinho
Tempo de residência	4 minutos
Granulometria final	95% à -48 malhas

#### DESLAMAGEM

Densidade de polpa	12% de sólidos
Diâmetro do ciclone	2,5"
Granulometria do corte	12 $\mu$
Pressão	8 psi

#### CONDICIONAMENTO

Densidade de polpa	60% de sólidos
Agente depressor	silicato de sódio
Concentração do depressor	5% em peso
Relação depressor/minério	0,3 kg/t
Tempo de condicionamento	8 minutos
rpm	1200

---

**FLOTAÇÃO**

Densidade de polpa	20% de sólidos
Tempo de flotação	16 minutos
Agente coletor	tall-oil
Concentração do coletor	2% em peso
Relação coletor/minério	0,7 kg/t
pH	10

**3. CONCLUSÕES**

Os resultados dos estudos realizados permitem tirar as seguintes conclusões:

- é possível a concentração física da rocha fosfática/feldspática através do processo de flotação utilizando-se tall-oil na coleta do colofanito e silicato de sódio na depressão dos feldspatos.
  - estudos de bancada apresentaram concentrados de ordem de 31%  $P_2O_5$  e recuperação na flotação de 90,3%.
  - ensaio contínuo comprovou o desenvolvimento do processo anterior apresentando concentrado com 33%  $P_2O_5$  e recuperação de 90,9% na flotação.
  - com base nos ensaios realizados foi possível estabelecer um fluxograma para o tratamento físico da rocha fosfática/feldspática que apresenta recupera
-

ção total de 80t para o  $P_2O_5$  e 71t para  $U_3O_8$ , com concentrado analisando 33t de  $P_2O_5$ , conforme discriminado no quadro I (Quadro Consolidado do Processo).

- a diferença existente entre as recuperações de  $U_3O_8$  e  $P_2O_5$  se deve ao fato de nesta amostra existir parte do urânio estar associado aos silicatos.
  - em relação às características químicas do concentrado obtido, ensaios posteriores de abertura química, segundo condições usuais de produção de ácido fosfórico, apresentaram solubilizações de  $P_2O_5$  e  $U_3O_8$  superiores à 96t e lixívia fosfórica que atende às especificações comerciais.
-

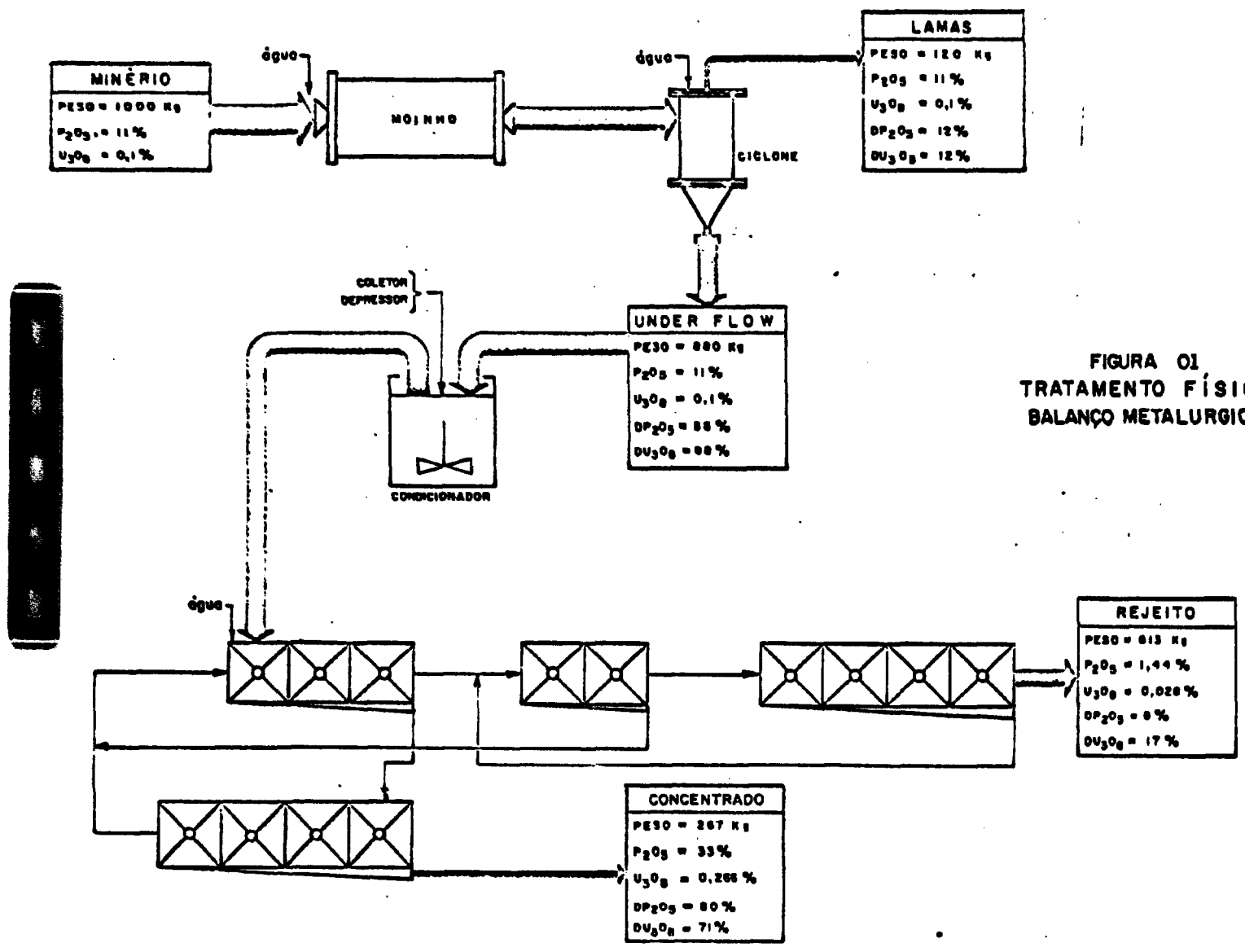
QUADRO CONSOLIDADO DO PROCESSO

E T A P A	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (kg)	R P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)		R U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (%)	
			NA ETAPA	ACUMULADO	NA ETAPA	ACUMULADO
ALIMENTAÇÃO	110	1	-	-	-	-
DESLAMAGEM	97	0,88	88	88	88	88
FLOTAÇÃO	88	0,71	91	80	81	71

BASE: 1 t de minério analisando 11% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 0,1% de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>.

**4. BIBLIOGRAFIA**

1. "Estudos Exploratórios de Tratamento Físico de Amostras de Itataia - CE", DEEP/DETM, 1978
2. "Estudos Exploratórios de Abertura Química de Amostras de Itataia - CE", DEEP/DETM, 1978
3. "Extração do  $U_3O_8$  a Partir de Lixívias Fosfóricas" DEEP/DETM, 1979
4. "Estudos de Tratamento do Minério de Itataia - CE", DEEP/DETM, 1979
5. "Consolidação dos Estudos de Tratamento do Minério de Itataia - CE, Fluxograma Preliminar", DEEP/DETM, 1980.
6. "Aplicação de Métodos Estatísticos na Otimização de Condições de Flotação do Colofanito", DEEP/DETM, 1980



MINÉRIO	
PESO = 1000 Kg	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 11%	
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> = 0,1%	

LAMAS	
PESO = 120 Kg	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 11%	
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> = 0,1%	
DP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 12%	
DU <sub>3</sub> O <sub>8</sub> = 12%	

UNDER FLOW	
PESO = 800 Kg	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 11%	
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> = 0,1%	
DP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 88%	
DU <sub>3</sub> O <sub>8</sub> = 88%	

FIGURA 01  
TRATAMENTO FÍSICO  
BALANÇO METALÚRGICO

REJEITO	
PESO = 613 Kg	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 1,44%	
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> = 0,028%	
DP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 8%	
DU <sub>3</sub> O <sub>8</sub> = 17%	

CONCENTRADO	
PESO = 267 Kg	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 33%	
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> = 0,266%	
DP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 80%	
DU <sub>3</sub> O <sub>8</sub> = 71%	