



# Tratamento do resíduo da drenagem ácida de mina para recuperação de urânio

M. M. Dias<sup>a,b</sup>; H. T. Fukuma<sup>b</sup>; D.G. Horta<sup>a</sup>; R.A.S. Villegas<sup>b</sup>; C.H.T. de Carvalho<sup>b</sup>;  
A.C. da Silva<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de Alfenas, Núcleo de Engenharia de Minas, 37715-400, Poços de Caldas-MG, Brasil

<sup>b</sup> Comissão Nacional de Energia Nuclear/Setor de Processos Químicos, 37719-005, Poços de Caldas-MG, Brasil

*mmartinsdias@uol.com.br*

---

## RESUMO

A drenagem ácida de mina (DAM) é um processo que ocorre em muitas minerações que apresentam minérios sulfetados. Com água e oxigênio, vários metais são oxidados, sendo um exemplo o urânio. Na cava da Mina Osamu Utsumi localizada na INB – Caldas e em mais dois bota-foras (pilha de rejeito da mineração), a DAM está presente e atualmente, sem uma solução tecnológica. A água ácida presente na cava é tratada com cal hidratada, gerando-se água para descarte e um resíduo alcalino denominado DUCA. O DUCA possui uma concentração de aproximadamente 0,32%  $U_3O_8$ , o que torna interessante o desenvolvimento de um processo para extrair esse metal. Um dos processos que podem ser utilizados é a lixiviação. Para esse estudo, optou-se por avaliar a lixiviação alcalina para extrair o urânio presente no resíduo. É necessário otimizar parâmetros operacionais para o processo: porcentagem de sólidos, concentração de agente lixiviante em solução, temperatura e tempo de reação. Com esses parâmetros determinados, é possível aprimorar a lixiviação para que se extraia a maior quantidade de urânio da amostra, ajudar a solucionar o impacto ambiental causado pelo rejeito do tratamento das águas ácidas e, além disso, dar um destino econômico para esse metal que está contido no DUCA depositado.

Palavras-chave: drenagem ácida de mina, urânio, lixiviação alcalina.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A primeira mina de urânio a ser explorada no Brasil foi a Mina Osamu Utsumi localizada no Planalto de Poços de Caldas na cidade de Caldas-MG. A INB/UTM iniciou em 1982 a produção do concentrado de urânio conhecido como DUA (diuranato de amônio). Suas atividades cessaram a partir de 1995, no entanto o problema ambiental decorrente da geração de drenagem ácida dentro da cava da mina e dos bota-foras 4 e 8 (pilhas de resíduos de mineração) ainda está presente na instalação. A situação crítica de Caldas não é um caso isolado e ocorre principalmente em minerações que possuem em seu minério presença de minerais contendo sulfeto. O resultado da interação dos minerais de sulfeto juntamente com a água da chuva e oxigênio é a solubilização de metais como urânio, terras raras e ferro [1].

Como a Mina Osamu Utsumi está em fase de descomissionamento, a água ácida existente na mina vem sendo tratada com adição de cal hidratada e tem como produtos água para descarte e um resíduo alcalino, conhecido como DUCA. Esse resíduo contém concentrações economicamente viáveis de urânio e com isso, justifica-se o intuito desse estudo de recuperá-lo e reduzir o problema ambiental e reaproveitar um material tão importante.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Análises da Amostra

As amostras de DUCA coletadas para os ensaios foram cominuídas até granulometria inferior a 1,4 mm, homogeneizadas e quarteadas. O material foi homogeneizado e quarteado usando-se pilhas cônicas até uma massa total de 5 kg. [2] Com o material já homogeneizado, coletou-se 200 g para determinação da quantidade de terras raras via ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry) e  $U_3O_8$  via Espectrofotometria com arsenazo III [3].

A umidade foi determinada pesando-se previamente 100g de uma amostra de DUCA e, posteriormente, a massa final depois de 24 horas na estufa a 105 °C.

## 2.2. Ensaio de lixiviação

Os ensaios de lixiviação foram realizados em duplicata com 200 mL de polpa em agitação mecânica com velocidade média de  $380 \text{ s}^{-1}$ . Os parâmetros avaliados foram: concentração de agente lixiviante ( $\text{NaHCO}_3$  1 mol/L,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1 mol/L,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5 mol/L com  $\text{NaHCO}_3$  0,5 mol/L,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1 mol/L com  $\text{NaHCO}_3$  1 mol/L e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,25 mol/L com  $\text{NaHCO}_3$  0,75 mol/L) em solução, tempo de reação (1hora-6horas) e temperatura (25 °C, 50 °C, 70 °C e 90 °C). A porcentagem de sólidos foi obtida pela bibliografia em 10% [3][4].

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

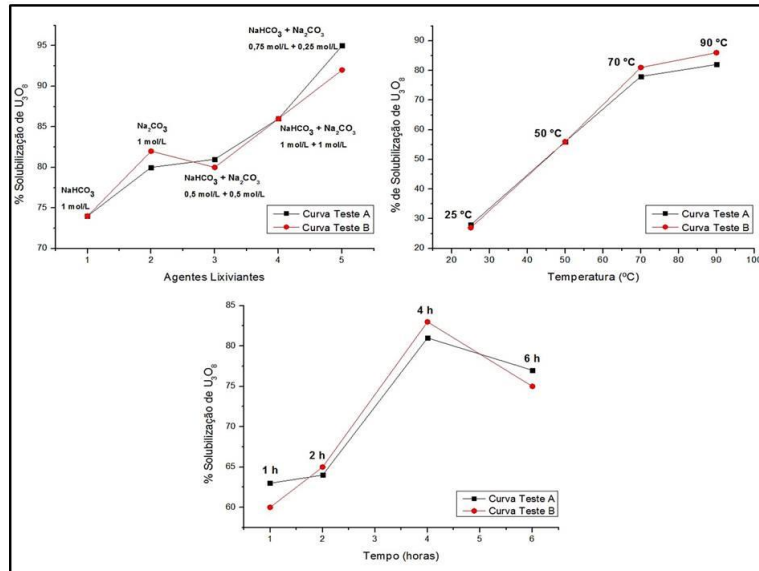
Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise química da amostra de DUCA e é possível observar que o material possui uma quantidade viável de urânio para extrair [3]. A umidade do material encontrada foi de 29,7%.

**Tabela 1** – Composição química do DUCA.

Determinação	%	Determinação	%
<b>U<sub>3</sub>O<sub>8</sub></b>	0,318 ± 0,016	<b>Mn</b>	2,300 ± 0,120
<b>Al</b>	4,600 ± 0,500	<b>Nd</b>	0,423 ± 0,001
<b>Ca</b>	15,200 ± 1,900	<b>Pr</b>	0,250 ± 0,014
<b>Ce</b>	0,947 ± 0,061	<b>Sm</b>	0,028 ± 0,001
<b>Dy</b>	0,011 ± 0,001	<b>Y</b>	0,131 ± 0,013
<b>Eu</b>	0,007 ± 0,001	<b>Yb</b>	0,003 ± 0,001
<b>Fe</b>	0,728 ± 0,060	<b>Sólidos</b>	17,710 ± 0,050
<b>Gd</b>	0,011 ± 0,001	<b>TR (totais)</b>	3,150 ± 0,014

Na Figura 1 observam-se os resultados dos parâmetros avaliados para a solubilização de  $\text{U}_3\text{O}_8$  no resíduo da drenagem.

**Figura 1:** Resultados dos testes de lixiviação para cada parâmetro  
(Fonte: Do autor)



A partir dos testes, foram estabelecidas as condições operacionais ótimas para a lixiviação alcalina do DUCA para recuperação de urânio: solução lixivante de  $Na_2CO_3$  0,25 mol/L com  $NaHCO_3$  0,75 mol/L, tempo de reação de 4 horas e temperatura de 70 °C. Com esses parâmetros, a solubilização de óxido de urânio é superior a 80%.

#### 4. CONCLUSÕES

Com a avaliação dos resultados é possível estabelecer os parâmetros ótimos para o processo de lixiviação alcalina: solução lixivante contendo  $Na_2CO_3$  0,25 mol/L e  $NaHCO_3$  0,75 mol/L, 4 horas, 70°C e 10% de sólidos. O rendimento da solubilização de urânio utilizando essas condições operacionais foi superior a 80%. Os estudos continuarão com o objetivo de otimizar a recuperação de urânio, dando uma solução para o dano ambiental e aproveitando esse resíduo.

## **5. AGRADECIMENTO**

Os autores agradecem à CNEN e ao LAPOC pelo suporte nas análises e no fornecimento da matéria prima, a FAPEMIG e CNPq pela bolsa concedida e a UNIFAL-MG.

## **REFERÊNCIAS**

- 1. CIPRIANI, M. Mitigação dos Impactos Sociais e Ambientais Decorrentes do Fechamento Definitivo de Minas de Urânio. [s.e.], 2002.**
- 2. CARVALHO, C. H. T. de. Lixiviação de Urânio e Terras Raras do Rejeito do Tratamento da Água da Drenagem Ácida de Mina. Poços de Caldas: [s.e.], 2016.**
- 3. LIMA, P. Recuperação de Urânio e Terras Raras do Resíduo Gerado do Tratamento de Águas Ácidas. [s.e.], 2014.**
- 4. DOS SANTOS, E. A. Recuperação de Urânio de Rejeito de Mina Por Meio de Lixiviação Alcalina. [s.e.], 2010.**