

O Urânio um Elemento Químico com futuro

Breve introdução a um seminário realizado em Lisboa em 22 de Março de 2001

ANTÓNIO PIRES DE MATOS¹ E HUGH BURROWS²

TANTO E TÃO MAL SE FALOU NOS ÚLTIMOS MESES sobre o urânio, em particular sobre o uso condenável do urânio empobrecido em munições, que um grupo de químicos resolveu organizar um encontro para mostrar a outra face deste elemento químico, pondo em evidência algumas das suas aplicações em actividades de I&D em curso no nosso País.

Este encontro realizou-se no Auditório 2 da Fundação Calouste Gulbenkian no dia 22 de Março, tendo presidido à sessão inaugural o Professor João Gaspar Caraça, director do Serviço de Ciência da Fundação, a quem ficamos gratos pelo apoio dado à organização.

O urânio é um dos elementos da tabela periódica mais interessantes do ponto de vista químico e o seu estudo teve um grande impacto no desenvolvimento da ciência, no século passado.

O urânio tem número atómico 92 e massa atómica 238,0289. O urânio natural é constituído pelos três isótopos a seguir indicados, todos radioactivos:

U 234: 0,006%, $t_{1/2} = 2,5 \times 10^5$ anos

U 235: 0,720%, $t_{1/2} = 7,0 \times 10^8$ anos

U 238: 99,274%, $t_{1/2} = 4,5 \times 10^9$ anos

em que $t_{1/2}$ é o período de semi-desintegração.

Por decaimento, os isótopos do urânio dão origem a diversos elementos da tabela periódica. Por exemplo, o urânio 238 dá origem a tório, protactínio, rádio, radão, polónio, bismuto, tálio, mercúrio e chumbo, sendo todos radioactivos excepto o chumbo 206. O urânio 235, por cisão, dá origem a um elevado número de elementos radioactivos, designados por produtos de cisão, nomeadamente o tecnécio 99 e o iodo 129 com períodos de semi-desintegração muito elevados (200 mil anos e 16 milhões de anos respectivamente). O urânio 238, por captura de neutrões, dá origem ao plutónio 239. Poder-se-á dizer que o urânio é o *pai* de diversos elementos da tabela periódica.

O urânio é um dos elementos com maior densidade ($d = 19,05 \text{ g/cm}^3$), comparável à dos elementos da família da platina. O seu ponto de fusão é 1405,5K e o ponto de ebulição é 4091K.

Sendo a configuração electrónica do urânio $[\text{Rn}]5f^36d^17s^2$, os estados de oxidação são os seguintes: U^0 , U^{III} , U^{IV} , U^{V} , U^{VI} . Iões U^+ , U^{2+} e U^{92+} foram observados em fase gasosa.

Os compostos de urânio podem apresentar diversas cores, dando-se em seguida alguns exemplos:

U metal	negro prateado
UO_2	castanho escuro
UO_3	cor de laranja
U_3O_8	verde azeitona
UCl_3	vermelho escuro
UCl_4	verde
UCl_5	verde escuro
UO_2Cl_2	amarelo

Em solução aquosa, os estados de oxidação mais importantes são o urânio(VI), normalmente na forma do ião iuranilo, UO_2^{2+} e o Urânio(IV). Também existe o urânio(III) e urânio(V).

É interessante recordar alguns factos importantes sobre a história do urânio:

Em 1789, Martin Klaproth, descobre o urânio quando analisava amostras de pecheblenda em minas de prata na Boémia.

Em 1805, Buchhold observa a decomposição pela luz do oxalato de iuranilo.

Em 1833, Brewster descreve o fenómeno da luminescência de sais de urânio (VI).

Em 1841, o urânio é isolado por Peligot.

¹ Departamento de Química do Instituto Tecnológico e Nuclear; ² Departamento de Química da Universidade de Coimbra.

Em 1852, Stokes efectua estudos de emissão de luz e lança as bases das teorias da dispersão e emissão da luz.

Em 1868, Emil Becquerel faz o primeiro estudo dinâmico do tempo de vida de luminescência.

Em 1896, Henri Becquerel descobre que o sulfato duplo de urânio e potássio emite espontaneamente uma radiação penetrante capaz de escurecer uma placa fotográfica e conclui que essa radiação é emitida pelo elemento urânio.

Em 1898, Marie Curie descobre o rádio, o que conduziu à construção de um série de instalações de extracção de rádio para ser usado em terapia. O urânio era considerado um resíduo.

Em 1938, Otto Hahn e Franz Strassmann descobrem a cisão dos núcleos de urânio em resultado da interacção com neutrões.

Em 2 de Dezembro de 1942, uma equipa de investigadores da Universidade de Chicago, dirigida por Enrico Fermi, pôs a funcionar o primeiro reactor nuclear de cisão. Entre 1942 e 1948 realizaram-se muitos estudos sobre o potencial nuclear do urânio no projecto Manhattan. A primeira explosão nuclear, ocorrida em 1945, demonstrou o enorme potencial bélico da cisão nuclear.

Em 1951, a energia eléctrica produzida a partir de um reactor nuclear experimental alimentou 4 lâmpadas eléctricas do laboratório onde ele estava instalado.

Hoje a energia electronuclear satisfaz cerca de 16% da procura de energia eléctrica, à escala mundial.

É interessante recordar, também, algumas datas relevantes sobre a história do urânio em Portugal:

1907 – Primeira descoberta de jazidas de urânio em Portugal.

1909 – Primeira concessão mineira a uma empresa (Mina da Rosmaneira, Sabugal).

1911 – Instalação da oficina de tratamento e concentração de minérios de urânio do Barracão, junto à estação do Sabugal (linha da Beira Baixa).

1913 – Início da exploração do jazigo de urânio da Urgeiriça.

1914 – Início da exploração da mina do Alto da Várzea (S. Vicente, Guarda).

1925 – Encerramento da oficina do Barracão.

1928 – Criação da Companhia Portuguesa de Rádio Lda.

1941 – A Companhia Portuguesa de Rádio começa a interessar-se pelo U_3O_8 .

1944 – A Companhia Portuguesa de Rádio inicia a prospecção e pesquisa de minérios de urânio e termina a produção de rádio.

1949 – Acordo luso-britânico sobre a exportação de minérios de urânio.

1950-1951 – Remodelação das instalações de tratamento químico de minérios de urânio na Urgeiriça.

1951 – Início da produção de concentrados de minérios de urânio da Mina da Urgeiriça pelo processo de lixiviação, a frio, pelo ácido sulfúrico e de precipitação pela magnésia.

1952 – Início da exportação de urânio para os EUA.

1954 – Criação da Junta de Energia Nuclear.

1955 – Lançamento pela Junta de Energia Nuclear do programa de prospecção de minérios de urânio na Metrópole.

1956 – Lançamento pela Junta de Energia Nuclear do programa de prospecção de minérios de urânio em Angola e Moçambique.

1962 – Interrupção da actividade privada no sector de exploração de minérios de urânio. Os bens, concessões e direitos da Companhia Portuguesa de Rádio Lda. são transferidos para o Estado.

1977 – Criação da Empresa Nacional de Urânio, ENU-EP.

É oportuno referir, ainda, as instituições portuguesas onde se iniciaram estudos sobre a química ou radioquímica do urânio:

Outubro de 1952: Centro de Estudos de Química Nuclear de Lisboa, dirigido

pelo Professor Herculano de Carvalho. Estava organizado em quatro secções, duas das quais se ocuparam de temas relacionados com o urânio: estudo do tratamento de minérios e concentrados de urânio com vista à produção de óxidos nuclearmente puros (Secção de Química Aplicada); estudo da química dos radionuclídeos e suas aplicações na química clássica e estudo de técnicas de separação química visando objectivamente o estudo da química do urânio (Secção de Radioquímica).

Abril de 1953: Centro de Estudos de Radioquímica da Faculdade de Ciências de Lisboa, dirigido pela Professora Branca Edmée Marques (primeira mulher portuguesa professora catedrática de química). Este Centro investigou o Comportamento Químico de Actínídeos e Lantanídeos.

Julho de 1953: Centro de Estudos de Química Nuclear e Radioquímica da Faculdade de Ciências de Coimbra, dirigido pelo Professor Fernando Pinto Coelho. Entre os temas estudados, são de destacar o estudo da radioactividade de cinzas de eucalipto com o objectivo da sua aplicação à prospecção regional de jazigos de urânio e tório e estudos de radioquímica de complexos organometálicos.

Neste boletim, são apresentados resumos das comunicações dos diversos intervenientes sobre temas tão diversos como a aplicação do urânio na arte, investigação em curso na química e física do urânio, o urânio e a electricidade, e o urânio e a datação.

Durante mais de 100 anos o urânio foi usado como corante para esmaltes em cerâmica e também para dar cor ao vidro (comunicação *Urânio na Arte*).

É de referir ainda que diversos compostos de urânio são fluorescentes sob a acção de luz ultravioleta e visível, e este assunto, que foi o tema de três comunicações com os títulos urânio e luminescência, urânio e fotoquímica e o urânio (VI) em sólidos, está condensado neste Boletim num único artigo.

A principal aplicação do urânio é como combustível nuclear em centrais para a

produção de energia eléctrica (comunicação *O Urânio e a Electricidade*).

Recentemente têm sido investigadas as aplicações catalíticas do urânio (comunicação *Urânio e a Catálise*).

Foram apresentados várias comunicações sobre investigações em curso de natureza fundamental, tendo sido feita uma revisão sobre *compostos de urânio* e um estudo sobre a *importância de compostos intermetálicos de urânio para a ciência*. Foram ainda apresentados estudos sobre a interacção do *ião urânio com ácidos hidroxicarboxílicos de relevância biológica e estudos de urânio em fase gasosa*.

As últimas comunicações incidiram sobre a *aplicação do urânio em datação* e a *importância do urânio na visão científica do Universo*.

É importante referir que o urânio irradiado em reactores nucleares dá origem por cisão a molibdénio 99, com o qual se produzem geradores de tecnécio 99m, um dos radionuclídeos mais utilizado em diagnóstico médico.

O urânio pode ser usado em dispositivos para blindagem de radiação e como balanço para asas de aeronaves.

Para finalizar, refere-se alguma bibliografia e páginas na Internet onde o leitor poderá encontrar algumas notas sobre o urânio e, em particular, sobre radioquímica.

Bibliografia em Português

- Energia Nuclear – Mitos e Realidades, *Jaime Oliveira e Eduardo Martinho*, Ed. O Mirante, 2000 (200 p.) (ver recensão neste Boletim)
- As Radiações e o Ambiente, *José Salgado*, Câmara Municipal de Lisboa – Pelouro da Educação, 1999 (35 p.)
- Química, Princípios e Aplicações, *Daniel R. Reger, Scott R. Goode and Edward E. Mercer*, Saunders College Publishing Ed., 1993, Capítulo 20, Tradução por *R. T. Henriques, J. P. Leal, Noémia Marques, A. Pires de Matos, J. Marçalo e Isabel Santos*, 1.ª Ed. Fundação C. Gulbenkian, 1997.
- Química, *Raymond Chang*, McGraw-Hill, Capítulo 24, Tradução por *J. J.*

Moura Ramos, M. M. Berberan e Santos, A. C. Fernandes, B. Saramago, E. J. Nunes Pereira, J. Filipe Mano, 1994.

- Reactores Nucleares de Cisão – O que são e como funcionam, *Eduardo Martinho e Jaime Oliveira*, LNETI – Instituto de Energia, 1980 (110 p.)
- A Energia Nuclear – Bases para uma Opção, *Jaime Oliveira*, Ed. Sá da Costa, 1977 (164 p.)

Páginas na Internet

<http://www.uilondon.org/>
<http://www.uic.com.au/uran.htm>
<http://planeta.clix.pt/uranio/index.html>
<http://www.parkcity.ne.jp/~ken-toma/>

Os autores agradecem a colaboração do colega Jaime Oliveira, do Instituto Tecnológico e Nuclear, na compilação dos dados sobre a história do urânio em Portugal e também na revisão crítica de todo o texto.

O Urânio nas Artes do Vidro

J. C. DE CARVALHO E MELO (*)

Introdução

A investigação recente de Donna Strahan do Asian Art Museum of San Francisco demonstra, entre outras matérias de interesse, que o urânio foi largamente utilizado como corante entre 1830 e 1940 em objectos de vidro, esmaltes e vidrados.

O motivo dessa utilização reside no facto de o urânio produzir cores extraordinariamente brilhantes e resistentes a altas temperaturas (até 1050 °C).

Alguma História e Aplicações

Sabe-se que foi na Exposição de Praga em 1831 que pela primeira vez apare-

ceu vidro amarelo esverdeado fluorescente apresentado pela fábrica Bohemian Neuwelt.

Em 1850 já o urânio como corante era bem conhecido na Europa ocidental, atingindo o auge da popularidade na segunda metade do séc. XIX. Foi então divulgado com grande sucesso nos EUA

* Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa