

lisadores de urânio são eficientes no tratamento de cargas muito diluídas de poluentes (<1%), sem suplemento adicional de combustível. A oxidação catalítica é um processo energeticamente menos intenso que a incineração, permitindo um melhor controlo dos produtos. Os únicos poluentes observados usando os óxidos de urânio são COx e HCl (este último, no caso dos compostos orgânicos clorados, facilmente removido à saída do reactor fazendo borbulhar o efluente gasoso em água). Não foram detectados outros produtos, nem mesmo ao nível de traços. Existem portanto vantagens económicas e ambientais importantes em relação a processos como a incineração, a qual mesmo nas melhores condições pode originar sub produtos tóxicos, por exemplo dioxinas. Mesmo para a destruição de alcanos de cadeia curta (os alcanos pertencem à classe de VOCs mais difícil de destruir: aromáticos > alcanos halogenados > alcanos), foi também recentemente demonstrada a eficiência de catalisadores de óxido de urânio, os quais são activos a temperaturas relativamente baixas (< 600°C). A sua actividade catalítica sofre um aumento significativo se suportados em sílica.

Estes resultados mostram claramente que os catalisadores à base de urânio, e em particular os óxidos de urânio,

podem ser a resposta para importantes problemas ambientais. Existindo processos bem estabelecidos para o manuseamento do urânio, dependentes basicamente de considerações de toxicidade química, e face a estes resultados, será a comercialização industrial deste tipo de catalisadores um objectivo utópico? Penso que não.

Referências

1. H. Collette, V. Deremince-Mathieu, Z. Gabelica, J. B. Nagy, E. G. Derouane and J.

J. Verbist, *J. Chem. Soc., Faraday Trans. 2*, **83** (1987) 1263-1271.

2. Ref. 6 a 12 citadas em 1.

3. S. D. Pollington, A. F. Lee, T. L. Overton, P. J. Sears, P. B. Wells, S. E. Hawley, I. D. Hudson, D. F. Lee and V. Ruddock, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, **8** (1999) 725-726.

4. G. H. Hutchings, C. S. Heneghan, I. D. Hudson and S. H. Taylor, *Nature*, **384** (1996) 341-343.

5. S. H. Taylor and S. R. O'Leary, *Appl. Catal. B*, **25** (2000) 137-149.

tabela 1 Destruição de compostos orgânicos voláteis usando catalisadores de urânio [4].

Catalisador	VOC ^a	In (ppm) ^b	T (°C)	F (h ⁻¹) ^c	h (%) ^d
U ₃ O ₈	Clorobenzeno	10 000	350	70 000	99,7
U ₃ O ₈	Clorobutano	10 000	350	70 000	99,7
CuCl/KCl/SiO ₂	Diclorometano	10 000	350	300	98,4
U/SiO ₂	Clorobenzeno	10 000	400	70 000	99,9
0,1% Pt/Al ₂ O ₃	Clorobenzeno	398	530	30 000	92,0
U ₃ O ₈	Benzeno	10 000	400	70 000	99,9
U/SiO ₂	Benzeno	10 000	400	70 000	99,9
U/SiO ₂	Tolueno	10 000	400	70 000	99,9

a) Composto orgânico volátil.

b) Carga à entrada do reactor.

c) ml de VOC convertidos por ml de catalisador e por hora.

d) Conversão.

O Urânio e a Electricidade

JAIME DA COSTA OLIVEIRA (*)

A DEMONSTRAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA da capacidade de estabelecer e manter, de forma controlada, uma cadeia de reacções de cisão de núcleos do urânio (reactor nuclear de Fermi e Zinn, 1942) constitui um dos mais sig-

nificativos saltos da ciência e da tecnologia ocorridos no século XX. Antes dele, são de referir a proposta do princípio da equivalência entre a massa e a energia (Einstein, 1905); a sugestão da existência do núcleo atômico (Rutherford,

1911); as descobertas das reacções nucleares (Rutherford, 1919), do neutrão (Chadwick, 1932) e da cisão dos núcleos do urânio em resultado da interacção com neutrões (Hahn e Strassmann, 1938); a determinação do núme-

* Investigador-coordenador do Instituto Tecnológico e Nuclear (e-mail: oliveira@itn.pt).

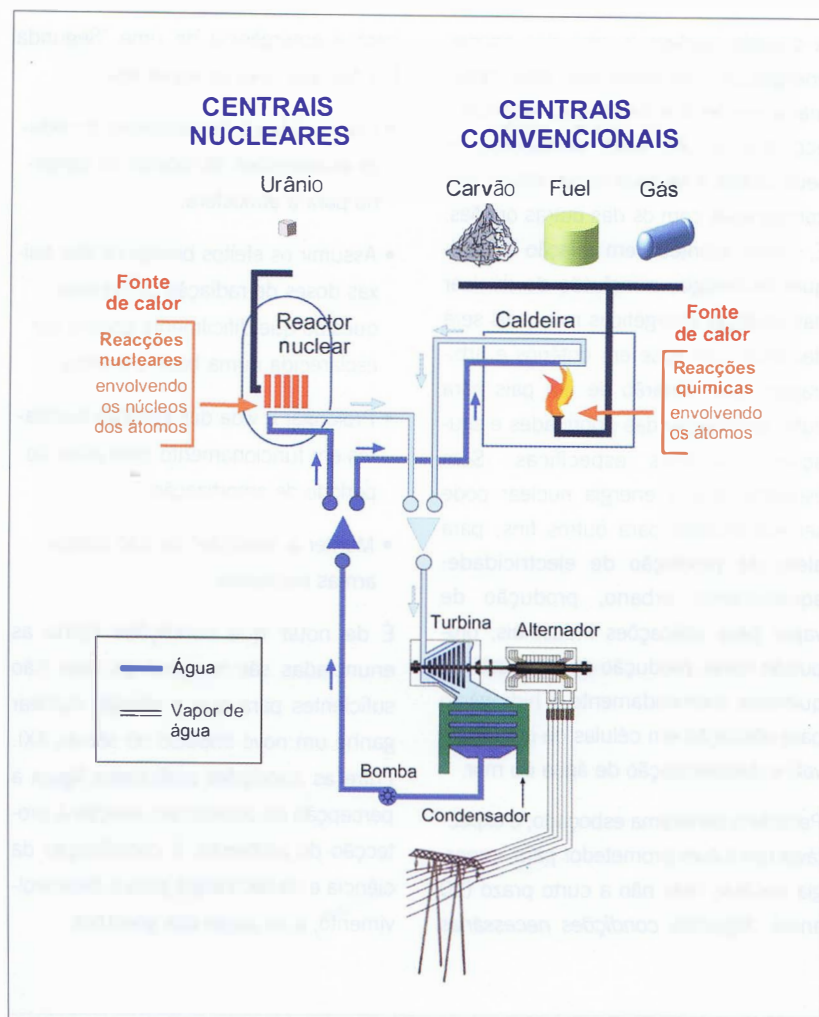


figura 1 As centrais nucleares convencionais diferem essencialmente na fonte de calor

ro de neutrões emitidos por cisão (Frédéric Joliot, Halban e Kowarski, 1939); e a transmutação do urânio-238 em plutônio-239 (Seaborg, Kennedy, Wahl e Segré, 1940).

O desenvolvimento da energia nuclear tem permitido alargar a base de recursos naturais (urânio) e artificiais (plutônio) utilizáveis para a produção de energia. No vasto conjunto de actividades englobadas na expressão "energia nuclear", avulta a concepção, construção e exploração de reactores e o fornecimento de serviços do ciclo do combustível. Este ciclo pode ser subdividido em três fases principais: (1) as operações que são realizadas a montante da utilização no reactor, desde a extracção e tratamento de minerais de urânio até à fabricação dos elementos de combustível, passando pela purificação, conversão e (eventualmente) enriquecimento do urânio no isótopo U-235; (2) a utilização no reactor; (3) as operações realizadas a

jusante da utilização, que compreendem a armazenagem do combustível usado e, no ciclo fechado, o reprocessamento deste combustível, o (eventual) reenriquecimento do urânio recuperado, a utilização do plutônio produzido para efeito da fabricação de elementos de combustível à base de óxidos mistos de urânio e plutônio e a armazenagem dos resíduos radioactivos.

Para fazer uma ideia do notável progresso verificado no aproveitamento do potencial energético do urânio – no sector onde tem tido maior impacto, que é a produção de electricidade –, é conveniente ter presente que a primeira ligação de um reactor nuclear a uma rede eléctrica (Obninsk, ex-URSS, 5 MWe) aconteceu doze anos após o funcionamento da "pilha" de Fermi. Em 1954, arrancou o primeiro dos quatro grupos electroprodutores (com uma potência unitária de 50 MWe) da central nuclear de Calder Hall, Reino Unido. Em 1 de

Janeiro de 2000, estavam em funcionamento 433 grupos electronucleares em 30 países (a que correspondia uma potência instalada de 349 GWe, sendo mais de 80% nos países da OCDE) e estavam em construção outros 37 grupos (31 GWe). Em 1999, as centrais nucleares produziram 2401 TWh (16% da electricidade produzida no mundo, variando esta percentagem entre 4% e 75% nos países da OCDE, com um valor médio de 24%).

Entre as forças que configurarão o futuro da Humanidade, ocupam posição destacada o *crescimento demográfico* (prevê-se que o número de habitantes da Terra aumente de cerca de 6.000 milhões em 2000 para cerca de 10.000 milhões em 2050), o *desenvolvimento económico e social* e a *degradação do ambiente*. Os serviços energéticos são essenciais para o desenvolvimento económico, prevendo-se que, em 2020, as necessidades de energia primária

aumentem cerca de 10% nos países industrializados e dupliquem nos países em vias de desenvolvimento. Quanto à procura de electricidade, as previsões apontam para um aumento de 30% nos primeiros e para a triplicação dos consumos nos segundos. Isto implica a necessidade de duplicar, até 2020, a potência eléctrica instalada no mundo (que é, hoje, próxima de 3000 GWe), sem contar com a substituição de instalações obsoletas (com uma potência unitária de 600 GWe). Consequentemente, é recomendável:

- Manter todas as opções energéticas em aberto;
- Promover a competição entre as diversas opções energéticas.

Com efeito, o conceito de desenvolvimento sustentável corresponde mais ao itinerário de uma viagem do que a um destino. O objectivo imediato deve ser o de tomar as medidas convenientes para alargar o leque das opções disponíveis, em vez de suprimir nem que seja uma delas.

A energia nuclear é uma das opções energéticas cuja viabilidade está confirmada, em termos científicos, técnicos e económicos. As suas vantagens, os seus custos e os seus riscos devem ser comparados com os das outras opções. E, como acontece em relação a qualquer tecnologia, a inclusão do nuclear nas políticas energéticas nacionais será decidida com base em critérios e arbitragens que variarão de um país para outro em função das prioridades e situações nacionais específicas. Sem esquecer que a energia nuclear pode ser aproveitada para outros fins, para além da produção de electricidade: aquecimento urbano, produção de vapor para aplicações industriais, propulsão naval, produção de combustíveis químicos (nomeadamente o hidrogénio para utilização em células de combustível) e dessalinização de água do mar.

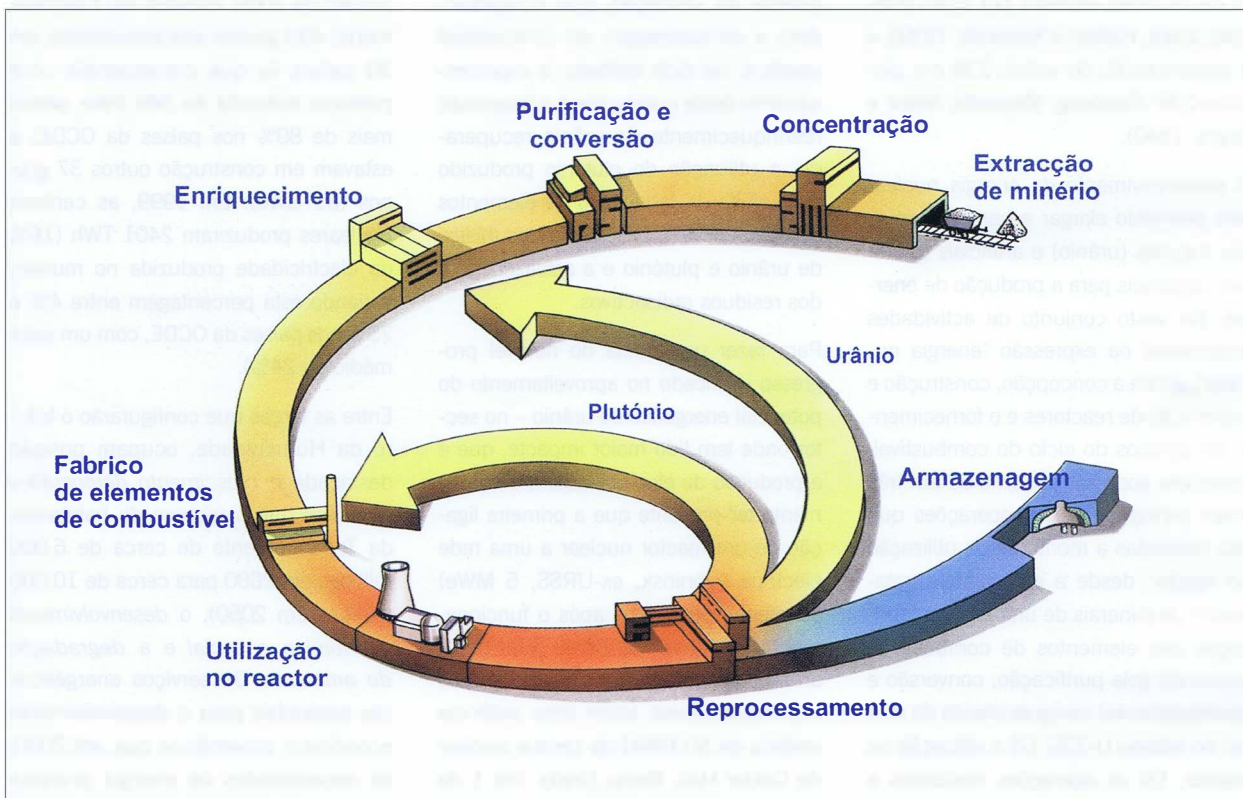
Perante o panorama esboçado, é expectável um futuro prometedor para a energia nuclear, mas não a curto prazo (20 anos). Algumas *condições necessárias*

para a emergência de uma "Segunda Era Nuclear" são as seguintes:

- Levar a sério a necessidade de reduzir as emissões de dióxido de carbono para a atmosfera;
- Assumir os efeitos biológicos das baixas doses de radiação como uma questão que dificilmente poderá ser esclarecida numa base científica;
- Prolongar a vida das centrais nucleares em funcionamento para além do período de amortização;
- Manter a "tradição" de não utilizar armas nucleares.

É de notar que condições como as enunciadas são necessárias mas não suficientes para que a energia nuclear ganhe um novo impulso no século XXI. Entre as *condições suficientes* figura a percepção do público em relação à protecção do ambiente, à contribuição da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento, e ao papel dos governos.

figura 2 Ciclo do combustível nuclear.



Técnicas Laboratoriais de Química

Video Cassette



Com 7 blocos curtos e independentes, este trabalho foi concebido para **apoiar** as aulas de **Técnicas Laboratoriais de Química** destinadas a alunos do **Ensino Secundário** e das cadeiras introdutórias de Química do **Ensino Superior**. Os procedimentos apresentados são clássicos, simples e adequados para estes níveis de ensino, onde a transparência dos princípios químicos a ilustrar e a necessidade de adopção de **boas práticas laboratoriais** são da maior importância formativa.

Índice

Pesagem e Preparação de Soluções (11 minutos)

- Operação de balanças técnicas e de precisão
- Preparação de soluções rigorosas e não rigorosas

Análise Volumétrica Quantitativa (11 minutos)

- Operação com pipetas e buretas
- Titulações manuais

Recristalização e Filtração (24 minutos)

- Recristalização por dissolução e arrefecimento
- Filtração em papel e à trompa
- Filtração a quente

Extracção Líquido-Líquido (7 minutos)

- Operação com ampolas de decantação

Destilação (23 minutos)

- Destilações simples, fraccionada, a pressão reduzida e por arrastamento de vapor

TLC e Pontos de Fusão (9 minutos)

- Cromatografia de Camada Fina
- Enchimento de capilares para p.f.

Sopragem de Vidro (11 minutos)

- Esticar tubos capilares
- Cortar e dobrar tubos de vidro
- Demonstração do fabrico e reparação de material de vidro executada por sopradores de vidro profissionais do IST.

Ficha Técnica

Coordenação

Carlos Romão
Hermínio Diogo

Texto e Locução

Carlos Romão

Execução Laboratorial

Hermínio Diogo
João Paulo Telo
Conceição Mesquita
João Ferreira
Carlos Nuno
José Luis Rodrigues

Filmagem e Montagem Vídeo

Luís Raposo
Anabela Martins
Hermínio Costa
Joaquim Pinto

Produção

Núcleo de Audio Visuais
do IST

Apresentação e Duração

1h 36min; Cassette VHS

Distribuição Exclusiva

Sociedade Portuguesa de Química

Encomendas à SPQ, Av. da República 37, 4º, 1050 Lisboa

Tel: 217934637 / Fax: 217952349

Preço: Instituições e não sócios 7500\$00 + IVA + portes

Sócios 6000\$00 + IVA + portes