

Fig. 1 — Esquema representativo da cadeia de produção de vários compostos de urânio

A valorização do urânio português e a instalação piloto do Laboratório de Física e Engenharia Nucleares

F. BEJA DA COSTA

O urânio desde que é extraído da mina até que é utilizado como combustível nuclear sofre uma transformação mais ou menos longa. Na medida em que intervem nas tecnologias de fabricação do urânio a acção do Laboratório de Física e Engenharia Nucleares (L. F. E. N.), ao preparar pessoal técnico e ao ensaiar processos, constitui um facto a realçar na valorização do urânio português. Com esse objectivo construíram-se dois edifícios onde se instalou equipamento e outras facilidades sumariamente designadas por Instalação Piloto (I. P.). É uma instalação que não tendo uma dimensão industrial, possibilita, no entanto, preparar materiais até algumas centenas de quilos ou mesmo algumas toneladas anuais o que já lhe define uma escala semi-industrial. Instalação piloto, independentemente do volume de pro-

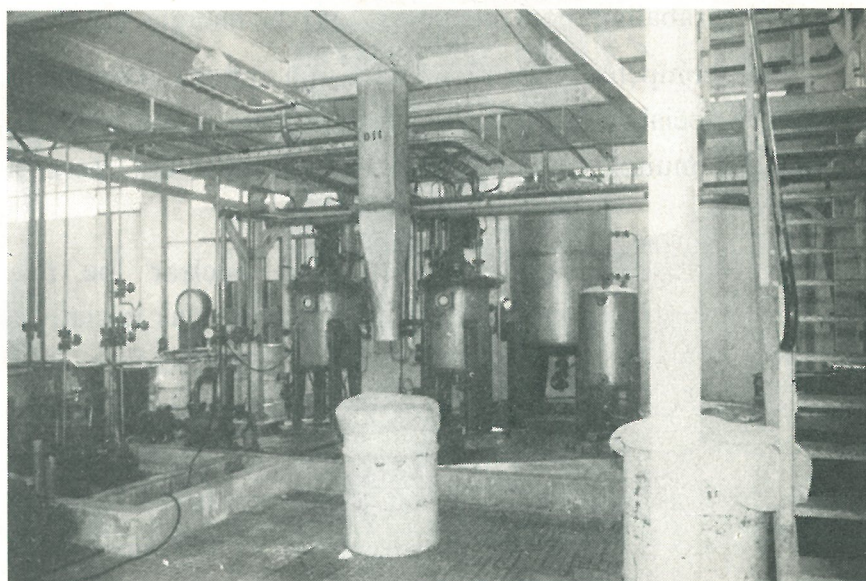


Fig. 2 — Unidade de dissolução dos concentrados de urânio

dução que possa assegurar, é-o não só por razões de escala mas por ser seu objectivo primordial a prepa-

ração de técnicos e o ensaio e afinação de tecnologias aplicadas à produção de compostos de urânio nas formas

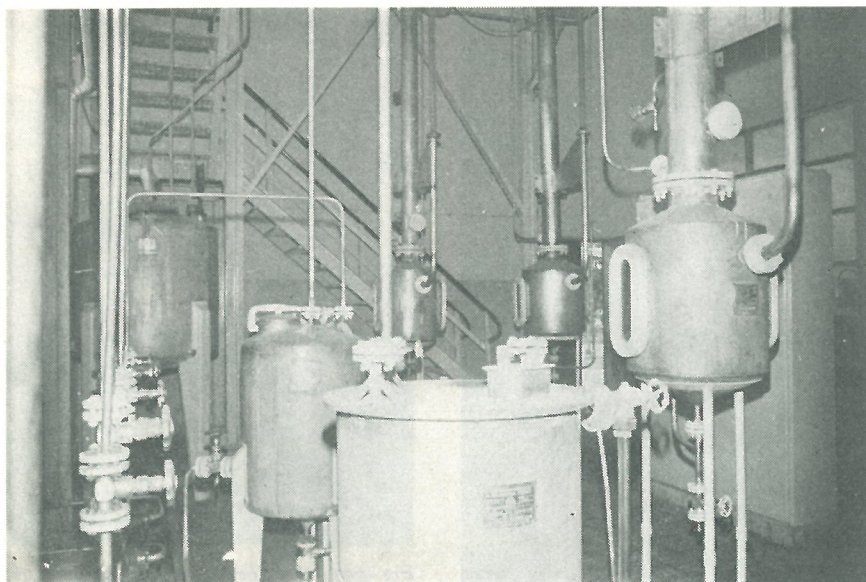


Fig. 3 — Vista parcial do equipamento da unidade de purificação por solventes

num depósito de armazenamento. A sílica assim como outras impurezas isolúveis podem ser retiradas pelo fundo deste depósito. O líquido sobrenadante ou o que se obteve por filtração apresenta-se límpido e em condições para ser enviado para a secção seguinte de purificação. (Fig. 2)

PURIFICAÇÃO POR SOLVENTES

O elevado poder selectivo com que o fosfato de tributilo extrai o urânio das soluções aquosas face às impurezas nelas presentes, assegura nesta operação um grau de purificação suficientemente elevado para que os compostos obtidos em operações subsequentes se enquadrem em muitas das especificações que definem graus de pureza nuclear.

A purificação consiste numa extracção do urânio com o fosfato de tributilo, seguida duma reextracção com água desmineralizada aquecida. Estas operações de transferência do urânio entre fases não miscíveis (aquosa e orgânica) são levadas a cabo em colunas pulsadas por ar comprimido. O efeito da pulsação associado ao efeito dispersor dos pratos perfurados que constituem o enchimento das colunas, assegura um contacto íntimo entre as fases e portanto bons coeficientes de transferência.

Nesta secção têm sido introduzidas modificações com bastante melhoria do seu rendimento. (Fig. 3)

PRECIPITAÇÃO; FILTRAÇÃO E PASTILHAGEM

A solução aquosa de nitrato de urânio puro é neutralizada com amónia (Fig. 4). Obtém-se assim um precipitado, que é uma mistura complexa de poliuranatos de amónio em que parece predominar o diuranato de amónio, pelo que correntemente se adopta esta designação.

* Os concentrados que têm sido utilizados na I. P. do L. F. E. N. são essencialmente constituídos por uranatos de sódio contendo 60 a 80 % de U_3O_8 s/s.

em que estes são susceptíveis de ser integrados na produção de energia de origem nuclear. No quadro (Fig. 1) assinalamos a cadeia de compostos de urânio que se podem obter nesta instalação a partir dos concentrados de urânio produzidos nas nossas minas (*). No mesmo quadro referenciamos outros compostos de urânio que ainda não podem ser obtidos em quantidades razoáveis. Há no entanto boas perspectivas de virem a ser pro-

duzidos. São o dióxido de urânio e o hexafluoreto de urânio. Assinalam-se também os principais processos tecnológicos envolvidos.

DISSOLUÇÃO DOS CONCENTRADOS

É feita por ataque com ácido nítrico a quente e com agitação. A solução obtida, rica em urânio, é filtrada ou deixada em repouso para decantação

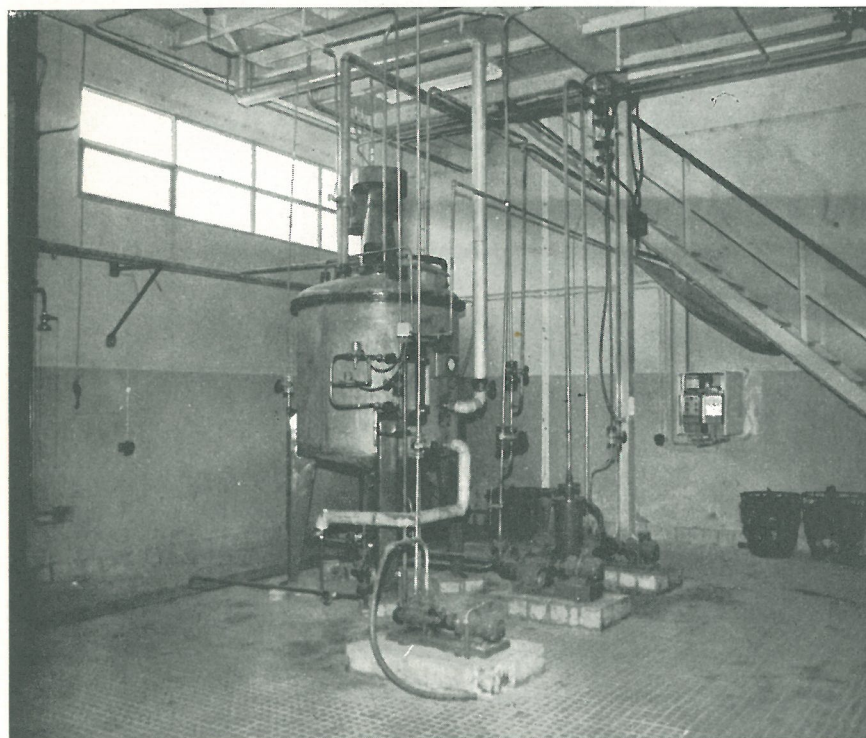


Fig. 4 — Cuba de precipitação do diuranato de amónio

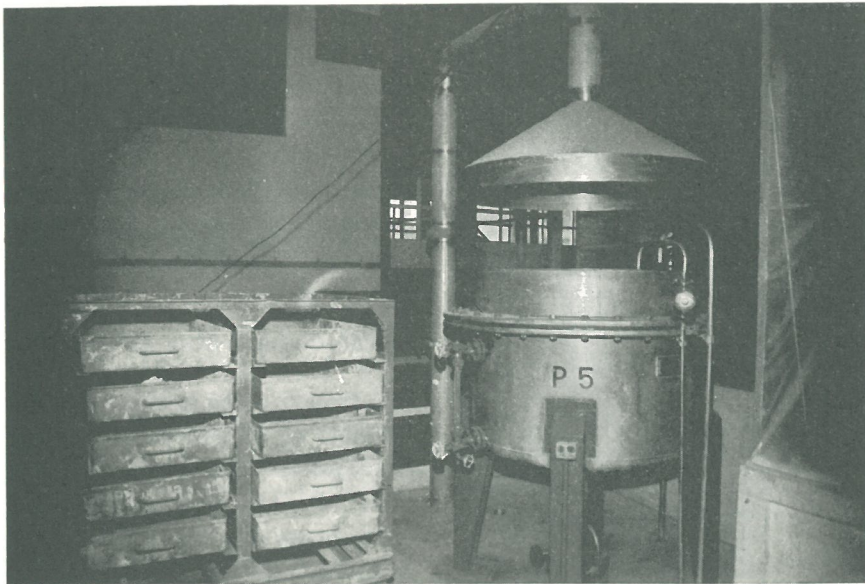


Fig. 5 — Filtro büchner tendo ao lado os tabuleiros para descarga

A operação de precipitação é bastante delicada pois as características do precipitado obtido (cristalinidade, forma e tamanho de grão, porosidade, superfície específica, etc.) são responsáveis pelo seu comportamento físico e químico nos diversos tratamentos a que pode vir a ser sujeito. Por isso esta precipitação que inicialmente era feita manualmente passou a ser conduzida por um indicador controlador automático de pH. As águas mães são separadas num filtro buchner (Fig. 5). O bolo obtido é colocado em tabuleiros que se introduzem numa estufa onde é seco e calcinado. Obtém-se o trióxido de urânio na forma de torrões mais ou menos pulverulentos e bastante friáveis. Daí a necessidade de proceder à pastilhagem do trióxido (Fig. 6) antes de o enviar para os fornos de redução-fluoretação.

REDUÇÃO - FLUORETAÇÃO

O trióxido de urânio pastilhado é introduzido num forno constituído por dois troços verticais sendo o superior de redução e o inferior de fluoretação, e ainda um troço horizontal também de fluoretação colocado inferiormente na continuação dos outros dois. O tetrafluoreto de urânio é extraído do troço horizontal por um sem-fim (Fig. 7). Utiliza-se como reagente re-

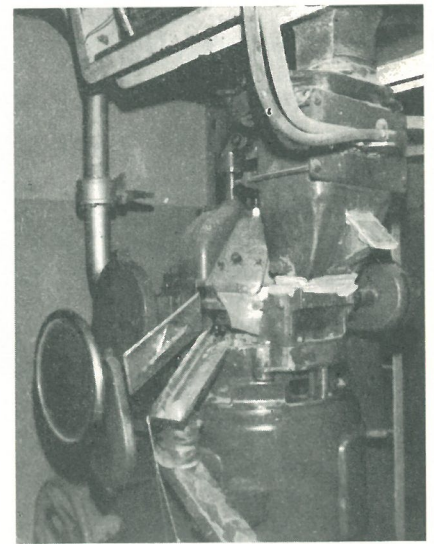


Fig. 6 — Pastilhadora de trióxido de urânio

ductor o hidrogénio e o amoníaco anidro. Para a fluoretação, faz-se reagir o dióxido de urânio com ácido fluorídrico previamente vaporizado.

Como vimos, o dióxido de urânio, produto da reacção de redução do trióxido de urânio com o hidrogénio, é um produto intermediário na obtenção do tetrafluoreto de urânio. O urânio na forma de dióxido pode servir de base à fabricação de elementos de combustível. No entanto, o dióxido

formado no forno de redução-fluoretação é imediatamente fluoretado. Não se chega pois a obter verdadeiramente um dióxido de urânio disponível como tal. Com efeito é muito pirofórico oxidando-se espontaneamente em contacto com a atmosfera. Eventualmente poderá ser estabilizado por oxidação superficial controlada. Na verdade, no forno que a I. P. utiliza, está resguardado do contacto com a atmosfera por uma cortina de azoto sendo con-

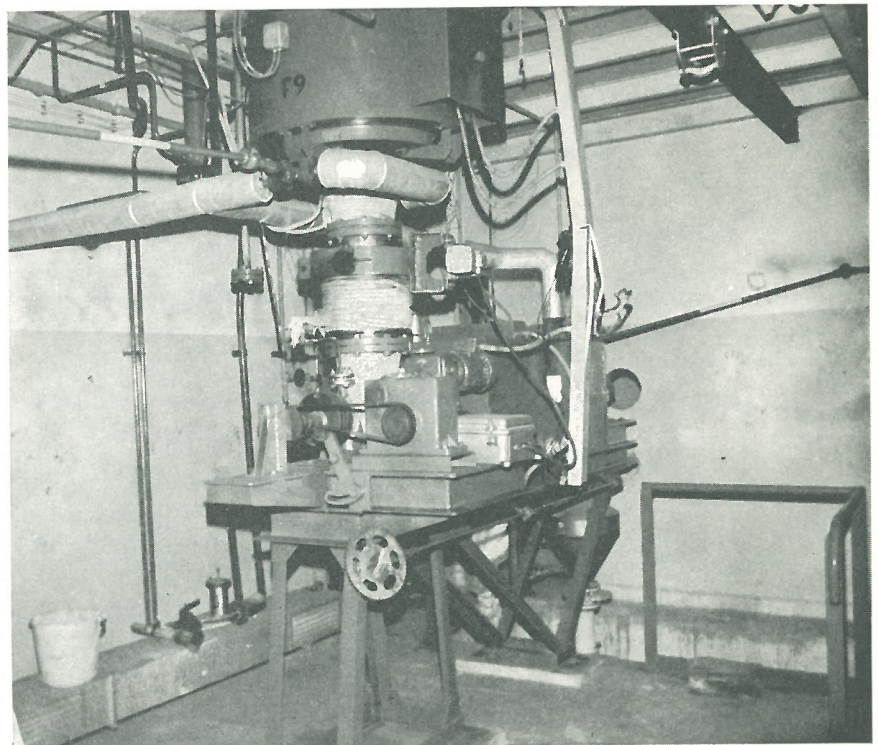


Fig. 7 — Troço horizontal do forno de fluoretação

vertido em tetrafluoreto de urânio à medida que se forma.

O tetrafluoreto de urânio é um dos produtos de base para a obtenção do urânio na forma de metal e para a fabricação do hexafluoreto de urânio.

REDUÇÃO DO URÂNIO A METAL

Esta reacção leva-se a efeito misturando o tetrafluoreto de urânio com granalha de cálcio metálico. Uma vez iniciada consuma-se em poucos segundos com grande desprendimento de calor. Para impedir perdas de cálcio por volatilização, projecções mais ou menos violentas e a oxidação dos reagentes e produtos pelo contacto com a atmosfera, a reacção é efectuada em reactores fechados e em atmosfera de argon (Fig. 8).

O metal goveja através das escórias para o interior dum cadinho cerâmico de fluoreto de cálcio onde solidifica em lingote cilíndrico (Fig. 9).

NOTA FINAL

As soluções praticadas para a produção de vários compostos de urânio referidos estão longe de esgotar os vá-

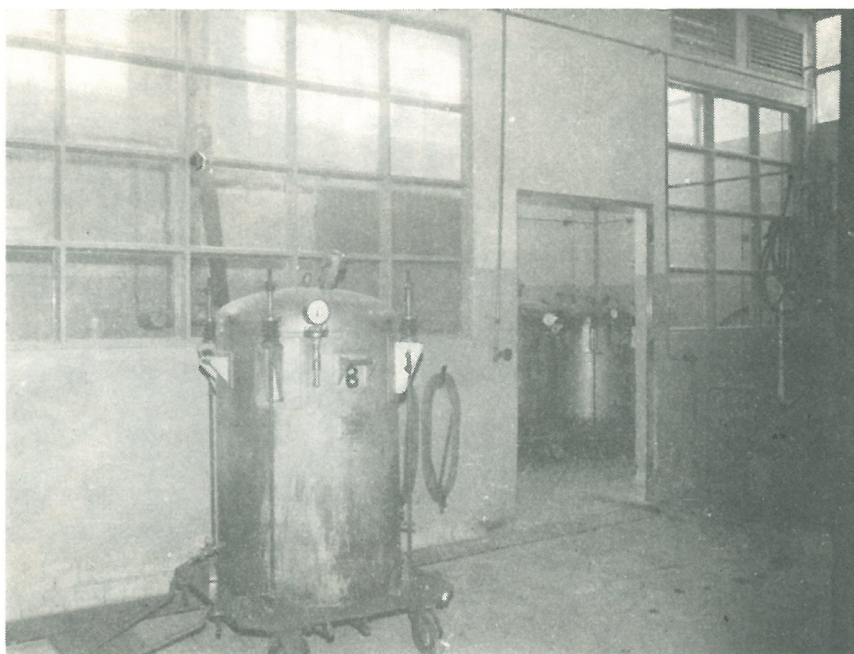


Fig. 8 — Reactor onde se reduz o urânio à forma metal

rios tipos de processos e de equipamento que permitem obter os mesmos. Opções de natureza económica ou especificações particulares a que deverão obedecer os produtos fabricados poderão apontar, em cada caso particular, qual a tecnologia que maior interesse poderá oferecer.

Assinalamos, por se revestir de particular interesse, a produção de dióxido

de urânio sinterizável. Obtido quer a partir do trióxido de urânio, quer a partir do hexafluoreto de urânio, põe em causa tecnologias que não são ainda do domínio da nossa experiência. Constitui por isso um campo próprio em que é natural que a Instalação Piloto do L. F. E. N. venha a dedicar boa parte da sua actividade no futuro.



Fig. 9 — Lingotes de urânio