

## ANEXO I

## «ANEXO I

**Lista dos bens e tecnologias referidos no artigo 2.º-A**

O presente anexo inclui os seguintes artigos enumerados na lista do Grupo de Fornecedores Nucleares, tal como nele definidos:

Nota: Todos os artigos cujas características técnicas específicas ou especificações estejam abrangidos pelas categorias especificadas nos anexos I e III devem ser considerados abrangidos apenas pelo anexo III.

NSG Parte 1

## ANEXO A

**LISTA DE DESENCADEAMENTO REFERIDA NAS NOTAS GERAIS DAS DIRETRIZES**

1. O objetivo destes controlos não deve ser contrariado pela transferência de componentes. Cada governo tomará as medidas necessárias para atingir este objetivo e continuará a procurar uma definição operativa para os componentes, suscetível de ser utilizada por todos os fornecedores.
2. Em relação ao ponto 9, alínea b), subponto 2, das Diretrizes, entende-se por *do mesmo tipo* os casos em que a conceção, a construção ou os processos de funcionamento se baseiam em processos físicos ou químicos iguais ou similares aos que estão identificados na lista de desencadeamento.
3. Para certos processos de separação de isótopos, os fornecedores reconhecem a relação estreita que existe entre as instalações, equipamentos e tecnologias de enriquecimento de urânio e as instalações, equipamentos e tecnologias de separação de isótopos de “outros elementos” para fins médicos, de investigação e outros fins industriais não nucleares. A esse respeito, os fornecedores devem reapreciar cuidadosamente as suas medidas legais, nomeadamente a regulamentação em matéria de licenças de exportação, as práticas de classificação de informação/tecnologia e as práticas de segurança, no caso de atividades de separação de isótopos que envolvam “outros elementos”, para garantir, quando justificado, a aplicação de medidas de proteção adequadas. Os fornecedores reconhecem que, em casos particulares, as medidas de proteção adequadas para as atividades de separação de isótopos que envolvam “outros elementos” serão essencialmente as mesmas que para o enriquecimento de urânio (ver nota introdutória da secção 5 da lista de desencadeamento). Em conformidade com o ponto 17, alínea a), das Diretrizes, os fornecedores consultam os outros fornecedores quando apropriado, de modo a promover políticas e procedimentos uniformes para a transferência e a proteção das instalações, dos equipamentos e das tecnologias que envolvam a separação de isótopos de “outros elementos”. Os fornecedores devem ainda exercer a devida prudência nos casos que envolvam a utilização de equipamentos e tecnologias obtidos a partir de processos de enriquecimento de urânio para outros fins não nucleares, como por exemplo na indústria química.

**CONTROLOS DAS TECNOLOGIAS**

A transferência de “tecnologia” diretamente associada a qualquer artigo da lista será sujeita a análises e controlos de grau equivalente ao aplicável ao próprio artigo, na medida em que a legislação nacional o permita.

Os controlos da transferência de “tecnologia” não são aplicáveis às informações “do domínio público” nem à “investigação científica fundamental”.

Além dos controlos da transferência de “tecnologia” por motivos de não proliferação nuclear, os fornecedores devem promover a proteção desta tecnologia no que se refere à conceção, construção e funcionamento das instalações da lista de desencadeamento tendo em conta o risco de ataques terroristas e devem sublinhar aos destinatários a necessidade de o fazer.

**CONTROLOS DOS SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)**

A transferência de “suportes lógicos (*software*)” diretamente associados a qualquer artigo da lista será sujeita a análises e controlos de grau equivalente ao aplicável ao próprio artigo, na medida em que a legislação nacional o permita.

Os controlos da transferência de “suportes lógicos (*software*)” não são aplicáveis às informações “do domínio público” nem à “investigação científica de base”.

**DEFINIÇÕES**

“Investigação científica fundamental” — trabalhos experimentais ou teóricos, empreendidos principalmente para adquirir novos conhecimentos sobre os princípios fundamentais de fenómenos e factos observáveis, e não especialmente orientados para um fim ou objetivo prático específico.

“Desenvolvimento” — operações ligadas a todas as fases que precedem a “produção”, como:

- conceção
- investigação de conceção
- análises de conceção
- conceitos de conceção
- montagem e ensaio de protótipos
- planos de produção-piloto
- dados de conceção
- processo de transformação dos dados de conceção num produto
- conceção de configuração
- conceção de integração
- planos

“Do domínio público” — na aceção aqui utilizada, “tecnologia” ou “suporte lógico (*software*)” que foram divulgados sem qualquer restrição quanto à sua difusão posterior. (As restrições resultantes dos direitos de autor não impedem que a “tecnologia” ou o “suporte lógico (*software*)” sejam considerados do domínio público).

“Microprogramas” — sequência de instruções elementares, conservadas numa memória especial, cuja execução é iniciada pela introdução da sua instrução de referência num registo de instruções.

“Outros elementos” — todos os elementos que não sejam o hidrogénio, o urânio e o plutónio.

“Produção” — todas as fases da produção, tais como:

- construção
- engenharia de produção
- fabrico
- integração
- montagem
- inspeção
- ensaios
- garantia da qualidade

“Programa” — sequência de instruções para levar a cabo um processo sob forma executável por um computador eletrónico, ou nela convertível.

“Suporte lógico (*software*)” — conjunto de um ou mais “programas” ou “microprogramas”, fixados em qualquer suporte material.

“Assistência técnica” — pode assumir formas como instruções, competências, formação, conhecimentos práticos, serviços de consultoria.

Nota: A “assistência técnica” pode incluir a transferência de “dados técnicos”.

“Dados técnicos” — podem assumir formas como esquemas, planos, diagramas, modelos, fórmulas, projetos e especificações de engenharia, manuais e instruções, escritos ou registados noutros suportes ou dispositivos como discos, fitas magnéticas, memórias ROM.

“Tecnologia” — informações específicas exigidas para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” de qualquer artigo constante da lista. Essas informações podem assumir a forma de “dados técnicos” ou de “assistência técnica”.

“Utilização” — exploração, instalação (incluindo a instalação *in situ*), manutenção (verificação), reparação, revisão geral ou renovação.

## MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

### 1. Materiais em bruto e materiais cindíveis especiais

Conforme definidos no artigo XX do Estatuto da Agência Internacional da Energia Atômica:

#### 1.1. “Material em bruto”

Por “material em bruto” entende-se urânio que contenha a mistura de isótopos que se encontra na natureza; o urânio cujo teor em urânio 235 é inferior ao normal; o tório; todos os materiais mencionados acima na forma de metal, liga, compostos químicos ou concentrados; qualquer outro material que contenha um ou mais dos materiais mencionados acima em concentrações que o Conselho de Governadores fixará de tempos a tempos, e quaisquer outros materiais que o Conselho de Governadores designe de tempos a tempos.

#### 1.2. “Material cindível especial”

- i) Por “material cindível especial” entende-se o plutónio-239; o urânio 233; o “urânio enriquecido em urânio 235 ou 233”; qualquer material que contenha um ou mais dos isótopos acima, e outros materiais cindíveis que o Conselho de Governadores designe de tempos a tempos. Todavia, o termo “material cindível especial” não se aplica aos materiais em bruto.
- ii) Por “urânio enriquecido em urânio 235 ou 233”, entende-se urânio que contenha quer urânio 235, quer urânio 233, quer estes dois isótopos, em quantidade tal que a relação entre a soma destes dois isótopos e o isótopo 238 seja superior à relação entre o isótopo 235 e o isótopo 238 no urânio natural.

Todavia, para efeitos das Diretrizes, não serão incluídos os artigos especificados na subalínea a) infra nem as exportações de material em bruto ou de materiais cindíveis especiais para um dado país destinatário, num período de 12 meses, abaixo dos limites especificados na subalínea b) infra:

- a) Plutónio com uma concentração isotópica de plutónio-238 superior a 80 %.

Materiais cindíveis especiais quando utilizados em quantidades da ordem do grama ou inferiores, como elementos sensores em instrumentos; e

Material em bruto em relação ao qual o Governo está convencido de que apenas será utilizado em atividades não nucleares, como a produção de ligas ou de cerâmica;

- |                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| b) Materiais cindíveis especiais | 50 gramas efetivos;  |
| Urânio natural                   | 500 quilogramas;     |
| Urânio empobrecido               | 1 000 quilogramas; e |
| Tório                            | 1 000 quilogramas.   |

### 2. Equipamentos e materiais não nucleares

A designação dos equipamentos e materiais não nucleares adotada pelo governo é a seguinte (para efeitos práticos, as quantidades abaixo dos níveis indicados no anexo B são consideradas insignificantes):

- 2.1. **Reatores nucleares e equipamentos e componentes especialmente concebidos ou preparados para os mesmos (ver anexo B, secção 1);**
- 2.2. **Materiais não nucleares para reatores (ver anexo B, secção 2);**

- 2.3. Instalações para o reprocessamento de elementos combustíveis irradiados e equipamentos especialmente concebidos ou preparados para esse fim (ver anexo B, secção 3);
- 2.4. Instalações para o fabrico de elementos de combustível de reator nuclear e equipamentos especialmente concebidos ou preparados para esse fim (ver anexo B, secção 4);
- 2.5. Instalações para a separação de isótopos de urânio natural, de urânio empobrecido ou de materiais cindíveis especiais e equipamentos, excetuando os instrumentos de análise, especialmente concebidos ou preparados para esse fim (ver anexo B, secção 5);
- 2.6. Instalações para a produção ou concentração de água pesada, deutério e compostos de deutério, e equipamentos especialmente concebidos ou preparados para esse fim (ver anexo B, secção 6);
- 2.7. Instalações para a conversão de urânio e plutónio para utilização no fabrico de elementos de combustível e na separação de isótopos de urânio, conforme definido nas secções 4 e 5, respetivamente, e equipamentos especialmente concebidos ou preparados para esse fim (ver anexo B, secção 7).

---

## ANEXO B

### CLARIFICAÇÃO DOS ARTIGOS DA LISTA DE DESENCADEAMENTO

(conforme designados na secção 2 dos MATERIAIS E EQUIPAMENTOS do anexo A)

1. **Reatores nucleares e equipamentos e componentes especialmente concebidos ou preparados para os mesmos**

#### NOTA INTRODUTÓRIA

Vários tipos de reatores nucleares podem ser caracterizados pelo moderador utilizado (por exemplo, grafite, água pesada, água natural, nenhum), pelo respetivo espectro de neutrões (por exemplo, térmico, rápido), pelo tipo de fluido de refrigeração utilizado (por exemplo, água, metal líquido, sais fundidos, gás), ou pela sua função ou tipo (por exemplo, reatores de potência, reatores de investigação, reatores de ensaio). É intencional o facto de todos estes tipos de reatores nucleares estarem incluídos na presente entrada e em todas as suas subentradas, sempre que aplicável. A presente entrada não inclui os reatores de fusão.

- 1.1. **Reatores nucleares completos**

Reatores nucleares capazes de funcionar mantendo uma reação de cisão em cadeia controlada e autossustentada.

#### NOTA EXPLICATIVA

“Um reator nuclear” inclui essencialmente os elementos situados no interior da cuba do reator ou a ela diretamente ligados, o equipamento de controlo do nível de potência no núcleo, e os componentes normalmente destinados a conter, a entrar em contacto direto ou a controlar o refrigerante primário do núcleo do reator.

#### EXPORTAÇÕES

As exportações do conjunto completo dos principais artigos abrangidos por esta noção só serão efetuadas em conformidade com os procedimentos enunciados nas Diretrizes. Os artigos individuais abrangidos por esta noção funcionalmente definida, que só serão exportados em conformidade com os procedimentos enunciados nas Diretrizes, estão enumerados nos pontos 1.2 a 1.11. O governo reserva-se o direito de aplicar os procedimentos enunciados nas Diretrizes a outros artigos abrangidos por esta noção funcionalmente definida.

- 1.2. **Cubas do reator nuclear**

Cubas metálicas, ou partes principais pré-fabricadas das mesmas, especialmente concebidas ou preparadas para conter o núcleo de um reator nuclear tal como definido no ponto 1.1, bem como os componentes internos pertinentes do reator, tal como definidos no ponto 1.8.

## NOTA EXPLICATIVA

O ponto 1.2 abrange as cubas de reatores nucleares independentemente do nível de pressão e inclui as cubas de pressão e as calandras do reator. A cabeça da cuba do reator é abrangida pelo ponto 1.2 como parte principal pré-fabricada da cuba do reator.

**1.3. Máquinas de carregamento e descarregamento de combustível do reator nuclear**

Equipamento de manipulação especialmente concebido ou preparado para introduzir ou extrair combustível num reator nuclear tal como definido no ponto 1.1.

## NOTA EXPLICATIVA

Os artigos acima mencionados são capazes de funcionar sob carga ou de utilizar dispositivos de posicionamento ou de alinhamento tecnicamente sofisticados para permitir operações complexas de alimentação fora de carga, como nos casos em que não há normalmente visibilidade ou acesso direto ao combustível.

**1.4. Barras de controlo e equipamento de reator nuclear**

Barras especialmente concebidas ou preparadas, suas estruturas de apoio ou suspensão, seus mecanismos de movimentação ou seus tubos de orientação para o controlo do processo de cisão num reator nuclear tal como definido no ponto 1.1.

**1.5. Tubos de pressão de reator nuclear**

Tubos especialmente concebidos ou preparados para conter tanto os elementos de combustível como o refrigerante primário num reator nuclear tal como definido no ponto 1.1.

## NOTA EXPLICATIVA

Os tubos de pressão são partes de condutas de combustível concebidas para funcionar a uma elevada pressão, por vezes superior a 5 MPa.

**1.6. Revestimento do combustível nuclear**

Tubos metálicos de zircónio ou tubos de ligas de zircónio (ou conjuntos de tubos) especialmente concebidos ou preparados para serem utilizados como revestimento de combustível num reator conforme definido no ponto 1.1, e em quantidades superiores a 10 kg.

N.B.: Para tubos de pressão de zircónio ver ponto 1.5. Para tubos de calandra ver ponto 1.8.

## NOTA EXPLICATIVA

Os tubos metálicos de zircónio ou os tubos de ligas de zircónio para utilização num reator nuclear são compostos por zircónio e apresentam uma relação háfnio/zircónio tipicamente inferior a 1:500 partes em peso.

**1.7. Bombas de circulação do refrigerante primário ou circuladores**

Bombas ou circuladores especialmente concebidos ou preparados para fazer circular o refrigerante primário dos reatores nucleares tal como definidos no ponto 1.1.

## NOTA EXPLICATIVA

As bombas ou circuladores especialmente concebidos ou preparados incluem as bombas para reatores refrigerados a água, os circuladores para reatores refrigerados a gás e as bombas eletromagnéticas e mecânicas para reatores refrigerados a metal líquido. Este equipamento pode incluir bombas com sistemas elaborados herméticos ou multi-herméticos que impeçam a fuga de refrigerante primário, bombas submersas e bombas munidas de sistemas por massa inercial. Esta definição inclui as bombas conformes com a Secção III, Divisão I, Subsecção NB (Componentes de classe 1) do Código da Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos (ASME) ou com normas equivalentes.

### 1.8. Componentes internos de um reator nuclear

“Componentes internos de um reator nuclear” especialmente concebidos ou preparados para serem utilizados num reator nuclear, tal como definido no ponto 1.1. Incluem colunas de suporte do núcleo, condutas de combustível, tubos da calandra, blindagens térmicas, placas defletoras, placas de grelha do núcleo e placas do difusor.

#### NOTA EXPLICATIVA

Os “componentes internos de um reator nuclear” são estruturas importantes no interior de uma cuba de reator que possuem uma ou mais funções, tais como suportar o núcleo, manter o alinhamento do combustível, dirigir o fluxo do refrigerante primário, fornecer proteção antirradiações para a cuba do reator e comandar instrumentação no interior do núcleo.

### 1.9. Permutadores de calor

- a) Geradores de vapor especialmente concebidos ou preparados para serem utilizados no circuito de refrigeração primário, ou intermédio, de um reator nuclear, tal como definido no ponto 1.1.
- b) Outros permutadores de calor especialmente concebidos ou preparados para serem utilizados no circuito de refrigeração primário de um reator nuclear, tal como definido no ponto 1.1.

#### NOTA EXPLICATIVA

Os geradores de vapor são especialmente concebidos ou preparados para transferir o calor gerado no reator para a água de alimentação a fim de gerar vapor. No caso de um reator rápido para o qual existe igualmente um anel de refrigeração intermédio o gerador de vapor está no circuito intermédio.

Num reator refrigerado a gás, pode ser utilizado um permutador de calor para transferir calor para um circuito de gás secundário que impulsiona uma turbina a gás.

A presente entrada não inclui os permutadores de calor para os sistemas de apoio do reator, por exemplo, o sistema de arrefecimento de emergência ou o sistema de arrefecimento de calor de decaimento.

### 1.10. Detetores de neutrões

Detetores de neutrões especialmente concebidos ou preparados para determinar os níveis de fluxo neutrónico no núcleo de um reator nuclear, tal como definido no ponto 1.1.

#### NOTA EXPLICATIVA

A presente entrada inclui os detetores dentro do núcleo e fora do núcleo que medem os níveis de fluxo numa ampla gama, tipicamente de 10<sup>4</sup> neutrões por cm<sup>2</sup> por segundo até 1 010 neutrões por cm<sup>2</sup> por segundo ou mais. Fora do núcleo refere-se aos instrumentos situados fora do núcleo do reator, tal como definido no ponto 1.1, mas localizados numa blindagem biológica.

### 1.11. Blindagens térmicas exteriores

“Blindagens térmicas exteriores” especialmente concebidas ou preparadas para serem utilizadas num reator nuclear, tal como definido no ponto 1.1, para a redução das perdas de calor e também para a proteção do recipiente de contenção.

#### NOTA EXPLICATIVA

As “blindagens térmicas exteriores” são grandes estruturas colocadas sobre o invólucro do reator que reduzem as perdas térmicas do reator e reduzem a temperatura dentro do invólucro de contenção.

## 2. **Materiais não nucleares para reatores**

### 2.1. **Deutério e água pesada**

Deutério, água pesada (óxido de deutério) e qualquer outro composto de deutério no qual a relação entre átomos de deutério e átomos de hidrogénio é superior a 1:5 000 para utilização num reator nuclear, tal como definido no ponto 1.1, em quantidades superiores a 200 kg de átomos de deutério para qualquer país destinatário num período de 12 meses.

### 2.2. **Grafite de qualidade nuclear**

Grafite com um grau de pureza superior a 5 partes por milhão de equivalente de boro e com uma densidade superior a 1,50 g/cm para utilização num reator nuclear, tal como definido no ponto 1.1, em quantidades superiores a 1 quilograma.

#### NOTA EXPLICATIVA

Para efeitos de controlo das exportações, cabe ao governo determinar se as exportações de grafite conformes com as especificações supra são ou não destinadas a utilização em reatores nucleares.

O equivalente de boro (BE) pode ser determinado experimentalmente; em alternativa é calculado como a soma de BE<sub>Z</sub> para as impurezas (excluindo o BE<sub>carbono</sub>, uma vez que o carbono não é considerado uma impureza) incluindo o boro, em que:

$BE_Z(\text{ppm}) = CF \times \text{Concentração do elemento Z, em ppm,}$

CF é o fator de conversão =  $(\sigma_Z \times AB)$  dividido por  $(\sigma_B \times AZ)$ ;

$\sigma_B$  e  $\sigma_Z$  são as secções eficazes da captura de neutrões térmicos (em barns), respetivamente para o boro e

o elemento Z, tal como ocorrem na natureza; e AB e AZ são, respetivamente, as massas atómicas do boro e do elemento Z tal como ocorrem na natureza.

## 3. **Instalações para o reprocessamento de elementos de combustível irradiado e equipamentos especialmente concebidos ou preparados para esse fim**

#### NOTA INTRODUTÓRIA

O reprocessamento de combustível nuclear irradiado separa o plutónio e o urânio dos produtos de cisão altamente radioativos e de outros elementos transurânicos. Esta separação pode ser feita utilizando diversos processos técnicos. Contudo, ao longo dos anos o processo Purex passou a ser o mais amplamente utilizado e aceite. Inclui a dissolução do combustível nuclear irradiado em ácido nítrico, seguida da separação do urânio, plutónio, e produtos de cisão mediante extração por solventes utilizando uma mistura de fosfato de tributilo num diluente orgânico.

As instalações onde se efetua o processo Purex apresentam funções análogas entre si, tais como: corte ou rasgamento de elementos de combustível irradiado, dissolução do combustível, extração por solventes e armazenagem dos líquidos derivados do processo. Podem também estar munidas de equipamento para a desnitrificação térmica do nitrato de urânio, a conversão do nitrato de plutónio em óxido ou metal, e o tratamento das escórias líquidas dos produtos de cisão para as transformar numa forma adequada para armazenagem a longo prazo ou eliminação. Contudo, o tipo e a configuração específicos do equipamento destinado a realizar estas funções podem variar entre as instalações Purex por várias razões, que incluem o tipo e a quantidade de combustível nuclear irradiado a reprocessar e o escoamento que se pretende dar aos materiais recuperados, ou ainda a filosofia de segurança e manutenção aplicada na conceção da instalação.

Uma “instalação de reprocessamento de elementos de combustível irradiado” inclui o equipamento e componentes que entram normalmente em contacto direto com os principais fluxos de combustível irradiado e de produtos de cisão a reprocessar e que asseguram diretamente o seu controlo.

Esses processos, incluindo os sistemas completos de conversão de plutónio e de produção de plutónio metálico, podem ser identificados graças às medidas adotadas para evitar a criticidade (por exemplo a geometria), a exposição às radiações (por exemplo a blindagem), e os riscos de toxicidade (por exemplo a contenção).

## EXPORTAÇÕES

As exportações do conjunto completo dos principais artigos abrangidos por esta noção só serão efetuadas em conformidade com os procedimentos enunciados nas Diretrizes.

O governo reserva-se o direito de aplicar os procedimentos enunciados nas Diretrizes a outros artigos abrangidos por esta noção funcionalmente definida, abaixo enumerados.

Os artigos de equipamento que são considerados abrangidos pela expressão “e equipamento especialmente concebido ou preparado” para o reprocessamento de elementos de combustível irradiado incluem:

### 3.1. Máquinas para cortar ou rasgar elementos de combustível irradiado

Equipamento telecomandado especialmente concebido ou preparado para utilização numa instalação de reprocessamento tal como acima se indica e destinado a cortar, cisalhar ou rasgar conjuntos, feixes ou varas de combustível nuclear irradiado.

#### NOTA EXPLICATIVA

Este equipamento corta o revestimento do combustível para expor o material nuclear irradiado à operação de dissolução. Entre os instrumentos mais utilizados estão as cisalhas para metais especialmente concebidas, embora se possa utilizar também equipamento avançado, como o *laser*.

### 3.2. Tanques de dissolução

Tanques criticamente seguros (por exemplo de pequeno diâmetro, anulares ou retangulares) especialmente concebidos ou preparados para utilização numa instalação de processamento tal como acima se indica, destinados à dissolução de combustível nuclear irradiado, capazes de suportar líquidos quentes e altamente corrosivos e que permitam a alimentação e manutenção por controlo remoto.

#### NOTA EXPLICATIVA

Os tanques de dissolução recebem, normalmente, o combustível irradiado fragmentado. Nestes tanques criticamente seguros, o material nuclear irradiado é dissolvido em ácido nítrico e as bainhas restantes são eliminadas do fluxo de processo.

### 3.3. Extratores de solventes e equipamento de extração de solventes

Extratores por solventes especialmente concebidos ou preparados, tais como colunas para enchimento ou colunas pulsantes, misturadores-decantadores ou contactores centrífugos a utilizar numa instalação de reprocessamento de combustível irradiado. Os extratores por solventes devem resistir ao efeito corrosivo do ácido nítrico. São normalmente fabricados com aços inoxidáveis de baixo teor de carbono, com titânio, zircónio ou outros materiais de elevada qualidade, de modo a corresponder a normas extremamente elevadas (incluindo práticas especiais de soldagem e inspeção e técnicas de garantia e controlo da qualidade).

#### NOTA EXPLICATIVA

Os extratores por solventes recebem a solução de combustível irradiado proveniente dos tanques de dissolução e a solução orgânica que separa urânio, plutónio e produtos de cisão. O equipamento de extração por solventes é normalmente concebido para corresponder a parâmetros rígidos de funcionamento, tais como longos períodos de vida útil sem necessidade de manutenção, a possibilidade de fácil substituição, a simplicidade de funcionamento e controlo e a flexibilidade face a condições de processo variáveis.

### 3.4. Recipientes de retenção ou armazenagem de produtos químicos

Recipientes de retenção ou armazenagem especialmente concebidos ou preparados para utilização numa instalação de reprocessamento de combustível irradiado. Os recipientes de retenção ou armazenagem devem resistir ao efeito corrosivo do ácido nítrico. São normalmente fabricados com aços inoxidáveis de baixo teor de carbono, com titânio, zircónio ou outros materiais de elevada qualidade. Podem ser concebidos para manipulação e manutenção à distância e apresentar as seguintes características para o controlo da criticidade nuclear:

(1) Paredes ou estruturas internas com um equivalente de boro de pelo menos 2 %, ou

- (2) Diâmetro máximo de 175 mm (7 polegares) para os recipientes cilíndricos, ou
- (3) Largura máxima de 75 mm (3 polegares) no caso dos recipientes de pouca altura ou anulares.

#### NOTA EXPLICATIVA

Da fase de extração com solventes resultam três fluxos principais de soluções. Os recipientes de retenção ou armazenagem são utilizados no processamento ulterior desses três fluxos:

- a) A solução de nitrato de urânio puro é concentrada por evaporação e submetida a um processo de desnitrificação em que é convertida em óxido de urânio. Este óxido é reutilizado no ciclo do combustível nuclear.
- b) A solução de produtos de cisão altamente radioativos é normalmente concentrada por evaporação e armazenada como concentrado em fase líquida. Este concentrado pode ser depois evaporado e convertido numa forma adequada para fins de armazenagem ou eliminação.
- c) A solução pura de nitrato de plutónio é concentrada e armazenada enquanto aguarda a passagem às fases ulteriores do processamento. Os recipientes de retenção ou armazenagem de soluções de plutónio são concebidos, em especial, para evitar os problemas de criticidade derivados das variações na concentração e na forma deste fluxo.

### 3.5. **Sistemas de medição de neutrões para controlo do processo**

Sistemas de medição de neutrões, especialmente concebidos ou preparados para integração e utilização com sistemas automatizados de controlo do processo numa instalação de reprocessamento de elementos combustíveis irradiados.

#### NOTA EXPLICATIVA

Estes sistemas implicam a capacidade de medição e discriminação ativa e passiva de neutrões, a fim de determinar a quantidade e a composição do material cindível. O sistema completo engloba um gerador de neutrões, um detetor de neutrões, amplificadores e circuitos eletrónicos de processamento de sinais.

Esta entrada não inclui os instrumentos de deteção e medição de neutrões que são concebidos para contabilidade e salvaguarda de materiais nucleares, nem qualquer outra aplicação não relacionada com a integração e utilização de sistemas automatizados de controlo do processo numa instalação de reprocessamento de elementos combustíveis irradiados.

### 4. **Instalações para o fabrico de elementos de combustível de reator nuclear e equipamentos especialmente concebidos ou preparados para esse fim**

#### NOTA INTRODUTÓRIA

Os elementos de combustível nuclear são fabricados a partir de um ou mais dos materiais em bruto ou dos materiais cindíveis especiais referidos na secção MATERIAIS E EQUIPAMENTOS do presente anexo. Para os combustíveis de óxidos, que são o tipo mais comum de combustível, estará presente equipamento para compressão de pastilhas, sinterização, trituração e calibragem. Os combustíveis de óxidos mistos são tratados em caixas de luvas (ou contenção equivalente) até serem selados na blindagem. Em todos os casos, o combustível é hermeticamente selado em blindagem adequada, concebida como confinamento primário que envolve o combustível de modo a permitir um adequado desempenho e segurança durante o funcionamento do reator. Também é necessário, em todos os casos, um controlo preciso dos processos, procedimentos e equipamentos segundo padrões extremamente elevados, a fim de assegurar um desempenho previsível e seguro do combustível.

#### NOTA EXPLICATIVA

Os equipamentos considerados como abrangidos pela aceção dos termos “e equipamentos especialmente concebidos ou preparados” para o fabrico de elementos de combustível incluem os que:

- a) entram normalmente em contacto direto ou processam diretamente ou controlam o fluxo de produção de materiais nucleares;
- b) confinam hermeticamente os materiais nucleares no interior da blindagem;

- c) verificam a integridade da blindagem ou do confinamento;
- d) verificam o tratamento final do combustível confinado, ou
- e) são utilizados para reunir elementos de reatores.

Tais equipamentos ou sistemas de equipamento podem incluir, por exemplo:

- 1) estações totalmente automáticas de inspeção de pastilhas, especialmente concebidas ou preparadas para controlar as dimensões finais e os defeitos na superfície das pastilhas de combustível;
- 2) máquinas automáticas de soldagem especialmente concebidas ou preparadas para soldar tampas nas varas (ou barras) de combustível;
- 3) estações automáticas de ensaio e inspeção especialmente concebidas ou preparadas para controlar a integridade das varas (ou barras) de combustível completadas;
- 4) sistemas especialmente concebidos ou preparados para fabrico de blindagem de combustível nuclear.

O ponto 3 inclui normalmente equipamentos de: a) exame por raios x da soldagem das tampas de vara (ou barra), b) deteção das fugas de hélio a partir das varas (ou barras) pressurizadas, e c) rastreio das varas (ou barras) por raios gama para controlar o correto posicionamento das pastilhas de combustível no interior.

5. **Instalações para a separação de isótopos de urânio natural, de urânio empobrecido ou de materiais cindíveis especiais e equipamentos, excetuando os instrumentos de análise, especialmente concebidos ou preparados para esse fim**

NOTA INTRODUTÓRIA

As instalações, os equipamentos e a tecnologia para a separação de isótopos de urânio têm, em muitos casos, uma estreita relação com as instalações, equipamentos e tecnologia para a separação de isótopos de “outros elementos”. Em determinados casos, os controlos da secção 5 também se aplicam a instalações e equipamentos destinados à separação de isótopos de “outros elementos”. Os controlos das instalações e equipamentos para a separação de isótopos de “outros elementos” são complementares dos controlos das instalações e dos equipamentos especialmente concebidos ou preparados para o processamento, utilização ou produção de material cindível especial abrangido pela lista de desencadeamento. Estes controlos complementares da secção 5 para utilizações que envolvem “outros elementos” não se aplicam ao processo eletromagnético de separação dos isótopos, que é abordado na parte 2 das Diretrizes.

Os processos aos quais os controlos da secção 5 se aplicam da mesma forma, independentemente de a utilização prevista ser a separação de isótopos de urânio ou a separação de isótopos de “outros elementos” são: a centrifugação gasosa, a difusão gasosa, o processo de separação do plasma e os processos aerodinâmicos.

Para alguns processos, a relação com a separação de isótopos de urânio depende do elemento que é separado. Estes processos são: os processos baseados em *lasers* (por exemplo, a separação isotópica por *laser* de moléculas e a separação isotópica por *laser* de vapor atómico), a permuta química e a permuta iónica. Por conseguinte, os fornecedores têm de avaliar estes processos caso a caso para aplicar em conformidade os controlos da secção 5 às utilizações que envolvem “outros elementos”.

Os equipamentos considerados abrangidos pela expressão “equipamentos, excetuando os instrumentos de análise, especialmente concebidos ou preparados” para a separação de isótopos de urânio incluem:

5.1. **Centrífugas a gás e conjuntos e componentes especialmente concebidos ou preparados para utilização em centrífugas a gás**

NOTA INTRODUTÓRIA

Uma centrífuga a gás é normalmente constituída por um ou mais cilindros de paredes finas, de diâmetro entre 75 mm e 650 mm, conservados no vácuo e submetidos a rotação de elevada velocidade periférica da ordem dos 300 m/s ou mais em torno de um eixo central vertical. Para atingir uma velocidade elevada, os materiais de construção dos componentes rotativos devem ser dotados de uma elevada relação resistência/densidade e o conjunto de rotor, e respetivos componentes individuais, devem ser fabricados com índices de tolerância mínimos de modo a minimizar o desequilíbrio. Ao contrário de outras centrífugas, a centrífuga a gás para

enriquecimento de urânio é caracterizada por ter dentro da câmara do rotor uma ou mais placas defletoras rotativas em forma de disco e um conjunto de tubos fixos para alimentação e a extração do UF<sub>6</sub> gasoso, com pelo menos três canais separados, dois dos quais ligados a dispositivos de recolha que vão do eixo do rotor à periferia da câmara do rotor. O ambiente de vácuo contém também uma série de elementos críticos não rotativos e que, embora especialmente concebidos, não são de fabrico difícil nem exigem materiais especiais para o seu fabrico. Uma instalação de centrífuga exige, contudo, um grande número desses componentes, de tal modo que as quantidades dão uma indicação importante da sua utilização final.

#### 5.1.1. Componentes rotativos

a) Conjuntos completos de rotor:

Cilindros de paredes finas ou uma série de cilindros de paredes finas ligados entre si, fabricados a partir de um ou mais dos materiais com uma elevada relação resistência/densidade descritos na NOTA EXPLICATIVA do presente ponto. Quando ligados entre si, os cilindros são unidos pelos anéis ou fole flexíveis descritos no ponto 5.1.1.c) seguinte. O rotor é munido, na sua forma final, de uma ou mais placas defletoras incorporadas e das tampas descritas nos pontos 5.1.1.d) e e) seguintes. Contudo, o conjunto completo pode ser fornecido também parcialmente montado.

b) Tubos de rotor:

Cilindros de paredes finas de espessura igual ou inferior a 12 mm, diâmetro entre 75 mm e 650 mm, especialmente concebidos ou preparados, e fabricados a partir de um ou mais dos materiais com uma elevada relação resistência/densidade descritos na NOTA EXPLICATIVA do presente ponto.

c) Anéis ou fole:

Componentes especialmente concebidos ou preparados para dar apoio localizado a um tubo de rotor ou para reunir vários desses tubos. O fole é um pequeno cilindro com espiral, de paredes de espessura igual ou inferior a 3 mm, diâmetro entre 75 mm e 650 mm, e fabricado a partir de um ou mais dos materiais com uma elevada relação resistência/densidade descritos na NOTA EXPLICATIVA do presente ponto.

d) Placas defletoras:

Componentes em forma de disco de diâmetro entre 75 mm e 650 mm, especialmente concebidos ou preparados para serem montados no interior do tubo de rotor da centrífuga para isolar a câmara de combustão da câmara principal de separação e, em alguns casos, para favorecer a circulação do UF<sub>6</sub> gasoso no interior da câmara principal de separação do tubo de rotor, e fabricados a partir de um ou mais dos materiais com uma elevada relação resistência/densidade descritos na NOTA EXPLICATIVA do presente ponto.

e) Tampa superior e inferior:

Componentes em forma de disco de diâmetro entre 75 mm e 650 mm, especialmente concebidos ou preparados para se adaptarem às extremidades do tubo de rotor, e conter assim o UF<sub>6</sub> no interior do tubo de rotor, e em alguns casos para suportar, reter ou conter como parte integrante um elemento da camada superior (tampa superior) ou suportar os elementos rotativos do motor e a camada inferior (tampa inferior), e fabricados a partir de um ou mais dos materiais com uma elevada relação resistência/densidade descritos na NOTA EXPLICATIVA do presente ponto.

#### NOTA EXPLICATIVA

Os materiais utilizados para os componentes rotativos da centrífuga incluem os seguintes:

a) Aço *maraging* dotado de uma tensão de rutura à tração igual ou superior a 1,95 GPa;

b) Ligas de alumínio dotadas de uma tensão de rutura à tração igual ou superior a 0,46 GPa;

c) Materiais filamentosos adaptados para utilização em estruturas compósitas e com um módulo específico igual ou superior a  $3,18 \times 10^6$  e dotados de uma tensão de rutura à tração específica igual ou superior a  $7,62 \times 10^4$  m (entende-se por "módulo específico" o módulo de Young expresso em N/m<sup>2</sup> dividido pelo peso específico expresso em N/m<sup>3</sup>; entende-se por "tensão de rutura à tração específica" a tensão de rutura à tração expressa em N/m<sup>2</sup> dividida pelo peso específico expresso em N/m<sup>3</sup>).

### 5.1.2. Componentes estáticos

#### a) Suportes de suspensão magnética:

1. Conjuntos de suporte especialmente concebidos ou preparados, constituídos por um ímã anular suspenso no interior de um contentor munido de um amortecedor. O contentor é construído com material resistente à corrosão pelo  $UF_6$  (ver NOTA EXPLICATIVA do ponto 5.2). O ímã está ligado a um pólo ou a um segundo ímã fixado na tampa superior do rotor descrita no ponto 5.1.1. e). O ímã pode ter uma forma anular com uma relação entre diâmetro externo e interno igual ou inferior a 1,6:1. O ímã pode ter uma permeabilidade inicial igual ou superior a 0,15 H/m, ou uma remanência igual ou superior a 98,5 %, ou um produto energético superior a 80 kJ/m<sup>3</sup>. Para além das propriedades habituais do material, exige-se que este apresente um índice de tolerância muito baixo ao desvio do eixo magnético em relação ao eixo geométrico (inferior a 0,1 mm) ou que seja dada especial importância à homogeneidade do material de que é feito o ímã.
2. Suportes magnéticos ativos, especialmente concebidos ou preparados para utilização em centrífugas a gás.

#### NOTA EXPLICATIVA

Estes suportes têm habitualmente as seguintes características:

- São concebidos para manter centrado um rotor a rodar a 600 Hz ou mais, e
- Estão associados a uma fonte de alimentação elétrica fiável e/ou a uma unidade de fonte de alimentação ininterrupta (UPS) a fim de funcionar por mais de uma hora.

#### b) Suportes/amortecedores:

Suportes especialmente concebidos ou preparados, constituídos por um conjunto pivot/copo montado num amortecedor. O pivot é normalmente formado por uma haste de aço temperado com um hemisfério numa extremidade e munida, na outra extremidade, de uma ligação à tampa inferior descrita no ponto 5.1.1.e). A haste pode, contudo, estar munida de um suporte hidro-dinâmico. O copo tem a forma de uma pastilha com reentrância hemisférica numa superfície. Estes componentes são muitas vezes fornecidos separados do amortecedor.

#### c) Bombas moleculares:

Cilindros especialmente concebidos ou preparados providos de sulcos helicoidais fresados ou obtidos por extrusão e de furos fresados. As suas dimensões típicas são:

diâmetro interno de 75 mm a 650 mm, espessura das paredes igual ou superior a 10 mm, comprimento igual ou superior ao diâmetro. Os sulcos têm normalmente secção retangular e uma profundidade igual ou superior a 2 mm.

#### d) Estatores de motor:

Estatores de forma anular especialmente concebidos ou preparados para motores de histerese multifásicos de corrente alternada de alta velocidade (ou relutância magnética), destinados a funcionamento sincronizado no vácuo na gama de frequências de 600 Hz ou superior e na gama de potências de 40 VA ou superior; Os estatores podem ser constituídos por enrolamentos multifases sobre um núcleo de ferro laminado de fraco índice de perda formados por camadas finas, normalmente de espessura igual ou inferior a 2,0 mm.

#### e) Contentores/recipientes de centrífuga:

Componentes especialmente concebidos ou preparados para conter o conjunto dos tubos de rotor de uma centrífuga a gás. O contentor é constituído por um cilindro rígido com uma espessura máxima das paredes de 30 mm, com extremidades trabalhadas com precisão para acolher os suportes e munido de um ou mais rebordos para montagem. As extremidades trabalhadas são paralelas entre si e perpendiculares ao eixo longitudinal do cilindro com uma tolerância máxima de 0,05 graus ou inferior. O contentor pode apresentar também uma estrutura em favos de mel para acolher vários conjuntos de rotor.

## f) Dispositivos de recolha:

Tubos especialmente concebidos ou preparados para a extração de  $UF_6$  gasoso do interior do tubo de rotor por ação de um tubo Pitot (isto é, com abertura virada para o fluxo de gás periférico no tubo de rotor, por exemplo dobrando a extremidade de um tubo radial) e que podem ser fixados ao sistema central de extração do gás.

**5.2. Sistemas auxiliares, equipamentos e componentes especialmente concebidos ou preparados para instalações de enriquecimento com centrífuga a gás**

## NOTA INTRODUTÓRIA

Os sistemas auxiliares, equipamentos e componentes para instalações de enriquecimento com centrífuga a gás são os sistemas de instalação necessários para alimentar as centrífugas com  $UF_6$ , ligar entre si as várias centrífugas em cascata (ou degraus) de modo a permitir taxas de enriquecimento progressivamente superiores e para extrair das centrífugas o  $UF_6$  sob a forma de “produtos” e “materiais residuais”, bem como o equipamento necessário para acionar as centrífugas ou controlar a instalação.

Normalmente, o  $UF_6$  é transformado em vapor a partir da forma sólida em autoclaves aquecidos e é distribuído na forma gasosa às centrífugas através de sistemas de tubos coletores em cascata. Os fluxos gasosos de  $UF_6$  (“produtos” e “materiais residuais”) provenientes das centrífugas passam também através de coletores em cascata para dispositivos de captura criogénica (que funcionam a cerca de 203 K (-70 °C)) onde são condensados antes de serem transferidos para contentores adequados ao transporte ou armazenagem. Dado que uma instalação de enriquecimento é constituída por muitos milhares de centrífugas dispostas em cascata, são muitos os quilómetros de tubagem em cascata, com milhares de pontos de soldagem e grande repetição da disposição. O equipamento, componentes e sistemas de canalização são fabricados respeitando normas muito elevadas de vácuo e de limpeza.

## NOTA EXPLICATIVA

Alguns dos artigos abaixo indicados entram em contacto direto com o  $UF_6$  gasoso ou controlam diretamente as centrífugas e a passagem do gás de uma para outra centrífuga e de uma para outra cascata. Os materiais resistentes à corrosão pelo  $UF_6$  incluem o cobre, as ligas de cobre, o aço inoxidável, o alumínio, o óxido de alumínio, as ligas de alumínio, o níquel ou as ligas que contêm 60 % ou mais de níquel, e os polímeros de hidrocarbonetos fluorados.

**5.2.1. Sistemas de alimentação e sistemas de recolha de produtos e materiais residuais**

Sistemas de processamento ou equipamento para instalações de enriquecimento especialmente concebidos ou preparados, feitos ou protegidos por materiais resistentes à corrosão pelo  $UF_6$ , incluindo:

- a) Autoclaves de alimentação, fornos ou sistemas utilizados para a passagem do  $UF_6$  para o processo de enriquecimento;
- b) Dessublimadores, dispositivos de captura criogénica ou bombas, utilizados para remover o  $UF_6$  do processo de enriquecimento para subsequente transferência após aquecimento;
- c) Estações de solidificação ou liquefação utilizadas para remover o  $UF_6$  do processo de enriquecimento por compressão e conversão do  $UF_6$  numa forma líquida ou sólida;
- d) Estações de “produtos” ou “materiais residuais” utilizadas para transferir o  $UF_6$  para contentores.

**5.2.2. Sistemas de coletores/tubagens**

Sistemas de tubagem e sistemas de coletores especialmente concebidos ou preparados para a manipulação do  $UF_6$  no interior das centrífugas em cascata. A rede de tubagem é, em geral, constituída por um sistema coletor “triplo” no qual cada centrífuga está ligada a um dos coletores. A sua estrutura é, assim, bastante repetitiva. Estes sistemas são inteiramente feitos ou protegidos por materiais resistentes ao  $UF_6$  (ver NOTA EXPLICATIVA do presente ponto) e são fabricados respeitando normas muito elevadas de vácuo e de limpeza.

### 5.2.3 Válvulas especiais de interrupção e controlo

- a) Válvulas de fecho especialmente concebidas ou preparadas para atuar sobre materiais de alimentação, produtos ou materiais residuais provenientes dos fluxos de UF<sub>6</sub> gasoso de uma centrífuga a gás individual.
- b) Válvulas com vedante de fole, manuais ou automatizadas, de fecho ou de controlo, feitas ou protegidas com materiais resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub>, com um diâmetro interior de 10 mm a 160 mm, especialmente concebidas ou preparadas para utilização em sistemas principais ou auxiliares de instalações de enriquecimento por centrifugação gasosa.

#### NOTA EXPLICATIVA

Válvulas típicas especialmente concebidas ou preparadas que incluem válvulas com vedante de fole, válvulas de fecho rápido, válvulas de corte rápido e outras.

### 5.2.4. Espetrómetros de massa para UF<sub>6</sub>/fontes de iões

Espetrómetros de massa especialmente concebidos ou preparados, capazes de colher amostras em contínuo dos fluxos de UF<sub>6</sub> gasoso e com todas as seguintes características:

1. Capazes de medir iões com uma massa atómica igual ou superior a 320 u.m.a. e com uma resolução melhor que 1 parte em 320;
2. Fontes de iões construídas ou protegidas com níquel, ligas de níquel-cobre com um teor de níquel igual ou superior a 60 % em peso, ou ligas de níquel-crómio;
3. Fontes de ionização por bombardeamento com eletrões;
4. Com um sistema coletor adequado para análise isotópica.

### 5.2.5. Modificadores de frequência

Modificadores de frequência (também conhecidos por conversores ou transformadores) especialmente concebidos ou preparados para alimentar os estatores de motor definidos no ponto 5.1.2. d), ou partes, componentes e subconjuntos destes modificadores de frequência dotados de todas as características que se seguem:

1. Frequência multifásica de saída de 600 Hz ou superior; e
2. Estabilidade elevada (com controlo de frequência superior a 0,2 %).

### 5.3. Conjuntos e componentes especialmente concebidos ou preparados para utilização no processo de enriquecimento por difusão gasosa

#### NOTA INTRODUTÓRIA

No método de separação dos isótopos de urânio por difusão gasosa, o principal conjunto tecnológico é constituído por uma barreira de difusão gasosa feita de material poroso especial, um permutador térmico para arrefecimento do gás (que aquece com o processo de compressão), válvulas de fole e válvulas de controlo e ainda tubagens. Na medida em que a tecnologia de difusão gasosa utiliza hexafluoreto de urânio (UF<sub>6</sub>), as superfícies de todo o equipamento, tubagens e instrumentação (que entram em contacto com o gás) devem ser feitas de materiais que se mantenham estáveis em contacto com o UF<sub>6</sub>. Uma instalação de difusão gasosa necessita de vários destes conjuntos, pelo que as quantidades podem fornecer uma indicação importante da utilização final.

#### 5.3.1. Barreiras de difusão gasosa e barreiras materiais

- a) Filtros finos, porosos, especialmente concebidos ou preparados, com uma dimensão de poro entre 10 – 100 nm, uma espessura igual ou inferior a 5 mm e, no caso das formas tubulares, um diâmetro igual ou inferior a 25 mm, feitos de materiais metálicos, poliméricos ou cerâmicos resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub> (ver NOTA EXPLICATIVA do ponto 5.4) e

- b) Compostos ou pós especialmente preparados para o fabrico de tais filtros. Estes compostos e pós incluem o níquel ou as ligas que contêm níquel em percentagem igual ou superior a 60 %, o óxido de alumínio, ou os polímeros de hidrocarbonetos totalmente fluorados, resistentes ao UF<sub>6</sub>, com um grau de pureza igual ou superior a 99,9 % em peso, uma dimensão das partículas inferior a 10 µm, e um elevado grau de homogeneidade na dimensão das partículas, especificamente preparados para o fabrico de barreiras de difusão gasosa.

#### 5.3.2. Câmaras de difusão gasosa

Recipientes selados hermeticamente, especialmente concebidos ou preparados para conter a barreira de difusão gasosa, feitos ou protegidos com materiais resistentes ao UF<sub>6</sub> (ver NOTA EXPLICATIVA do ponto 5.4).

#### 5.3.3. Compressores e ventiladores de gás

Compressores ou ventiladores de gás com uma capacidade de sucção volumétrica igual ou superior a 1 m<sup>3</sup>/min de UF<sub>6</sub>, e com uma pressão de descarga até 500 kPa, especialmente concebidos ou preparados para funcionamento de longa duração na presença de UF<sub>6</sub>, bem como conjuntos separados destes compressores e ventiladores de gás. Os compressores e ventiladores de gás têm uma relação de pressão igual ou inferior a 10:1 e são feitos ou protegidos com materiais resistentes ao UF<sub>6</sub> (ver NOTA EXPLICATIVA do ponto 5.4).

#### 5.3.4. Vedantes de veios rotativos

Vedantes de vácuo especialmente concebidos ou preparados, dotados de conexões de alimentação e de saída, destinados a vedar o veio rotativo que liga o rotor do compressor ou do ventilador de gás ao motor principal de modo a assegurar um comportamento estanque fiável contra as infiltrações de ar na câmara interna do compressor ou do ventilador de gás, que contém UF<sub>6</sub>. Estes vedantes são normalmente concebidos para limitar a infiltração de gás-tampão a uma taxa inferior a 1 000 cm<sup>3</sup>/min.

#### 5.3.5. Permutadores de calor para arrefecimento do UF<sub>6</sub>

Permutadores térmicos especialmente concebidos ou preparados, feitos ou protegidos com materiais resistentes ao UF<sub>6</sub> (ver NOTA EXPLICATIVA do ponto 5.4) para funcionamento a uma taxa de variação da pressão de infiltração inferior a 10 Pa por hora a diferenças de pressão de 100 kPa.

#### 5.4. Sistemas auxiliares, equipamentos e componentes especialmente concebidos ou preparados para utilização no enriquecimento por difusão gasosa

##### NOTA INTRODUTÓRIA

Os sistemas auxiliares, equipamentos e componentes para instalações de enriquecimento por difusão gasosa são os sistemas de instalação necessários para alimentar com UF<sub>6</sub> o conjunto de difusão gasosa, ligar entre si os vários conjuntos em cascata (ou degraus) de modo a permitir uma taxa de enriquecimento cada vez maior e a extração de UF<sub>6</sub> (“produtos” e “materiais residuais”) das cascatas de difusão. Dadas as elevadas propriedades inerciais das cascatas de difusão, qualquer interrupção do seu funcionamento, e em especial o seu encerramento, tem consequências graves. Por essa razão, assumem importância numa instalação de difusão gasosa a manutenção rigorosa e constante de vácuo em todos os sistemas tecnológicos, a proteção automática contra os acidentes e a regulação automática precisa do fluxo de gases. Torna-se, pois, necessário equipar a instalação com um grande número de sistemas especiais de medição, regulação e controlo.

Normalmente, o UF<sub>6</sub> é evaporado a partir de cilindros colocados no interior de autoclaves e é distribuído na forma gasosa ao ponto de entrada através do sistema de tubos coletores em cascata. Os fluxos gasosos de UF<sub>6</sub> (“produtos” e “materiais residuais”) provenientes dos pontos de saída passam pelo sistema de tubos coletores em cascata para os dispositivos de captura criogénica ou para as estações de compressão, onde o UF<sub>6</sub> gasoso é liquefeito antes de ser transferido para contentores adequados ao transporte ou armazenagem. Dado que a instalação de enriquecimento por difusão gasosa é constituída por um grande número de conjuntos de difusão gasosa dispostos em cascata, são muitos os quilómetros de tubagem em cascata, com milhares de pontos de soldagem e grande repetição da disposição. O equipamento, componentes e sistemas de canalização são fabricados respeitando normas muito elevadas de vácuo e de limpeza.

## NOTA EXPLICATIVA

Os artigos abaixo indicados entram em contacto direto com o UF<sub>6</sub> gasoso ou controlam diretamente o fluxo no interior da cascata. Os materiais resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub> incluem o cobre, as ligas de cobre, o aço inoxidável, o alumínio, o óxido de alumínio, as ligas de alumínio, o níquel ou as ligas que contêm 60 % ou mais de níquel, e os polímeros de hidrocarbonetos fluorados.

**5.4.1. Sistemas de alimentação e sistemas de recolha de produtos e materiais residuais**

Sistemas de processamento ou equipamento para instalações de enriquecimento especialmente concebidos ou preparados, feitos ou protegidos com materiais resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub>, incluindo:

- a) Autoclaves de alimentação, fornos ou sistemas utilizados para a passagem do UF<sub>6</sub> para o processo de enriquecimento;
- b) Dessublimadores, dispositivos de captura criogénica ou bombas, utilizados para remover o UF<sub>6</sub> do processo de enriquecimento para subsequente transferência após aquecimento;
- c) Estações de solidificação ou liquefação utilizadas para remover o UF<sub>6</sub> do processo de enriquecimento por compressão e conversão do UF<sub>6</sub> numa forma líquida ou sólida;
- d) Estações de “produtos” ou “materiais residuais” utilizadas para transferir o UF<sub>6</sub> para contentores.

**5.4.2. Sistemas de coletores/tubagens**

Sistemas de tubagem e sistemas de coletores especialmente concebidos ou preparados para a manipulação do UF<sub>6</sub> no interior das cascatas de difusão gasosa.

## NOTA EXPLICATIVA

A rede de tubagem é, em geral, constituída por um sistema coletor “duplo” no qual cada centrífuga está ligada a um dos coletores.

**5.4.3. Sistemas de vácuo**

- a) Distribuidores de vácuo, coletores de vácuo e bombas de vácuo especialmente concebidos ou preparados, com uma capacidade de aspiração igual ou superior a 5 m<sup>3</sup>/min.
- b) Bombas de vácuo especialmente concebidas para funcionamento em atmosferas com UF<sub>6</sub>, e feitas ou protegidas com materiais resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub> (ver NOTA EXPLICATIVA do presente ponto). Estas bombas podem ser rotativas ou volumétricas, estar munidas de vedantes por deslocamento mecânico e fluorocarbono, e utilizar líquidos especiais para o seu funcionamento.

**5.4.4. Válvulas especiais de interrupção e controlo**

Válvulas com vedante de fole, manuais ou automatizadas, de fecho ou de controlo, feitas ou protegidas com materiais resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub>, especialmente concebidas ou preparadas para utilização em sistemas principais e auxiliares de instalações de enriquecimento por difusão gasosa.

**5.4.5. Espetrómetros de massa para UF<sub>6</sub>/fontes de iões**

Espetrómetros de massa especialmente concebidos ou preparados, capazes de colher amostras em contínuo dos fluxos de UF<sub>6</sub> gasoso e com todas as seguintes características:

1. Capazes de medir iões com uma massa atómica igual ou superior a 320 u.m.a. e com uma resolução melhor que 1 parte em 320;
2. Fontes de iões construídas ou protegidas com níquel, ligas de níquel-cobre com um teor de níquel igual ou superior a 60 % em peso, ou ligas de níquel-crómio;

3. Fontes de ionização por bombardeamento com eletrões;
4. Com um sistema coletor adequado para análise isotópica.

5.5. **Sistemas, equipamentos e componentes especialmente concebidos ou preparados para utilização em instalações de enriquecimento aerodinâmico**

NOTA INTRODUTÓRIA

Nos processos de enriquecimento aerodinâmico, uma mistura de  $UF_6$  gasoso e de gases leves (hidrogénio ou hélio) é comprimida e conduzida através de elementos de separação onde tem lugar a separação isotópica graças à geração de forças centrífugas elevadas no interior de uma geometria de paredes curvas. Foram desenvolvidos com êxito dois processos deste tipo: a utilização de bicos de separação e o emprego de tubos de vórtice. Em ambos os processos os principais componentes de uma fase de separação incluem recipientes cilíndricos que contêm os elementos especiais de separação (bicos de separação ou tubos de vórtice), compressores de gás e permutadores térmicos para eliminar o calor produzido durante a compressão. Uma instalação aerodinâmica necessita de várias destas fases, pelo que as quantidades podem dar uma indicação importante da utilização final. Na medida em que os processos aerodinâmicos utilizam  $UF_6$ , todas as superfícies do equipamento, tubagem e instrumentação (que entram em contacto com o gás) devem ser feitas ou protegidas com materiais que se mantêm estáveis em contacto com o  $UF_6$ .

NOTA EXPLICATIVA

Os artigos enumerados no presente ponto entram em contacto direto com o  $UF_6$  gasoso ou controlam diretamente o fluxo no interior da cascata. Todas as superfícies que entram em contacto com o gás de processo devem ser inteiramente feitas ou protegidas com materiais resistentes ao  $UF_6$ . Para efeitos do ponto relativos aos artigos de enriquecimento aerodinâmico, os materiais resistentes à corrosão pelo  $UF_6$  incluem o cobre, as ligas de cobre, o aço inoxidável, o alumínio, o óxido de alumínio, as ligas de alumínio, o níquel ou as ligas que contêm níquel em percentagem igual ou superior a 60 % em peso e os polímeros de hidrocarbonetos fluorados.

5.5.1. **Bicos de separação**

Bicos de separação e respetivos conjuntos, especialmente concebidos ou preparados. Os bicos de separação são constituídos por canais curvos, em forma de fenda, com um raio de curvatura inferior a 1 mm, resistentes à corrosão pelo  $UF_6$  e com uma lâmina que separa o fluxo de gás que passa pelo bico em duas correntes.

5.5.2. **Tubos de vórtice**

Tubos de vórtice e respetivos conjuntos, especialmente concebidos ou preparados. Os tubos de vórtice são cilíndricos ou cónicos, feitos ou protegidos com materiais resistentes à corrosão pelo  $UF_6$  e com uma ou mais entradas tangenciais. Os tubos podem estar equipados de terminações em bico numa das extremidades ou em ambas.

NOTA EXPLICATIVA

O gás entra tangencialmente no tubo de vórtice por uma extremidade ou através de chapas de turbulência ou em numerosas posições tangenciais situadas na periferia do tubo.

5.5.3. **Compressores e ventiladores de gás**

Compressores ou ventiladores de gás especialmente concebidos ou preparados, feitos ou protegidos com materiais resistentes à corrosão pela mistura  $UF_6$ /veículo gasoso (hidrogénio ou hélio).

5.5.4. **Vedantes de veios rotativos**

Vedantes de veio rotativo, dotados de conexões de alimentação e de saída, especialmente concebidos ou preparados para vedar o veio rotativo que liga o rotor do compressor ou do ventilador de gás ao motor principal de modo a assegurar um comportamento estanque fiável contra as fugas de gás ou as infiltrações de ar ou de gás na câmara interna do compressor ou do ventilador de gás, que contêm uma mistura de  $UF_6$ /veículo gasoso.

#### 5.5.5. Permutadores térmicos para arrefecimento de gás

Permutadores térmicos especialmente concebidos ou preparados, feitos ou protegidos com materiais resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub>.

#### 5.5.6. Caixas de elementos de separação

Contentores de elementos de separação, feitos ou protegidos com materiais resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub>, especialmente concebidos ou preparados para conter tubos de vórtice ou bicos de separação.

#### 5.5.7. Sistemas de alimentação e sistemas de recolha de produtos e materiais residuais

Sistemas de processamento ou equipamentos para instalações de enriquecimento especialmente concebidos ou preparados, feitos ou protegidos com materiais resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub>, incluindo:

- a) Autoclaves de alimentação, fornos ou sistemas utilizados para a passagem do UF<sub>6</sub> para o processo de enriquecimento;
- b) Dessublimadores (ou dispositivos de captura criogénica) utilizados para remover o UF<sub>6</sub> do processo de enriquecimento para subsequente transferência após aquecimento;
- c) Estações de solidificação ou liquefação utilizadas para remover o UF<sub>6</sub> do processo de enriquecimento por compressão e conversão do UF<sub>6</sub> numa forma líquida ou sólida;
- d) Estações de “produtos” ou “materiais residuais” utilizadas para transferir o UF<sub>6</sub> para contentores.

#### 5.5.8. Sistemas de coletores/tubagens

Sistemas de tubos coletores, feitos ou protegidos com materiais resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub>, especialmente concebidos ou preparados para a manipulação do UF<sub>6</sub> no interior das cascatas aerodinâmicas. A rede de tubagem é, em geral, constituída por um sistema coletor “duplo”, no qual cada fase ou grupo de fases está ligado a um dos coletores.

#### 5.5.9. Sistemas e bombas de vácuo

- a) Sistemas de vácuo constituídos por distribuidores de vácuo, coletores de vácuo e bombas de vácuo, e especialmente concebidos ou preparados para funcionamento em atmosferas com UF<sub>6</sub>;
- b) Bombas de vácuo especialmente concebidas ou preparadas para funcionamento em atmosferas com UF<sub>6</sub>, e feitas ou protegidas com materiais resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub>. Estas bombas podem estar munidas de vedantes de fluorocarbono e utilizar líquidos especiais para o seu funcionamento.

#### 5.5.10. Válvulas especiais de interrupção e controlo

Válvulas com vedante de fole, manuais ou automatizadas, de fecho ou de controlo, feitas ou protegidas com materiais resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub>, com um diâmetro de 40 mm ou maior, especialmente concebidas ou preparadas para utilização em sistemas principais e auxiliares de instalações de enriquecimento aerodinâmico.

#### 5.5.11. Espetrómetros de massa para UF<sub>6</sub>/fontes de iões

Espetrómetros de massa especialmente concebidos ou preparados, capazes de colher amostras em contínuo dos fluxos de UF<sub>6</sub> gasoso e com todas as seguintes características:

1. Capazes de medir iões com uma massa atómica igual ou superior a 320 u.m.a. e com uma resolução melhor que 1 parte em 320;
2. Fontes de iões construídas ou protegidas por níquel, ligas de níquel-cobre com um teor de níquel igual ou superior a 60 % em peso, ou ligas de níquel-crómio;

3. Fontes de ionização por bombardeamento com eletrões;
4. Com um sistema coletor adequado para análise isotópica.

#### 5.5.12. Sistemas de separação UF<sub>6</sub>/veículo gasoso

Sistemas de processo especialmente concebidos ou preparados para separar o UF<sub>6</sub> do veículo gasoso (hidrogénio ou hélio).

##### NOTA EXPLICATIVA

Estes sistemas são concebidos para reduzir o teor de UF<sub>6</sub> no veículo gasoso até um valor igual ou inferior a 1 ppm e podem incluir o equipamento seguinte:

- a) Permutadores térmicos criogénicos e crioseparadores capazes de atingir temperaturas iguais ou inferiores a 153 K (– 120 °C), ou
- b) Unidades de refrigeração criogénicas capazes de atingir temperaturas iguais ou inferiores a 153 K (– 120 °C), ou
- c) Unidades com bicos de separação ou tubos de vórtice para a separação do UF<sub>6</sub> do veículo gasoso, ou
- d) Dispositivos de captura criogénica de UF<sub>6</sub> capazes de congelar o UF<sub>6</sub>.

#### 5.6. Sistemas, equipamentos e componentes especialmente concebidos ou preparados para utilização em instalações de enriquecimento por permuta química ou permuta iónica

##### NOTA INTRODUTÓRIA

A ligeira diferença de massa entre os isótopos de urânio provoca pequenas alterações no equilíbrio das reações químicas, que podem ser utilizadas como base para a separação dos isótopos. Foram desenvolvidos com êxito dois processos: a permuta química líquido-líquido e a permuta iónica sólido-líquido.

No processo de permuta química líquido-líquido, as fases de líquidos imiscíveis (aquosa e orgânica) são postas em contacto contracorrente para criar o efeito de cascata de milhares de fases de separação. A fase aquosa é constituída por cloreto de urânio numa solução de ácido clorídrico; a fase orgânica é constituída por um agente de extração que contém cloreto de urânio num solvente orgânico. Os contactores empregados na cascata de separação podem ser colunas de permuta líquido-líquido (por exemplo colunas pulsantes de pratos perfurados) ou contactores centrífugos líquidos. Devem produzir-se reações químicas (oxidação e redução) em ambas as extremidades da cascata de separação para assegurar o refluxo necessário em cada extremidade. Um dos principais problemas de conceção consiste em evitar a contaminação dos fluxos utilizados no processo com determinados iões metálicos. Utilizam-se, pois, colunas e tubos de matéria plástica, revestidos de matéria plástica (incluindo polímeros de fluorocarbono) e/ou revestidos de vidro.

No processo de permuta iónica sólido-líquido, o enriquecimento é obtido por adsorção/dessorção de urânio numa resina ou adsorvente especial de permuta iónica de reação rápida. Uma solução de urânio em ácido clorídrico e outros agentes químicos passa por colunas cilíndricas de enriquecimento que contêm camadas preenchidas com adsorvente. Para garantir um processo contínuo, é necessário um sistema de refluxo que liberte o urânio contido no adsorvente e o reintroduza no fluxo líquido a fim de poder recolher os “produtos” e “materiais residuais”. Para esse fim, utilizam-se agentes químicos de redução/oxidação adequados que são totalmente regenerados em circuitos externos separados e que podem ser regenerados parcialmente no interior das próprias colunas de separação isotópica. A presença de soluções de ácido clorídrico concentrado a altas temperaturas no processo exige que o equipamento seja feito ou protegido com materiais especiais resistentes à corrosão.

##### 5.6.1. Colunas de permuta líquido-líquido (permuta química)

Colunas de permuta líquido-líquido em contracorrente de alimentação mecânica, especialmente concebidas ou preparadas para enriquecimento de urânio pelo processo de permuta química. Para assegurar a resistência ao efeito corrosivo das soluções de ácido clorídrico concentrado, estas colunas e as respetivas partes interiores são geralmente feitas ou protegidas com materiais plásticos adequados (como polímeros de hidrocarbonetos fluorados) ou vidro. O tempo de permanência das colunas numa fase é normalmente concebido para ser igual ou inferior a 30 segundos.

#### 5.6.2. Contactores centrífugos líquido-líquido (permuta química)

Contactores centrífugos líquido-líquido especialmente concebidos ou preparados para enriquecimento de urânio pelo processo de permuta química. Estes contactores utilizam a rotação para dispersar os fluxos orgânicos e aquosos e depois a força centrífuga para separar as fases. Para assegurar a resistência ao efeito corrosivo das soluções de ácido clorídrico concentrado, os contactores são geralmente feitos ou protegidos com materiais plásticos adequados (como polímeros de hidrocarbonetos fluorados) ou vidro. O tempo de permanência dos contactores centrífugos numa fase é normalmente concebido para ser igual ou inferior a 30 segundos.

#### 5.6.3. Sistemas e equipamento de redução do urânio (permuta química)

- a) Células de redução eletroquímica especialmente concebidas ou preparadas para reduzir o urânio de um estado de valência para outro no enriquecimento do urânio pelo processo de permuta química. O material de que são feitas as células que entram em contacto com as soluções utilizadas no processo tem de resistir ao efeito corrosivo das soluções de ácido clorídrico concentrado.

##### NOTA EXPLICATIVA

O compartimento catódico das células deve ser concebido de modo a evitar a reoxidação do urânio para o seu estado de valência superior. Para manter o urânio no compartimento catódico, a célula pode ser munida de uma membrana de diafragma impenetrável feita de um material especial de permuta catiónica. O cátodo é constituído por um condutor sólido adequado como a grafite.

- b) Sistemas situados na extremidade da cascata onde é recuperado o produto, especialmente concebidos ou preparados para remover o  $U^{4+}$  do fluxo orgânico, regular a concentração do ácido e alimentar as células de redução eletroquímica.

##### NOTA EXPLICATIVA

Estes sistemas são constituídos por equipamento de extração por solventes para extrair o  $U^{4+}$  do fluxo orgânico para uma solução aquosa, evaporadores e/ou outro equipamento de regulação e controlo do pH da solução, e bombas ou outros dispositivos de transferência para a alimentação das células de redução eletroquímica. Um dos principais problemas de conceção consiste em evitar a contaminação do fluxo aquoso com determinados iões metálicos. Assim, para as partes em contacto com os fluxos utilizados no processo, o sistema é constituído por equipamento feito ou protegido com materiais adequados (como o vidro, polímeros de fluorocarbono, sulfato de polifenilo, polietersulfonas e grafite impregnada de resina).

#### 5.6.4. Sistemas de preparação da alimentação (permuta química)

Sistemas especialmente concebidos ou preparados para produzir soluções de cloreto de urânio de pureza elevada para instalações de separação de isótopos de urânio por permuta química.

##### NOTA EXPLICATIVA

Estes sistemas são constituídos por equipamento de dissolução, extração de solventes e/ou permuta iónica para as células de purificação e eletrolíticas destinadas à redução do  $U^{6+}$  ou  $U^{4+}$  para  $U^{3+}$ . Estes sistemas produzem soluções de cloreto de urânio que contêm apenas algumas partes por milhão de impurezas metálicas tais como crómio, ferro, vanádio, molibdénio e outros catiões bivalentes ou multivalentes superiores. Os materiais utilizados na construção das partes do sistema onde se processa o  $U^{3+}$  de pureza elevada incluem o vidro, polímeros de hidrocarbonetos fluorados, sulfato de polifenilo, polietersulfonas ou grafite revestida de plástico e impregnada de resina.

#### 5.6.5. Sistemas de oxidação do urânio (permuta química)

Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a oxidação de  $U^{3+}$  em  $U^{4+}$  para reintrodução na cascata de separação de isótopos de urânio no processo de enriquecimento por permuta química.

## NOTA EXPLICATIVA

Estes sistemas podem incluir os seguintes equipamentos:

- a) Equipamento destinado a colocar em contacto o cloro e o oxigénio com o efluente aquoso do equipamento de separação isotópica e a extrair o  $U^{4+}$  resultante para o fluxo orgânico proveniente da extremidade da cascata onde é recuperado o produto,
- b) Equipamento destinado a separar a água do ácido clorídrico para que a água e o ácido clorídrico concentrado possam ser reintroduzidos no processo no ponto certo.

**5.6.6. Resinas/adsorventes de permuta iónica de reação rápida (permuta iónica)**

Resinas ou adsorventes de reação rápida para permuta iónica especialmente concebidos ou preparados para o enriquecimento de urânio pelo processo de permuta iónica, incluindo as resinas porosas macro-reticuladas, e/ou estruturas peliculares em que os grupos ativos de permuta química são limitados a um revestimento na superfície de uma estrutura porosa de suporte inativa, e outras estruturas compósitas sob qualquer forma adequada, incluindo partículas ou fibras. Estas resinas ou adsorventes de permuta iónica têm um diâmetro igual ou inferior a 0,2 mm e devem resistir quimicamente à ação de soluções de ácido clorídrico concentrado e ter resistência física suficiente para não se degradarem nas colunas de permuta. As resinas/adsorventes são especialmente concebidos para atingir uma cinética muito rápida de permuta dos isótopos de urânio (tempo de meia permuta inferior a 10 segundos) e podem funcionar a temperaturas da ordem dos 373 K (100 °C) a 473 K (200 °C).

**5.6.7. Colunas de permuta iónica (permuta iónica)**

Colunas cilíndricas de diâmetro superior a 1 000 mm destinadas a conter e suportar as camadas preenchidas com resinas/adsorventes de permuta iónica, especialmente concebidas ou preparadas para o enriquecimento de urânio pelo processo de permuta iónica. Estas colunas são feitas ou protegidas com materiais (como o titânio ou plásticos de fluorocarbono) resistentes ao efeito corrosivo de soluções de ácido clorídrico concentrado e podem funcionar a temperaturas da ordem dos 373 K (100 °C) a 473 K (200 °C) e a pressões superiores a 0,7 MPa.

**5.6.8. Sistemas de refluxo de permuta iónica (permuta iónica)**

- a) Sistemas de redução química ou eletroquímica especialmente concebidos ou preparados para regeneração dos redutores químicos utilizados nas cascatas de enriquecimento de urânio por permuta iónica.
- b) Sistemas de oxidação química ou eletroquímica especialmente concebidos ou preparados para regeneração dos oxidantes químicos utilizados nas cascatas de enriquecimento de urânio por permuta iónica.

## NOTA EXPLICATIVA

O processo de enriquecimento por permuta iónica pode utilizar, por exemplo, titânio trivalente ( $Ti^{3+}$ ) como catião redutor: neste caso, o sistema de redução permitiria regenerar  $Ti^{3+}$  por redução do  $Ti^{4+}$ .

O processo pode utilizar, por exemplo, ferro trivalente ( $Fe^{3+}$ ) como oxidante: neste caso, o sistema de oxidação permitiria regenerar  $Fe^{3+}$  por oxidação do  $Fe^{2+}$ .

**5.7. Sistemas, equipamentos e componentes especialmente concebidos ou preparados para utilização em instalações de enriquecimento por laser**

## NOTA INTRODUTÓRIA

Os atuais sistemas de enriquecimento por laser dividem-se em duas categorias: os que utilizam vapor de urânio atómico e os que utilizam vapor de um composto de urânio, por vezes misturados com outro gás ou gases. A nomenclatura mais utilizada para estes processos é a seguinte:

— primeira categoria — separação isotópica por laser de vapor atómico;

- segunda categoria — separação isotópica por laser de moléculas, incluindo a reação química por ativação isotópica seletiva por laser.

Os sistemas, equipamentos e componentes para as instalações de enriquecimento por laser incluem: a) dispositivos de alimentação do vapor de urânio metálico (para fotoionização seletiva) ou dispositivos de alimentação do vapor de um composto de urânio (para fotodissociação seletiva ou excitação/ativação seletiva); b) dispositivos de recolha de urânio metálico enriquecido e empobrecido (“produtos” e “materiais residuais”) na primeira categoria, e dispositivos de recolha dos compostos de urânio enriquecido e empobrecido (“produtos” e “materiais residuais”) na segunda categoria; c) sistemas de processamento por laser para excitação seletiva de urânio-235; e d) equipamentos de preparação da carga e conversão do produto. Dada a complexidade da espectroscopia dos átomos e compostos de urânio, pode ser necessário incorporar quaisquer outras tecnologias disponíveis de laser e de componentes óticos para laser.

#### NOTA EXPLICATIVA

Muitos dos artigos indicados no presente ponto entram em contacto direto com o vapor ou líquido de urânio metálico ou com os gases utilizados no processo, constituídos por  $UF_6$  ou por uma mistura de  $UF_6$  e outros gases. Todas as superfícies que entram em contacto direto com o urânio ou com o  $UF_6$  são totalmente construídas ou protegidas com materiais resistentes à corrosão. Para efeitos do ponto relativo aos dispositivos de enriquecimento por laser, os materiais resistentes à corrosão pelo vapor ou líquido de urânio metálico ou das ligas de urânio incluem a grafite revestida de óxido de ítrio e o tântalo, e os materiais resistentes à corrosão pelo  $UF_6$  incluem o cobre, as ligas de cobre, o aço inoxidável, o alumínio, o óxido de alumínio, as ligas de alumínio, o níquel ou as ligas que contêm níquel em percentagem igual ou superior a 60 % em peso e os polímeros de hidrocarbonetos fluorados.

#### 5.7.1. **Sistemas de vaporização do urânio (métodos à base de vapor atómico)**

Sistemas de vaporização do urânio metálico especialmente concebidos ou preparados para utilização no enriquecimento por laser.

#### NOTA EXPLICATIVA

Estes sistemas podem conter disparadores de feixes eletrónicos e destinam-se a obter uma potência de saída (1 kW ou mais) no alvo suficiente para gerar vapor de urânio metálico à taxa requerida para a função de enriquecimento por laser.

#### 5.7.2. **Sistemas de manuseamento de urânio metálico líquido ou gasoso e componentes (métodos à base de vapor atómico)**

Sistemas especialmente concebidos ou preparados para o manuseamento de urânio fundido, ligas de urânio fundidas ou vapores de urânio metálico para utilização no enriquecimento por laser, ou componentes especialmente concebidos ou preparados para os mesmos.

#### NOTA EXPLICATIVA

Os sistemas de manuseamento de urânio metálico líquido podem ser constituídos por cadinhos e equipamento de arrefecimento para os cadinhos. Os cadinhos e outras partes do sistema que entram em contacto com o urânio fundido, as ligas de urânio fundidas ou os vapores de urânio metálico são feitos ou protegidos com materiais dotados de resistência adequada à corrosão e ao calor. Entre os materiais adequados incluem-se o tântalo, a grafite revestida de ítria, a grafite revestida de outros óxidos de terras raras (ver doc. INFCIRC/254/Parte 2 — (tal como alterado)) ou respetivas misturas.

#### 5.7.3. **Conjuntos coletores de “produtos” e “materiais residuais” de urânio metálico (métodos à base de vapor atómico)**

Conjuntos coletores de “produtos” e “materiais residuais” especialmente concebidos ou preparados para urânio metálico líquido ou sólido.

#### NOTA EXPLICATIVA

Os componentes para estes conjuntos são feitos ou protegidos com materiais resistentes ao calor e ao efeito corrosivo do urânio metálico na forma de vapor ou de líquido (como a grafite revestida de ítria e o tântalo) e podem incluir tubos, válvulas, ligações, “calhas”, componentes de passagem, permutadores térmicos e pratos de coletor para os métodos de separação magnética, eletrostática ou outros.

#### 5.7.4. Alojamentos de módulos separadores (métodos à base de vapor atómico)

Recipientes cilíndricos ou retangulares especialmente concebidos ou preparados para conter a fonte de vapor de urânio metálico, o disparador de feixes eletrónicos e os coletores de produtos e materiais residuais.

##### NOTA EXPLICATIVA

Estes contentores estão munidos de uma multiplicidade de portas para a passagem da alimentação elétrica e de água, janelas de raios laser, ligações a bombas de vácuo e dispositivos de diagnóstico e controlo da instrumentação. Podem ser abertos e fechados de modo a permitir a substituição dos componentes internos.

#### 5.7.5. Bicos de expansão supersónica (métodos de base molecular)

Bicos de expansão supersónica especialmente concebidos ou preparados para o arrefecimento de misturas de  $UF_6$  e veículo gasoso até temperaturas iguais ou inferiores a 150 K ( $-123^\circ\text{C}$ ) e resistentes à ação corrosiva do  $UF_6$ .

#### 5.7.6. “Produtos” ou “materiais residuais” (métodos de base molecular)

Componentes ou dispositivos especialmente concebidos ou preparados para a recolha de produtos de urânio ou materiais residuais de urânio após iluminação com luz laser.

##### NOTA EXPLICATIVA

Num exemplo de separação isotópica por laser molecular, os coletores de produtos servem para recolher materiais sólidos de pentafluoreto de urânio ( $UF_5$ ) enriquecido. Os coletores de produtos podem consistir em coletores com filtro, coletores de impacto ou coletores do tipo ciclone ou respetivas combinações, e têm de ser resistentes à ação corrosiva do ambiente  $UF_5/UF_6$ .

#### 5.7.7. Compressores para $UF_6$ /veículo gasoso (métodos de base molecular)

Compressores para misturas  $UF_6$ /veículo gasoso especialmente concebidos ou preparados para funcionamento de longa duração num ambiente que contém  $UF_6$ . Os componentes destes compressores que entram em contacto com os gases utilizados no processo são feitos ou protegidos com materiais resistentes à corrosão pelo  $UF_6$ .

#### 5.7.8. Vedantes de veios rotativos (métodos de base molecular)

Vedantes de veio rotativo, dotados de conexões de alimentação e de saída, especialmente concebidos ou preparados para vedar o veio rotativo que liga o rotor do compressor ao motor principal de modo a assegurar um comportamento estanque fiável contra as fugas de gás ou as infiltrações de ar ou de gás na câmara interna do compressor, que contém uma mistura de  $UF_6$ /veículo gasoso.

#### 5.7.9. Sistemas de fluoração (métodos de base molecular)

Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a fluoração de  $UF_5$  (sólido) em  $UF_6$  (gás).

##### NOTA EXPLICATIVA

Estes sistemas são concebidos para fluorar o pó de  $UF_5$  recolhido de modo a formar  $UF_6$  para subsequente recolha em contentores de produtos, ou transferência para alimentação com vista a ulterior enriquecimento. Uma técnica prevê que a reação de fluoração possa ser realizada no interior do sistema de separação isotópica, onde a reação e a recolha do produto ocorrem diretamente nos coletores de “produtos”. Outra técnica prevê que o pó de  $UF_5$  possa ser removido/transferido dos coletores de “produtos” para recipientes de reação adequados (por exemplo, reator de leito fluidificado, reator helicoidal ou coluna de chama) para fluoração. Em ambos os casos, utiliza-se equipamento de armazenagem e transferência de flúor (ou outros agentes de fluoração adequados) e de recolha e transferência de  $UF_6$ .

**5.7.10. Espetrómetros de massa para UF<sub>6</sub>/fontes de iões (métodos de base molecular)**

Espetrómetros de massa especialmente concebidos ou preparados, capazes de colher amostras em contínuo dos fluxos de UF<sub>6</sub> gasoso e com todas as seguintes características:

1. Capazes de medir iões com uma massa atómica igual ou superior a 320 u.m.a. e com uma resolução melhor que 1 parte em 320;
2. Fontes de iões construídas ou protegidas com níquel, ligas de níquel-cobre com um teor de níquel igual ou superior a 60 % em peso, ou ligas de níquel-crómio;
3. Fontes de ionização por bombardeamento com eletrões;
4. Com um sistema coletor adequado para análise isotópica.

**5.7.11. Sistemas de alimentação e sistemas de recolha de produtos e materiais residuais (métodos de base molecular)**

Sistemas de processamento ou equipamentos para instalações de enriquecimento especialmente concebidos ou preparados, feitos ou protegidos com materiais resistentes à corrosão pelo UF<sub>6</sub>, incluindo:

- a) Autoclaves de alimentação, fornos ou sistemas utilizados para a passagem do UF<sub>6</sub> para o processo de enriquecimento;
- b) Dessublimadores (ou dispositivos de captura criogénica) utilizados para remover o UF<sub>6</sub> do processo de enriquecimento para subsequente transferência após aquecimento;
- c) Estações de solidificação ou liquefação utilizadas para remover o UF<sub>6</sub> do processo de enriquecimento por compressão e conversão do UF<sub>6</sub> numa forma líquida ou sólida;
- d) Estações de “produtos” ou “materiais residuais” utilizadas para transferir o UF<sub>6</sub> para contentores.

**5.7.12. Sistemas de separação UF<sub>6</sub>/veículo gasoso (métodos de base molecular)**

Sistemas de processo especialmente concebidos ou preparados para separar o UF<sub>6</sub> do veículo gasoso.

NOTA EXPLICATIVA

Estes sistemas podem incluir os seguintes equipamentos:

- a) Permutadores térmicos criogénicos e crioseparadores capazes de atingir temperaturas iguais ou inferiores a 153 K (– 120 °C), ou
- b) Unidades de refrigeração criogénicas capazes de atingir temperaturas iguais ou inferiores a 153 K (– 120 °C), ou
- c) Dispositivos de captura criogénica de UF<sub>6</sub> capazes de congelar o UF<sub>6</sub>.

O veículo gasoso pode ser azoto, árgon ou outro gás.

**5.7.13. Sistemas laser**

Lasers ou sistemas laser especialmente concebidos ou preparados para a separação de isótopos de urânio.

NOTA EXPLICATIVA

Os lasers e componentes de laser importantes nos processos de enriquecimento por laser incluem os identificados no documento INFCIRC/254/Parte 2 — (tal como alterado). O sistema laser contém geralmente componentes óticos e eletrónicos destinados à gestão do feixe (ou feixes) laser e à transmissão para a câmara de separação isotópica. O sistema laser para métodos à base de vapor atómico é geralmente constituído por lasers de coloração sintonizáveis bombeados por outro tipo de laser (p. ex., lasers de vapor de cobre ou determinados lasers sólidos). O sistema laser para métodos moleculares pode ser constituído por lasers de CO<sub>2</sub> ou por lasers de excímero e uma célula ótica de multipassagem. Para ambos os métodos, os lasers ou os sistemas laser requerem a estabilização da frequência para poder funcionar durante longos períodos.

## 5.8. **Sistemas, equipamento e componentes especialmente concebidos ou preparados para utilização em instalações de enriquecimento por separação do plasma**

### NOTA INTRODUTÓRIA

No processo de separação do plasma, um plasma de iões de urânio atravessa um campo elétrico sintonizado na frequência de ressonância dos iões  $^{235}\text{U}$  para que estes absorvam energia de modo preferencial e aumentem o diâmetro das suas órbitas helicoidais. Os iões com órbitas de grande diâmetro são capturados de modo a obter um produto enriquecido em  $^{235}\text{U}$ . O plasma, que é obtido por ionização do vapor de urânio, fica contido numa câmara de vácuo com um campo magnético de alta intensidade produzido por um magnete supercondutor. Os principais sistemas tecnológicos utilizados no processo incluem o sistema de geração de plasma de urânio, o módulo de separação dotado de um magneto supercondutor (ver documento INFCIRC/254/Parte 2 — (tal como alterado)) e sistemas de remoção de metais para a recolha de “produtos” e “materiais residuais”.

### 5.8.1. **Fontes e antenas de micro-ondas**

Fontes e antenas de micro-ondas especialmente concebidas ou preparadas para produzir ou acelerar iões e dotadas das seguintes características: frequência superior a 30 GHz e potência média de saída superior a 50 kW para a produção de iões.

### 5.8.2. **Bobinas de excitação iónica**

Bobinas de excitação iónica por radiofrequência especialmente concebidas ou preparadas para frequências superiores a 100 kHz e capazes de suportar potências médias superiores a 40 kW.

### 5.8.3. **Sistemas de geração de plasma de urânio**

Sistemas de geração de plasma de urânio especialmente concebidos ou preparados para utilização em instalações de separação do plasma.

### 5.8.4. *[Deixou de ser usado — desde 14 de junho de 2013]*

### 5.8.5. **Assemblagens coletoras de “produtos” e “materiais residuais” de urânio metálico**

Assemblagens coletoras de “produtos” e “materiais residuais” especialmente concebidas ou preparadas para urânio metálico sólido. Estas assemblagens coletoras são feitas ou protegidas com materiais resistentes ao calor e à corrosão pelo vapor de urânio metálico, tais como grafite revestida com ítria ou tântalo.

### 5.8.6. **Alojamentos de módulos separadores**

Recipientes cilíndricos especialmente concebidos ou preparados para uso em instalações de enriquecimento por separação do plasma, para conter a fonte de plasma de urânio, a bobina de comando das radiofrequências e os coletores de “produto” e “materiais residuais”.

### NOTA EXPLICATIVA

Estes alojamentos estão munidos de uma multiplicidade de portas para a passagem da alimentação elétrica, ligações a bombas de difusão e dispositivos de diagnóstico e controlo da instrumentação. Estão equipados de abertura e fecho para permitir a renovação de componentes internos e são construídos com materiais não magnéticos adequados, como o aço inoxidável.

## 5.9. **Sistemas, equipamento e componentes especialmente concebidos ou preparados para uso em instalações de enriquecimento eletromagnético**

### NOTA INTRODUTÓRIA

No processo eletromagnético, os iões de urânio metálico produzidos por ionização de um sal (normalmente o  $\text{UCl}_4$ ) são acelerados e levados a atravessar um campo magnético que faz com que os iões dos vários isótopos sigam percursos diferentes. Os principais componentes de um separador eletromagnético de isótopos incluem: um campo magnético para o desvio/separação do feixe iónico dos isótopos, uma fonte iónica com o seu sistema

de aceleração, e um sistema de recolha dos iões separados. Os sistemas auxiliares do processo incluem o sistema de alimentação do magnete, o sistema de alimentação a alta tensão da fonte de iões, o sistema de vácuo e amplos sistemas de manipulação química para a recuperação do produto e a limpeza/reciclagem dos componentes.

#### 5.9.1. Separadores eletromagnéticos de isótopos

Separadores eletromagnéticos de isótopos especialmente concebidos ou preparados para a separação de isótopos de urânio, e respetivo equipamento e componentes, incluindo:

##### a) Fontes de iões

Fontes de iões de urânio, simples ou múltiplas, constituídas por uma fonte de vapor, um ionizador e um acelerador de feixes, especialmente concebidas ou preparadas com materiais adequados como a grafite, o aço inoxidável ou o cobre, e capazes de fornecer uma corrente total de feixes de iões igual ou superior a 50 mA.

##### b) Coletores de iões

Placas coletoras de iões constituídas por duas ou mais fendas e bolsas, especialmente concebidas ou preparadas para a recolha de feixes de iões de urânio enriquecido e empobrecido e feitas de materiais adequados como a grafite ou o aço inoxidável.

##### c) Caixas de vácuo

Caixas de vácuo especialmente concebidas ou preparadas para os separadores eletromagnéticos do urânio, construídas com materiais não magnéticos adequados como o aço inoxidável e concebidas para serviço a pressões iguais ou inferiores a 0,1 Pa.

##### NOTA EXPLICATIVA

As caixas são especialmente concebidas para conter as fontes de iões, as placas coletoras e os revestimentos arrefecidos por água, estão munidas de ligações a bombas de difusão e podem ser abertas e fechadas para remoção e substituição dos componentes.

##### d) Pólos magnéticos

Pólos magnéticos de diâmetro superior a 2 m, especialmente concebidos ou preparados para manter um campo magnético constante no interior de um separador eletromagnético de isótopos e transferir o campo magnético entre separadores adjacentes.

#### 5.9.2. Fontes de alimentação de alta tensão

Fontes de alimentação de alta tensão especialmente concebidas ou preparadas para fontes de iões, dotadas de todas as seguintes características: capazes de funcionamento contínuo, tensão de saída igual ou superior a 20 000 V, corrente de saída igual ou superior a 1 A, e regulação da tensão melhor que 0,01 % durante um período de oito horas.

#### 5.9.3. Fontes de alimentação de eletromagnetes

Fontes de alimentação de magnetes de corrente contínua de alta potência, especialmente concebidas ou preparadas, dotadas de todas as seguintes características: capazes de funcionamento contínuo produzindo uma corrente de saída igual ou superior a 500 A, a uma tensão igual ou superior a 100 V, e regulação da corrente ou da tensão melhor que 0,01 % durante um período de oito horas.

### 6. Instalações para a produção ou concentração de água pesada, deutério e compostos de deutério, e equipamentos especialmente concebidos ou preparados para esse fim

##### NOTA INTRODUTÓRIA

A água pesada pode ser produzida por vários processos. Contudo, os dois processos que provaram ser comercialmente viáveis são a permuta água-sulfureto de hidrogénio (processo GS) e a permuta amoníaco-hidrogénio.

O processo GS é baseado na permuta de hidrogénio e deutério entre a água e o sulfureto de hidrogénio no interior de uma série de colunas nas quais a parte superior é mantida a baixa temperatura e a parte inferior a alta temperatura. A água corre nas colunas no sentido descendente enquanto o sulfureto de hidrogénio gasoso circula nas colunas no sentido ascendente. Uma série de tabuleiros perfurados é utilizada para promover a mistura entre gás e água. O deutério migra para a água a baixas temperaturas e para o sulfureto de hidrogénio a altas temperaturas. O gás ou água enriquecidos em deutério são removidos das colunas do primeiro andar na junção dos pontos quentes e frios e o processo repete-se nas colunas dos andares seguintes. O produto obtido no último andar, água enriquecida até 30 % em deutério, é enviado para a unidade de destilação onde se produz água pesada pronta a ser utilizada em reatores, isto é, óxido de deutério a 99,75 %.

O processo de permuta amoníaco-hidrogénio permite extrair deutério do gás de síntese pelo contacto com amoníaco líquido na presença de um catalisador. O gás de síntese é introduzido nas colunas de permuta e enviado para um conversor de amoníaco. No interior das colunas, o gás circula no sentido ascendente, enquanto o amoníaco líquido corre no sentido descendente. O deutério é extraído do hidrogénio contido no gás de síntese e concentrado no amoníaco. O amoníaco passa então por um fracionador de amoníaco situado na base da coluna, enquanto o gás passa para um conversor de amoníaco colocado na parte superior. O enriquecimento repete-se nos andares seguintes e obtém-se por destilação final água pesada pronta a ser utilizada em reatores. O gás de síntese utilizado no processo pode ser fornecido por uma instalação de amoníaco que, por sua vez, pode ser construída em associação com a instalação de permuta amoníaco-hidrogénio para água pesada. No processo de permuta amoníaco-hidrogénio, pode também utilizar-se água natural como fonte de deutério.

Muitos dos principais artigos de equipamento destinados às instalações de produção de água pesada utilizando o processo GS ou a permuta amoníaco-hidrogénio são comuns a vários segmentos das indústrias química e petrolífera. É o caso, em especial, das pequenas instalações que utilizam o processo GS. Contudo, poucos destes artigos estão disponíveis comercialmente. Os processos GS e de permuta amoníaco-hidrogénio exigem a manipulação de grandes quantidades de fluidos inflamáveis, corrosivos e tóxicos a pressões elevadas. Assim, ao estabelecer as normas de conceção e funcionamento das instalações e equipamento que utilizam estes processos, deve ser dada grande atenção à escolha e especificações dos materiais de modo a garantir uma longa vida útil com elevados fatores de segurança e fiabilidade. A escolha das dimensões depende essencialmente de fatores económicos e das necessidades. Por esse motivo, a maior parte dos artigos de equipamento terá de ser preparada de acordo com os requisitos do cliente.

Finalmente, deve notar-se que, tanto no processo GS como na permuta amoníaco-hidrogénio, os artigos de equipamento que, individualmente, não são especialmente concebidos nem preparados para a produção de água pesada podem ser incorporados em sistemas que o são. São exemplo disso o sistema de produção dos catalisadores utilizados no processo de permuta amoníaco-hidrogénio e os sistemas de destilação da água utilizados em ambos os processos para a concentração final de água pesada pronta a ser utilizada em reatores.

Os artigos de equipamento que são especialmente concebidos ou preparados para a produção de água pesada utilizando, quer o processo de permuta água-sulfureto de hidrogénio, quer o processo de permuta amoníaco-hidrogénio incluem, entre outros:

#### 6.1. Colunas de permuta água-sulfureto de hidrogénio

Colunas de permuta de diâmetro igual ou superior a 1,5 m, capazes de funcionar a pressões iguais ou superiores a 2 MPa (300 psi), especialmente concebidas ou preparadas para a produção de água pesada pelo processo de permuta água-sulfureto de hidrogénio.

#### 6.2. Ventiladores e compressores

Ventiladores ou compressores centrífugos, de um só andar, a baixa pressão (ou seja, 0,2 MPa ou 30 psi) para a circulação do sulfureto de hidrogénio gasoso (ou seja, gás que contém mais de 70 % de H<sub>2</sub>S) especialmente concebidos ou preparados para a produção de água pesada pelo processo de permuta água-sulfureto de hidrogénio. Estes ventiladores ou compressores têm uma capacidade de débito igual ou superior a 56 m<sup>3</sup>/segundo (120 000 SCFM) quando funcionam a pressões de sucção iguais ou superiores a 1,8 MPa (260 psi) e dispõem de vedantes concebidos para funcionamento em meio húmido com H<sub>2</sub>S.

**6.3. Colunas de permuta amoníaco-hidrogénio**

Colunas de permuta amoníaco-hidrogénio de altura igual ou superior a 35 m (114,3 pés), diâmetro de 1,5 m (4,9 pés) a 2,5 m (8,2 pés) capazes de funcionar a pressões superiores a 15 MPa (2 225 psi), especialmente concebidas ou preparadas para a produção de água pesada pelo processo de permuta amoníaco-hidrogénio. Estas colunas têm também pelo menos uma abertura axial com rebordo de diâmetro igual ao da parte cilíndrica para poder introduzir ou retirar os componentes internos da coluna.

**6.4. Componentes internos das colunas e bombas de andares**

Componentes internos das colunas e bombas de andares especialmente concebidos ou preparados para colunas de produção de água pesada pelo processo de permuta amoníaco-hidrogénio. Os componentes internos das colunas incluem contactores de andares especialmente concebidos para promover um contacto estreito entre gás e líquido. As bombas de andares incluem as bombas submergíveis especialmente concebidas para a circulação de amoníaco líquido no interior de um andar de contacto nas colunas de andares.

**6.5. Fracionadores de amoníaco**

Fracionadores de amoníaco com pressões de serviço iguais ou superiores a 3 MPa (450 psi) especialmente concebidos ou preparados para a produção de água pesada pelo processo de permuta amoníaco-hidrogénio.

**6.6. Analisadores de absorção de infravermelhos**

Analisadores de absorção de infravermelhos, capazes de analisar “em contínuo” a relação hidrogénio-deutério quando as concentrações de deutério são iguais ou superiores a 90 %.

**6.7. Queimadores catalíticos**

Queimadores catalíticos para a conversão de deutério gasoso enriquecido em água pesada, especialmente concebidos ou preparados para a produção de água pesada pelo processo de permuta amoníaco-hidrogénio.

**6.8. Sistemas completos de enriquecimento de água pesada ou respetivas colunas**

Sistemas completos de enriquecimento de água pesada, ou respetivas colunas, especialmente concebidos ou preparados para o enriquecimento de água pesada até à concentração em deutério necessária ao funcionamento do reator;

## NOTA EXPLICATIVA

Estes sistemas, que habitualmente utilizam a destilação da água para separar a água pesada da água natural, são especialmente concebidos ou preparados para produzir água pesada pronta a ser utilizada em reatores (isto é, normalmente óxido de deutério a 99,75 %) a partir de uma fonte de água pesada de menor concentração.

**6.9. Conversores para a síntese do amoníaco ou unidades para a síntese de amoníaco**

Conversores para a síntese do amoníaco ou unidades para a síntese de amoníaco especialmente concebidos ou preparados para a produção de água pesada pelo processo de permuta amoníaco-hidrogénio.

## NOTA EXPLICATIVA

Estes conversores ou unidades retiram o gás de síntese (azoto e hidrogénio) de uma ou várias colunas de permuta amoníaco-hidrogénio de alta pressão e o amoníaco sintetizado é reenviado para a ou as colunas de permuta.

7. **Instalações para a conversão de urânio e plutónio para utilização no fabrico de elementos de combustível e na separação de isótopos de urânio conforme definido nas secções 4 e 5, respetivamente, e equipamentos especialmente concebidos ou preparados para esse fim**

EXPORTAÇÕES

As exportações do conjunto completo dos principais artigos abrangidos por esta noção só serão efetuadas em conformidade com os procedimentos enunciados nas Diretrizes. Todas as instalações, sistemas e equipamentos especialmente concebidos ou preparados nesta aceção podem ser utilizados para o processamento, produção ou utilização de materiais cindíveis especiais.

7.1. **Instalações para a conversão de urânio e equipamento especialmente concebido ou preparado para esse fim**

NOTA INTRODUTÓRIA

As instalações e sistemas de conversão de urânio podem efetuar uma ou mais transformações de uma forma química do urânio noutra, nomeadamente: conversão de concentrados de minério de urânio em  $UO_3$ , conversão de  $UO_3$  em  $UO_2$ , conversão de óxidos de urânio em  $UF_4$ ,  $UF_6$  ou  $UCl_4$ , conversão de  $UF_4$  em  $UF_6$ , conversão de  $UF_6$  em  $UF_4$ , conversão de  $UF_4$  em urânio metálico, e conversão de fluoretos de urânio em  $UO_2$ . Muitos dos artigos principais de equipamento para as instalações de conversão de urânio são comuns a vários segmentos da indústria química. Por exemplo, os tipos de equipamento utilizados nesses processos podem incluir: fornos, fornos rotativos, reatores de leito fluidificado, reatores de coluna de chama, centrífugas para líquidos, colunas de destilação e colunas de extração líquido-líquido. Contudo, poucos dos artigos estão já disponíveis comercialmente; a maior parte deles terá de ser preparada de acordo com os requisitos e especificações do cliente. Nalguns casos, aquando da conceção e da construção, torna-se necessário atender especialmente às propriedades corrosivas de algumas das substâncias químicas que entram no processo ( $HF$ ,  $F_2$ ,  $ClF_3$ , e fluoretos de urânio), bem como aos problemas de criticidade nuclear. Finalmente, deve referir-se que, em todos os processos de conversão do urânio, os artigos de equipamento que, individualmente, não são especialmente concebidos nem preparados para a conversão de urânio podem ser incorporados em sistemas especialmente concebidos ou preparados para utilização na conversão de urânio.

7.1.1. **Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a conversão de concentrados de minério de urânio em  $UO_3$**

NOTA EXPLICATIVA

A conversão de concentrados de minério de urânio em  $UO_3$  pode ser realizada dissolvendo primeiro o minério em ácido nítrico e extraíndo o nitrato de urânio purificado utilizando um solvente como o fosfato de tributilo. Em seguida, o nitrato de urânio é convertido em  $UO_3$  quer pela concentração e desnitrificação quer pela neutralização com amoníaco gasoso de modo a produzir diuranato de amónio, com subsequente filtração, excisão e calcinação.

7.1.2. **Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a conversão de  $UO_3$  em  $UF_6$**

NOTA EXPLICATIVA

A conversão de  $UO_3$  em  $UF_6$  pode ser feita diretamente por fluoração. Para este processo, é necessária uma fonte de flúor gasoso ou de trifluoreto de cloro.

7.1.3. **Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a conversão de  $UO_3$  em  $UO_2$**

NOTA EXPLICATIVA

A conversão de  $UO_3$  em  $UO_2$  pode ser efetuada por redução do  $UO_3$  com gás de amoníaco fracionado ou hidrogénio.

**7.1.4 Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a conversão de  $\text{UO}_2$  em  $\text{UF}_4$** 

NOTA EXPLICATIVA

A conversão de  $\text{UO}_2$  em  $\text{UF}_4$  pode ser efetuada fazendo reagir o  $\text{UO}_2$  com fluoreto de hidrogénio gasoso ( $\text{HF}$ ) a 300-500 °C.

**7.1.5. Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a conversão de  $\text{UF}_4$  em  $\text{UF}_6$** 

NOTA EXPLICATIVA

A conversão do  $\text{UF}_4$  em  $\text{UF}_6$  é realizada por reação exotérmica com flúor num reator de coluna. O  $\text{UF}_6$  é condensado a partir dos gases efluentes quentes fazendo passar os efluentes por um dispositivo de captura criogénica arrefecido a - 10 °C. Este processo exige uma fonte de flúor gasoso.

**7.1.6. Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a conversão de  $\text{UF}_4$  em urânio metálico**

NOTA EXPLICATIVA

A conversão do  $\text{UF}_4$  em urânio metálico é realizada por redução com magnésio (grandes lotes) ou cálcio (pequenos lotes). A reação é realizada a temperaturas superiores ao ponto de fusão do urânio (1 130 °C).

**7.1.7. Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a conversão de  $\text{UF}_6$  em  $\text{UO}_2$** 

NOTA EXPLICATIVA

A conversão do  $\text{UF}_6$  em  $\text{UO}_2$  pode ser feita por três processos. No primeiro, o  $\text{UF}_6$  é reduzido e hidrolisado para formar  $\text{UO}_2$  utilizando hidrogénio e vapor. No segundo, o  $\text{UF}_6$  é hidrolisado por dissolução em água, a que se junta amoníaco para precipitar o diuranato de amónio, e o diuranato é reduzido para formar  $\text{UO}_2$  com hidrogénio a 820 °C. No terceiro processo, o  $\text{UF}_6$ , o  $\text{CO}_2$  e o  $\text{NH}_3$  gasosos são combinados em água, o que leva à precipitação de carbonato de urânio de amónio. O carbonato de urânio de amónio é combinado com vapor e hidrogénio a 500-600 °C para formar  $\text{UO}_2$ .

A conversão de  $\text{UF}_6$  em  $\text{UO}_2$  é frequentemente realizada na primeira fase de uma instalação de fabrico de combustível.

**7.1.8. Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a conversão de  $\text{UF}_6$  em  $\text{UF}_4$** 

NOTA EXPLICATIVA

A conversão do  $\text{UF}_6$  em  $\text{UF}_4$  é efetuada por redução com hidrogénio.

**7.1.9. Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a conversão de  $\text{UO}_2$  em  $\text{UCl}_4$** 

NOTA EXPLICATIVA

A conversão do  $\text{UO}_2$  em  $\text{UCl}_4$  pode ser efetuada por dois processos. No primeiro, faz-se reagir o  $\text{UO}_2$  com tetracloreto de carbono ( $\text{CCl}_4$ ) a aproximadamente 400 °C. No segundo, faz-se reagir o  $\text{UO}_2$  a aproximadamente 700 °C na presença de negro de fumo (CAS 1333-86-4), monóxido de carbono e cloro para formar  $\text{UCl}_4$ .

## 7.2. **Instalações para a conversão de plutónio e equipamento especialmente concebido ou preparado para esse fim**

### NOTA INTRODUTÓRIA

As instalações e sistemas de conversão de plutónio efetuam uma ou mais transformações de uma forma química do plutónio noutra, nomeadamente: conversão de nitrato de plutónio em  $\text{PuO}_2$ , conversão de  $\text{PuO}_2$  em  $\text{PuF}_4$  e conversão de  $\text{PuF}_4$  em plutónio metálico. As instalações de conversão de plutónio estão geralmente associadas a instalações de reprocessamento, mas podem também estar associadas a instalações de fabrico de combustível de plutónio. Muitos dos principais artigos de equipamento para as instalações de conversão de plutónio são comuns a vários segmentos da indústria química. Por exemplo, os tipos de equipamento utilizados nesses processos podem incluir: fornos, fornos rotativos, reatores de leito fluidificado, reatores de coluna de chama, centrífugas para líquidos, colunas de destilação e colunas de extração líquido-líquido. Podem também ser necessárias células quentes, caixas de luvas e manipuladores de comando à distância. Contudo, poucos dos artigos estão já disponíveis comercialmente; a maior parte deles terá de ser preparada de acordo com os requisitos e especificações do cliente. É essencial prestar uma atenção particular, aquando da conceção, aos riscos radiológicos, de toxicidade e de criticidade especiais associados ao plutónio. Nalguns casos, aquando da conceção e da construção, torna-se necessário atender especialmente às propriedades corrosivas de algumas das substâncias químicas que entram no processo (p. ex. HF). Finalmente, deve referir-se que, em todos os processos de conversão do plutónio, os artigos de equipamento que, individualmente, não são especialmente concebidos nem preparados para a conversão de plutónio podem ser incorporados em sistemas especialmente concebidos ou preparados para utilização na conversão de plutónio.

### 7.2.1. **Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a conversão de nitrato de plutónio em óxido de plutónio**

#### NOTA EXPLICATIVA

O processo é constituído pelas seguintes fases principais: armazenagem e adaptação da solução de entrada, precipitação e separação sólidos/líquidos, calcinação, manipulação do produto, ventilação, gestão dos resíduos e controlo do processo. Os sistemas usados neste processo são especialmente adaptados para evitar a criticidade e os efeitos radioativos e para minimizar os riscos de toxicidade. Na maior parte das instalações de reprocessamento, este processo inclui a conversão do nitrato de plutónio em dióxido de plutónio. Outros processos podem incluir a precipitação de oxalato de plutónio ou de peróxido de plutónio.

### 7.2.2. **Sistemas especialmente concebidos ou preparados para a produção de plutónio metálico**

#### NOTA EXPLICATIVA

Este processo inclui geralmente a fluoração de dióxido de plutónio, normalmente com fluoreto de hidrogénio altamente corrosivo, para produzir fluoreto de plutónio que é depois reduzido utilizando cálcio metálico de pureza elevada para produzir plutónio metálico e escórias de fluoreto de cálcio. O processo é constituído pelas seguintes fases principais: fluoração (por exemplo com equipamento fabricado ou revestido de metal precioso), redução metálica (por exemplo utilizando cadinhos cerâmicos), recuperação das escórias, manipulação do produto, ventilação, gestão dos resíduos e controlo do processo. Os sistemas usados neste processo são especialmente adaptados para evitar a criticidade e os efeitos radioativos e para minimizar os riscos de toxicidade. Outros processos incluem a fluoração do oxalato de plutónio ou do peróxido de plutónio, seguida de redução a metal.

---

## ANEXO C

### CRITÉRIOS PARA OS NÍVEIS DE PROTEÇÃO FÍSICA

1. A proteção física dos materiais nucleares tem por objetivo prevenir a utilização e manuseamento não autorizados desses materiais. O ponto 3, alínea a), das Diretrizes preconiza níveis eficazes de proteção física, em coerência com as recomendações aplicáveis da AIEA, em especial as que constam do documento INFCIRC/225.
2. O ponto 3, alínea b), das Diretrizes dispõe que a aplicação das medidas de proteção física no país destinatário é da responsabilidade do governo desse país. Contudo, os níveis de proteção física nos quais essas medidas têm de se basear devem ser objeto de um acordo entre o fornecedor e o destinatário. Neste contexto, esses requisitos devem aplicar-se a todos os Estados.

3. O documento INFCIRC/225 da Agência Internacional da Energia Atômica intitulado “A Proteção Física dos Materiais Nucleares”, bem como outros documentos análogos que são de tempos a tempos elaborados por grupos internacionais de peritos e atualizados consoante adequado para ter em conta a evolução das tecnologias e dos conhecimentos em matéria de proteção física dos materiais nucleares, constituem uma base útil para orientar os Estados destinatários na conceção de um sistema de medidas e procedimentos de proteção física.
4. A categorização dos materiais nucleares constante do quadro em anexo, ou das suas eventuais futuras atualizações, por acordo mútuo entre os fornecedores, constituirá a base acordada para a determinação dos níveis específicos de proteção física associados a cada tipo de materiais, e aos equipamentos e instalações que contêm esses materiais, nos termos do ponto 3, alíneas a) e b), das Diretrizes.
5. Os níveis acordados de proteção física que as autoridades competentes nacionais devem assegurar aquando da utilização, armazenagem e transporte dos materiais enumerados no quadro em anexo devem, no mínimo, incluir as seguintes características de proteção:

### CATEGORIA III

**Utilização e armazenagem** no interior de uma zona de acesso controlado.

**Transporte** sujeito a precauções especiais, incluindo acordos prévios entre expedidor, destinatário e transportador, e acordo prévio entre as entidades sujeitas à jurisdição e regulamentação do Estado fornecedor e do Estado destinatário, respetivamente, em caso de transporte internacional, com especificação da hora, do local e dos procedimentos de transferência da responsabilidade pelo transporte.

### CATEGORIA II

**Utilização e armazenagem** no interior de uma zona protegida de acesso controlado, isto é, uma zona sob vigilância permanente de guardas ou dispositivos eletrónicos, rodeada por uma barreira física com um número limitado de pontos de entrada sujeitos a controlo adequado, ou qualquer zona dotada de um nível equivalente de proteção física.

**Transporte** sujeito a precauções especiais, incluindo acordos prévios entre expedidor, destinatário e transportador, e acordo prévio entre as entidades sujeitas à jurisdição e regulamentação do Estado fornecedor e do Estado destinatário, respetivamente, em caso de transporte internacional, com especificação da hora, do local e dos procedimentos de transferência da responsabilidade pelo transporte.

### CATEGORIA I

Os materiais desta categoria serão protegidos por sistemas altamente fiáveis contra utilizações não autorizadas do seguinte modo:

**Utilização e armazenagem** no interior de uma zona fortemente protegida, isto é, uma zona protegida tal como definida na Categoria II, cujo acesso é, além disso, limitado apenas a pessoas de fiabilidade comprovada, e sob a vigilância de guardas que se encontram em comunicação permanente com as forças responsáveis. As medidas específicas adotadas neste contexto devem ter por objetivo a deteção e prevenção de qualquer assalto, acesso não autorizado ou retirada não autorizada de materiais.

**Transporte** sujeito a precauções especiais tal como indicado para o transporte de materiais das Categorias II e III e, além disso, sob a vigilância constante de escolta e em condições que assegurem uma comunicação permanente com as forças responsáveis.

6. Os fornecedores devem solicitar aos destinatários a identificação das agências ou autoridades encarregadas de assegurar que os níveis de proteção são adequadamente cumpridos e de coordenar a nível interno as operações de resposta/recuperação em caso de utilização ou manuseamento não autorizados de materiais protegidos. Os fornecedores e os destinatários devem igualmente designar pontos de contacto no seio das suas autoridades nacionais para a cooperação sobre as questões de transporte fora do país e outras questões de interesse mútuo.

**QUADRO: CATEGORIZAÇÃO DO MATERIAL NUCLEAR**

| Categoria material       | Forma                                                                                            | Categoria    |                                                                                                                         |                    |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|                          |                                                                                                  | I            | II                                                                                                                      | III                |
| 1. Plutónio*[a]          | Não irradiado*[b]                                                                                | 2 kg ou mais | Menos de 2 kg mas mais de 500 g                                                                                         | 500 g ou menos*[c] |
| 2. Urânio-235            | Não irradiado*[b]                                                                                |              |                                                                                                                         |                    |
|                          | — Urânio enriquecido em 20 % ou mais em <sup>235</sup> U                                         | 5 kg ou mais | Menos de 5 kg mas mais de 1 kg                                                                                          | 1 kg ou menos*[c]  |
|                          | — Urânio enriquecido em mais de 10 %, mas menos de 20%, em <sup>235</sup> U                      | —            | 10 kg ou mais                                                                                                           | Menos de 10 kg*[c] |
|                          | — Urânio enriquecido em relação ao estado natural, mas em menos de 10 %, em <sup>235</sup> U*[d] | —            | —                                                                                                                       | 10 kg ou mais      |
| 3. Urânio-233            | Não irradiado *[b]                                                                               | 2 kg ou mais | Menos de 2 kg mas mais de 500g                                                                                          | 500 g ou menos*[c] |
| 4. Combustível irradiado |                                                                                                  |              | Urânio empobrecido ou natural, tório ou combustível fracamente enriquecido (menos de 10 % de conteúdo cindível)*[e] [f] |                    |

[a] Tal como identificado na lista de desencadeamento.

[b] Materiais não irradiados num reator ou materiais irradiados num reator mas com um nível de radiação igual ou inferior a 100 rads/ha 1 metro sem blindagem.

[c] As quantidades inferiores ao nível radiologicamente significativo devem ficar isentas

[d] O urânio natural, o urânio empobrecido, o tório e as quantidades de urânio enriquecido em menos de 10 % não incluídas na Categoria III devem ser protegidos de acordo com uma prática prudente de gestão.

[e] Embora seja recomendado este nível de proteção, os Estados, após avaliação das circunstâncias específicas, são livres de atribuir uma categoria de proteção física diferente.

[f] Outros combustíveis que, devido ao seu teor inicial de material cindível, sejam classificados antes da irradiação na Categoria I ou II podem descer um nível de categoria quando o nível de radiação do combustível for superior a 100 rad/h a 1 m sem blindagem.

NSG Parte 2

**LISTA DE EQUIPAMENTOS, MATERIAIS, SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE) E TECNOLOGIAS CONEXAS DE DUPLA UTILIZAÇÃO LIGADOS À TECNOLOGIA NUCLEAR**

Nota: O presente anexo utiliza o Sistema Internacional de Unidades (SI). Em todos os casos, a quantidade física definida em unidades do SI deverá ser considerada o valor de controlo recomendado oficial. No entanto, alguns parâmetros das máquinas-ferramentas são expressos nas suas unidades habituais, que não são unidades SI.

No presente anexo, as abreviaturas normalmente utilizadas (e os seus prefixos que indicam a grandeza) são os seguintes:

A — ampere(s)

Bq — becquerel(s)

°C — grau(s) Celsius

---

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| CAS | — Chemical Abstracts Service (serviço de resumos de química)        |
| Ci  | — curie(s)                                                          |
| cm  | — centímetro(s)                                                     |
| dB  | — decibel (decibéis)                                                |
| dBm | — dB em relação a 1 mW                                              |
| g   | — grama(s); também aceleração da gravidade (9,81 m/s <sup>2</sup> ) |
| GBq | — gigabecquerel(s)                                                  |
| GHz | — giga-hertz                                                        |
| GPa | — giga-pascal(s)                                                    |
| Gy  | — gray                                                              |
| h   | — hora(s)                                                           |
| Hz  | — hertz                                                             |
| J   | — joule(s)                                                          |
| K   | — kelvin                                                            |
| keV | — quiloelétron-volt(s)                                              |
| kg  | — quilograma(s)                                                     |
| kHz | — quilohertz                                                        |
| kN  | — quilonewton(s)                                                    |
| kPa | — quilo-pascal(s)                                                   |
| kV  | — quilovolt(s)                                                      |
| kW  | — kilowatt(s)                                                       |
| m   | — metro(s)                                                          |
| mA  | — miliampere(s)                                                     |
| MeV | — megaeletrão-volt(s)                                               |
| MHz | — megahertz                                                         |
| ml  | — mililitro(s)                                                      |
| mm  | — milímetro(s)                                                      |
| MPa | — megapascal(s)                                                     |
| mPa | — milipascal(s)                                                     |
| MW  | — megawatt(s)                                                       |
| μF  | — microfarad(s)                                                     |
| μm  | — micrómetro(s)                                                     |
| μs  | — microssegundo(s)                                                  |

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| N   | — newton(s)              |
| nm  | — nanómetro(s)           |
| ns  | — nanossegundo(s)        |
| nH  | — nano-henry(s)          |
| ps  | — picossegundo(s)        |
| RMS | — valor médio quadrático |
| rpm | — rotações por minuto    |
| s   | — segundo(s)             |
| T   | — tesla(s)               |
| TIR | — leitura total indicada |
| V   | — volt(s)                |
| W   | — watt(s)                |

#### NOTA GERAL

Os pontos que se seguem são aplicáveis à lista de equipamentos, materiais, suportes lógicos (*software*) e tecnologias conexas de dupla utilização ligados à tecnologia nuclear.

1. A descrição de qualquer artigo da lista inclui esse artigo em estado novo ou em segunda mão.
2. Quando a descrição de um artigo da lista não contém qualquer restrição ou especificação, é considerada como incluindo todas as variedades desse artigo. A indicação de categorias serve apenas para facilidade de referência e não afeta a interpretação das definições do artigo.
3. O objetivo dos controlos não deverá ser contrariado pela transferência de qualquer artigo não controlado (incluindo instalações) que contenha um ou mais componentes sujeitos a controlo, quando o ou os componentes sujeitos a controlo forem o elemento principal desse artigo e puder(em) ser removido(s) ou utilizado(s) para outros fins.

Nota: Para avaliar se o(s) componente(s) controlados deve(m) ou não ser considerado(s) o elemento principal, as autoridades deverão ponderar fatores como a quantidade, o valor e o saber-fazer técnico em jogo, bem como outras circunstâncias especiais que possam justificar a classificação do ou dos componentes controlados como elemento principal do artigo em questão.

4. O objetivo dos controlos não deverá ser contrariado pela transferência de componentes. Cada governo tomará as medidas necessárias para atingir esse objetivo e continuará a procurar uma definição operativa para componentes, suscetível de ser utilizada por todos os fornecedores.

#### CONTROLOS DAS TECNOLOGIAS

A transferência de “tecnologia” é controlada de acordo com as diretrizes e tal como descrito em cada secção do anexo. A “tecnologia” diretamente associada a qualquer artigo do anexo será sujeita a uma análise e a um controlo de grau equivalente ao aplicável ao próprio artigo, na medida em que a legislação nacional o permita.

A aprovação para exportação de qualquer artigo constante do anexo autoriza também a exportação para o mesmo utilizador final da “tecnologia” mínima necessária para a instalação, exploração, manutenção e reparação do artigo.

Nota: Os controlos da transferência de “tecnologia” não são aplicáveis às informações “do domínio público” nem à “investigação científica fundamental”.

## NOTA GERAL SOBRE OS SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)

A transferência de “suportes lógicos (*software*)” é controlada de acordo com as diretrizes e tal como descrito no anexo.

Nota: Os controlos da transferência de “suportes lógicos (*software*)” não são aplicáveis aos “suportes lógicos (*software*)”:

1. que se encontrem geralmente à disposição do público em virtude de serem:
  - a. vendidos diretamente, sem restrições, em pontos de venda a retalho; e
  - b. concebidos para serem instalados pelo utilizador sem necessidade de assistência técnica significativa por parte do fornecedor;ou
2. que sejam “do domínio público”.

## DEFINIÇÕES

“Precisão” —

Característica geralmente medida em termos de imprecisão e definida como o desvio máximo, positivo ou negativo, de um valor indicado em relação a uma norma aceite ou a um valor verdadeiro.

“Desvio de posição angular” —

A diferença máxima entre a posição angular e a posição angular real medida com grande precisão depois de o porta-peças ter sido deslocado da sua posição inicial.

“Investigação científica fundamental” —

Trabalhos experimentais ou teóricos, empreendidos principalmente para adquirir novos conhecimentos sobre os princípios fundamentais de fenómenos e factos observáveis, e não especialmente orientados para um fim ou objetivo prático específico.

“Controlo de contorno” —

Dois ou mais movimentos sujeitos a “controlo numérico”, executados segundo instruções que designam a posição requerida seguinte e as velocidades de avanço necessárias para essa posição. Essas velocidades de avanço variam uma em relação à outra de forma a produzir o contorno pretendido. (Ref. ISO 2806-1980, tal como alterada)

“Desenvolvimento” —

Operações ligadas a todas as fases que precedem a “produção”, como:

- conceção
- investigação de conceção
- análises de conceção
- conceitos de conceção
- montagem e ensaio de protótipos
- planos de produção piloto
- dados de conceção
- processos de transformação dos dados de conceção num produto
- conceção de configuração
- conceção de integração
- planos

“Materiais fibrosos ou filamentosos” —

constituídos por “monofilamentos”, “fios”, “mechas”, “cabos de fibras” ou “bandas” contínuos.

N.B.:

1. “Filamento” ou “monofilamento” — a menor espessura de fibra, geralmente com vários  $\mu\text{m}$  de diâmetro.
2. “Mecha” — um feixe de “cordões” (normalmente 12 a 120) mais ou menos paralelos.
3. “Cordão” — um feixe de “filamentos” (normalmente mais de 200) dispostos de forma mais ou menos paralela.
4. “Banda” — um material constituído por “monofilamentos”, “cordões”, “mechas”, “cabos de fibras”, “fios”, etc., entrelaçados ou unidirecionais, normalmente pré-impregnados de resina.
5. “Cabo de fibra” — um feixe de “monofilamentos”, em geral aproximadamente paralelos.
6. “Fio” — um feixe de “cordões” torcidos.

“Filamento” —

Ver “Materiais fibrosos ou filamentosos”.

“Do domínio público” —

“Do domínio público” designa a “tecnologia” ou o “suporte lógico (*software*)” que foram disponibilizados sem qualquer restrição quanto à sua divulgação posterior. (As restrições resultantes dos direitos de autor não impedem que a “tecnologia” ou os “suportes lógicos (*software*)” sejam considerados do domínio público.)

“Linearidade” —

Característica geralmente medida em termos de não-linearidade e que é definida como o desvio máximo, positivo ou negativo, da característica real (média das leituras no sentido ascendente e descendente da escala) em relação a uma linha reta posicionada de forma a que iguale e reduza ao mínimo os desvios máximos.

“Incerteza da medição” —

O parâmetro característico que indica, com um grau de confiança de 95 %, em que intervalo em torno do valor de saída se situa o valor correto da variável a medir. Este parâmetro abrange os desvios sistemáticos, as folgas/valores residuais não corrigidos e os desvios aleatórios.

“Microprograma” —

Sequência de instruções elementares, conservadas numa memória especial, cuja execução é iniciada pela introdução da sua instrução de referência num registo de instruções.

“Monofilamento” —

Ver “Materiais fibrosos ou filamentosos”.

“Controlo numérico” —

O comando automático de um processo, realizado por um dispositivo que interpreta dados numéricos, geralmente introduzidos à medida que a operação se processa. (Ref. ISO 2382)

A “exatidão de posicionamento” —

de máquinas-ferramentas com “controlo numérico” deve ser determinada e apresentada de acordo com o artigo 1.B.2., em conjugação com os requisitos seguintes:

a) Condições de ensaio (ISO 230/2 (1988), ponto 3):

- 1) Durante as 12 horas anteriores às medições e durante estas, a máquina-ferramenta e o equipamento de medição de precisão serão mantidos à mesma temperatura ambiente. No período que precede as medições, os carros da máquina devem estar continuamente a executar ciclos idênticos aos que serão executados quando forem feitas as medições de exatidão;

- 2) A máquina deve estar equipada com todas as compensações mecânicas, eletrônicas ou em suporte lógico (*software*) que com ela serão exportadas;
  - 3) A exatidão do equipamento de medida utilizado nas medições deve ser pelo menos quatro vezes maior do que a exatidão prevista para a máquina-ferramenta;
  - 4) A fonte de alimentação dos sistemas de movimentação dos carros deve satisfazer as seguintes condições:
    - i) A variação de tensão na linha deve situar-se dentro dos limites de  $\pm 10\%$  em relação à tensão nominal;
    - ii) A variação de frequência deve situar-se dentro dos limites de  $\pm 2$  Hz em relação à frequência normal
    - iii) Não são permitidas interrupções na alimentação ou no serviço.
- b) Programa do ensaio (ponto 4):
- 1) A velocidade de avanço (velocidade dos carros) durante a medição deve ser a velocidade transversal rápida;  
N.B.: No caso das máquinas-ferramentas que permitem obter superfícies de qualidade ótica, a velocidade de avanço deve ser igual ou inferior a 50 mm por minuto.
  - 2) As medições devem ser efetuadas por incrementos, desde um limite do movimento do eixo até ao outro, sem retorno à posição inicial para cada movimento até à nova posição desejada;
  - 3) Durante o ensaio de um eixo, os eixos que não estiverem a ser submetidos a medições devem permanecer a meio percurso;
- c) Apresentação dos resultados dos ensaios (ponto 2):
- Os resultados das medições devem incluir:
- 1) A “exatidão de posicionamento” (A) e
  - 2) O erro de inversão médio (B).

“Produção” —

Todas as fases da produção, tais como:

- construção
- engenharia de produção
- fabrico
- integração
- montagem
- inspeção
- ensaios
- garantia de qualidade

“Programa” —

Sequência de instruções para levar a cabo um processo sob forma executável por um computador eletrónico, ou nela convertível.

“Resolução” —

O menor incremento de um dispositivo de medida; em equipamentos digitais, o bit menos significativo. (Ref. ANSI B-89.1.12)

“Mecha” —

Ver “Materiais fibrosos ou filamentosos”.

“Suporte lógico (*software*)” —

Conjunto de um ou mais “programas” ou “microprogramas”, fixados em qualquer suporte material.

“Cordão” —

Ver “Materiais fibrosos ou filamentosos”.

“Banda” —

Ver “Materiais fibrosos ou filamentosos”.

“Assistência técnica” —

A “assistência técnica” pode assumir a forma de: instrução, competência, formação, conhecimentos práticos, serviços de consultoria.

Nota: A “assistência técnica” pode incluir a transferência de “dados técnicos”.

“Dados técnicos” —

Os “dados técnicos” podem assumir formas como esquemas, planos, diagramas, modelos, fórmulas, projetos e especificações de engenharia, manuais e instruções, escritos ou registados noutros suportes ou dispositivos como discos, fitas magnéticas, memórias ROM.

“Tecnologia” —

informações específicas exigidas para o “desenvolvimento”, “produção”, ou “utilização” de qualquer artigo constante da lista. Essa informação pode assumir a forma de “dados técnicos” ou de “assistência técnica”.

“Cabo de fibra” —

Ver “Materiais fibrosos ou filamentosos”.

“Utilização” —

Exploração, instalação (incluindo a instalação *in situ*), manutenção (verificação), reparação, revisão geral e renovação.

“Fio” —

Ver “Materiais fibrosos ou filamentosos”.

## ÍNDICE DO ANEXO

|        |                                                                                                                                                                                                                                 |       |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1.     | EQUIPAMENTO INDUSTRIAL                                                                                                                                                                                                          |       |
| 1.A.   | EQUIPAMENTOS, CONJUNTOS E COMPONENTES                                                                                                                                                                                           |       |
| 1.A.1. | Janelas de proteção contra radiações de grande densidade                                                                                                                                                                        | 1 – 1 |
| 1.A.2. | Câmaras de TV resistentes a radiações, ou respetivas lentes                                                                                                                                                                     | 1 – 1 |
| 1.A.3. | “Robôs”, “terminais” e unidades de comando                                                                                                                                                                                      | 1 – 1 |
| 1.A.4. | Manipuladores de comando a distância                                                                                                                                                                                            | 1 – 3 |
| 1.B.   | EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO                                                                                                                                                                                            |       |
| 1.B.1. | Máquinas de enformação contínua, máquinas de enformação por rotação capazes de desempenhar funções de enformação contínua, e mandris                                                                                            | 1 – 3 |
| 1.B.2. | Máquinas-ferramentas                                                                                                                                                                                                            | 1 – 4 |
| 1.B.3. | Máquinas, instrumentos ou sistemas de controlo dimensional                                                                                                                                                                      | 1 – 6 |
| 1.B.4. | Fornos de indução de atmosfera controlada e fontes de alimentação para os mesmos                                                                                                                                                | 1 – 7 |
| 1.B.5. | Prensas isostáticas e equipamento conexo                                                                                                                                                                                        | 1 – 8 |
| 1.B.6. | Sistemas, equipamentos e componentes para ensaios de vibrações                                                                                                                                                                  | 1 – 8 |
| 1.B.7. | Fornos metalúrgicos de fusão e de fundição sob vácuo ou sob outra forma de atmosfera controlada e equipamentos conexos                                                                                                          | 1 – 8 |
| 1.C.   | MATERIAIS                                                                                                                                                                                                                       | 1 – 9 |
| 1.D.   | SUPORTES LÓGICOS ( <i>SOFTWARE</i> )                                                                                                                                                                                            | 1 – 9 |
| 1.D.1. | “Suportes lógicos ( <i>software</i> )” especialmente concebidos ou modificados para a “utilização” de equipamentos                                                                                                              | 1 – 9 |
| 1.D.2. | “Suportes lógicos ( <i>software</i> )” especialmente concebidos ou modificados para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” de equipamentos                                                                             | 1 – 9 |
| 1.D.3. | “Suportes lógicos ( <i>software</i> )” para qualquer combinação de dispositivos ou sistemas eletrónicos, que permitam que esses dispositivos ou sistemas funcionem como unidades de “controlo numérico” de máquinas-ferramentas | 1 – 9 |
| 1.E.   | TECNOLOGIA                                                                                                                                                                                                                      |       |
| 1.E.1. | “Tecnologia”, de acordo com os Controlos das Tecnologias para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” dos equipamentos, materiais ou “suportes lógicos ( <i>software</i> )”                                             | 1 – 9 |
| 2.     | MATERIAIS                                                                                                                                                                                                                       |       |
| 2.A.   | EQUIPAMENTOS, CONJUNTOS E COMPONENTES                                                                                                                                                                                           |       |
| 2.A.1. | Cadinhos de materiais resistentes aos metais actínidos líquidos                                                                                                                                                                 | 2 – 1 |
| 2.A.2. | Catalisadores platinados                                                                                                                                                                                                        | 2 – 1 |
| 2.A.3. | Estruturas compósitas sob a forma de tubos                                                                                                                                                                                      | 2 – 2 |
| 2.B.   | EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO                                                                                                                                                                                            |       |
| 2.B.1. | Instalações para trítio e equipamento a elas destinado                                                                                                                                                                          | 2 – 2 |
| 2.B.2. | Instalações para a separação de isótopos de lítio e sistemas e equipamento a elas destinado                                                                                                                                     | 2 – 2 |
| 2.C.   | MATERIAIS                                                                                                                                                                                                                       |       |
| 2.C.1. | Alumínio                                                                                                                                                                                                                        | 2 – 2 |
| 2.C.2. | Berílio                                                                                                                                                                                                                         | 2 – 3 |

|         |                                                                                                                                                                            |       |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.C.3.  | Bismuto                                                                                                                                                                    | 2 – 3 |
| 2.C.4.  | Boro                                                                                                                                                                       | 2 – 3 |
| 2.C.5.  | Cálcio                                                                                                                                                                     | 2 – 3 |
| 2.C.6.  | Trifluoreto de cloro                                                                                                                                                       | 2 – 3 |
| 2.C.7.  | Materiais fibrosos ou filamentosos e materiais pré-impregnados                                                                                                             | 2 – 3 |
| 2.C.8.  | Háfnio                                                                                                                                                                     | 2 – 4 |
| 2.C.9.  | Lítio                                                                                                                                                                      | 2 – 4 |
| 2.C.10. | Magnésio                                                                                                                                                                   | 2 – 4 |
| 2.C.11. | Aços maraging                                                                                                                                                              | 2 – 4 |
| 2.C.12. | Rádio-226                                                                                                                                                                  | 2 – 4 |
| 2.C.13. | Titânio                                                                                                                                                                    | 2 – 5 |
| 2.C.14. | Tungsténio                                                                                                                                                                 | 2 – 5 |
| 2.C.15. | Zircónio                                                                                                                                                                   | 2 – 5 |
| 2.C.16. | Pó de níquel e níquel metálico poroso                                                                                                                                      | 2 – 5 |
| 2.C.17. | Trítio                                                                                                                                                                     | 2 – 6 |
| 2.C.18. | Hélio-3                                                                                                                                                                    | 2 – 6 |
| 2.C.19. | Radionuclídeos                                                                                                                                                             | 2 – 6 |
| 2.C.20. | Rénio                                                                                                                                                                      | 2 – 6 |
| 2.D.    | SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)                                                                                                                                                | 2 – 6 |
| 2.E.    | TECNOLOGIA                                                                                                                                                                 | 2 – 6 |
| 2.E.1.  | “Tecnologia”, de acordo com os Controlos das Tecnologias para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” dos equipamentos, materiais ou “suportes lógicos (software)” | 2 – 6 |
| 3.      | EQUIPAMENTOS E COMPONENTES PARA SEPARAÇÃO DE ISÓTOPOS DE URÂNIO<br>(não incluídos nos artigos da lista de desencadeamento)                                                 |       |
| 3.A.    | EQUIPAMENTOS, CONJUNTOS E COMPONENTES                                                                                                                                      |       |
| 3.A.1.  | Modificadores ou geradores de frequência                                                                                                                                   | 3 – 1 |
| 3.A.2.  | Lasers, amplificadores e osciladores para lasers                                                                                                                           | 3 – 1 |
| 3.A.3.  | Válvulas                                                                                                                                                                   | 3 – 3 |
| 3.A.4.  | Eletroímãs solenoidais supercondutores                                                                                                                                     | 3 – 3 |
| 3.A.5.  | Fontes de alimentação de corrente contínua de alta potência                                                                                                                | 3 – 4 |
| 3.A.6.  | Fontes de alimentação de corrente contínua de alta tensão                                                                                                                  | 3 – 4 |
| 3.A.7.  | Transdutores de pressão                                                                                                                                                    | 3 – 4 |
| 3.A.8.  | Bombas de vácuo                                                                                                                                                            | 3 – 4 |
| 3.A.9.  | Compressores e bombas de vácuo de tipo scroll com vedante de fole                                                                                                          | 3 – 5 |
| 3.B.    | EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO                                                                                                                                       |       |
| 3.B.1.  | Células eletrolíticas para a produção de flúor                                                                                                                             | 3 – 5 |
| 3.B.2.  | Equipamentos para o fabrico ou a montagem de rotores, equipamentos para o alinhamento de rotores, e mandris, cunhos e matrizes para a enformação de foles                  | 3 – 5 |

|        |                                                                                                                                                                                     |       |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 3.B.3. | Máquinas centrifugadoras de equilibragem em múltiplos planos                                                                                                                        | 3 – 6 |
| 3.B.4. | Máquinas de bobinar filamentos e equipamento conexo                                                                                                                                 | 3 – 6 |
| 3.B.5. | Separadores eletromagnéticos de isótopos                                                                                                                                            | 3 – 7 |
| 3.B.6. | Espetrómetros de massa                                                                                                                                                              | 3 – 7 |
| 3.C.   | MATERIAIS                                                                                                                                                                           | 3 – 8 |
| 3.D.   | SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)                                                                                                                                                         |       |
| 3.D.1. | “Suportes lógicos ( <i>software</i> )” especialmente concebidos ou modificados para a “utilização” de equipamentos                                                                  | 3 – 8 |
| 3.D.2. | “Suportes lógicos ( <i>software</i> )” ou chaves/códigos de cifragem especialmente concebidos para melhorar ou libertar as características de desempenho de equipamentos            | 3 – 8 |
| 3.D.3. | “Suportes lógicos ( <i>software</i> )” especialmente concebidos para melhorar ou libertar as características de desempenho de equipamentos                                          | 3 – 8 |
| 3.E.   | TECNOLOGIA                                                                                                                                                                          |       |
| 3.E.1. | “Tecnologia”, de acordo com os Controlos das Tecnologias para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” dos equipamentos, materiais ou “suportes lógicos ( <i>software</i> )” | 3 – 8 |
| 4.     | EQUIPAMENTOS RELACIONADOS COM A INSTALAÇÃO DE PRODUÇÃO DE ÁGUA PESADA<br>(não incluídos nos artigos da lista de desencadeamento)                                                    |       |
| 4.A.   | EQUIPAMENTOS, CONJUNTOS E COMPONENTES                                                                                                                                               |       |
| 4.A.1. | Enchimentos especiais                                                                                                                                                               | 4 – 1 |
| 4.A.2. | Bombas                                                                                                                                                                              | 4 – 1 |
| 4.A.3. | Turboexpansores ou conjuntos turboexpansor-compressor                                                                                                                               | 4 – 1 |
| 4.B.   | EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO                                                                                                                                                |       |
| 4.B.1. | Colunas de pratos de permuta de água-sulfureto de hidrogénio e contactores internos                                                                                                 | 4 – 1 |
| 4.B.2. | Colunas de destilação criogénica do hidrogénio                                                                                                                                      | 4 – 2 |
| 4.B.3. | [Deixou de ser usado — desde 14 de junho de 2013]                                                                                                                                   | 4 – 2 |
| 4.C.   | MATERIAIS                                                                                                                                                                           | 4 – 2 |
| 4.D.   | SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)                                                                                                                                                         | 4 – 2 |
| 4.E.   | TECNOLOGIA                                                                                                                                                                          | 4 – 2 |
| 4.E.1. | “Tecnologia”, de acordo com os Controlos das Tecnologias para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” dos equipamentos, materiais ou “suportes lógicos ( <i>software</i> )” | 4 – 2 |
| 5.     | EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E MEDIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE ENGENHOS EXPLOSIVOS NUCLEARES                                                                                            |       |
| 5.A.   | EQUIPAMENTOS, CONJUNTOS E COMPONENTES                                                                                                                                               |       |
| 5.A.1. | Tubos fotomultiplicadores                                                                                                                                                           | 5 – 1 |
| 5.B.   | EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO                                                                                                                                                |       |
| 5.B.1. | Geradores de raios X de relâmpago ou aceleradores de eletrões pulsados                                                                                                              | 5 – 1 |
| 5.B.2. | Sistemas de artilharia de alta velocidade                                                                                                                                           | 5 – 1 |
| 5.B.3. | Câmaras de alta velocidade e dispositivos de imagem                                                                                                                                 | 5 – 1 |
| 5.B.4. | [Deixou de ser usado — desde 14 de junho de 2013]                                                                                                                                   | 5 – 2 |
| 5.B.5. | Instrumentos especializados para experiências hidrodinâmicas                                                                                                                        | 5 – 2 |

---

|        |                                                                               |       |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 5.B.6. | Geradores de impulsos de alta velocidade                                      | 5 – 3 |
| 5.B.7. | Dispositivos de contenção para conteúdos altamente explosivos                 | 5 – 3 |
| 5.C.   | MATERIAIS                                                                     | 5 – 3 |
| 5.D.   | SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)                                                   | 5 – 3 |
| 5.E.   | TECNOLOGIA                                                                    | 5 – 3 |
| 6.     | COMPONENTES PARA ENGENHOS EXPLOSIVOS NUCLEARES                                |       |
| 6.A.   | EQUIPAMENTOS, CONJUNTOS E COMPONENTES                                         |       |
| 6.A.1. | Detonadores e sistemas de desencadeamento multipontos                         | 6 – 1 |
| 6.A.2. | Dispositivos de ignição e geradores de impulsos de alta corrente equivalentes | 6 – 1 |
| 6.A.3. | Dispositivos de comutação                                                     | 6 – 2 |
| 6.A.4. | Condensadores de impulso de descarga                                          | 6 – 2 |
| 6.A.5. | Sistemas geradores de neutrões                                                | 6 – 3 |
| 6.A.6. | Striplines                                                                    | 6 – 3 |
| 6.B.   | EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO                                          | 6 – 3 |
| 6.C.   | MATERIAIS                                                                     |       |
| 6.C.1. | Substâncias ou misturas altamente explosivas                                  | 6 – 3 |
| 6.D.   | SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)                                                   | 6 – 4 |
| 6.E.   | TECNOLOGIA                                                                    | 6 – 4 |

## 1. EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

## 1.A. EQUIPAMENTOS, CONJUNTOS E COMPONENTES

1.A.1. Janelas de proteção contra radiações de grande densidade (vidro de chumbo ou outro), com todas as seguintes características, e caixilhos especialmente concebidos para essas janelas:

a. “Zona fria” de dimensão superior a 0,09 m<sup>2</sup>;

b. Densidade superior a 3 g/cm<sup>3</sup>; e

c. Espessura igual ou superior a 100 mm.

Nota técnica: No artigo 1.A.1.a., entende-se por “zona fria” a zona de observação da janela exposta ao menor nível de radiações no caso da aplicação de projeto.

1.A.2. Câmaras de TV resistentes a radiações, ou respetivas lentes, especialmente concebidas ou preparadas para suportarem uma dose total de radiações superior a  $5 \times 10^4$  Gy (silício) sem que o seu funcionamento seja afetado.

Nota técnica: O termo Gy (silício) refere-se à energia em Joule por quilograma absorvida por uma amostra de silício desprotegida quando exposta a radiações ionizantes.

1.A.3. “Robôs”, “terminais” e unidades de comando, a saber:

a. “Robôs” ou “terminais” com uma das seguintes características:

1. Especialmente concebidos para satisfazer normas nacionais de segurança aplicáveis no manuseamento de produtos altamente explosivos (por exemplo, que cumpram as especificações elétricas para produtos altamente explosivos); ou
2. Especialmente concebidos ou preparados para resistirem a uma dose total de radiações superior a  $5 \times 10^4$  (silício) sem degradação do funcionamento;

Nota técnica: O termo Gy (silício) refere-se à energia em Joule por quilograma absorvida por uma amostra de silício desprotegida quando exposta a radiações ionizantes.

b. Unidades de comando especialmente concebidas para qualquer dos “robôs” ou “terminais” especificados no artigo 1.A.3.a.

Nota: O artigo 1.A.3. não inclui “robôs” que sejam especialmente concebidos para aplicações não nucleares como as cabines de pintura de automóveis à pistola.

Notas técnicas: 1. “Robôs”

No artigo 1.A.3. Entende-se por “robô” um mecanismo de manipulação que pode ser do tipo de trajetória contínua ou do tipo ponto a ponto, que pode utilizar “sensores” e que apresenta as seguintes características:

- a) Ser multifuncional;
- b) Ser capaz de posicionar ou orientar materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especiais através de movimentos variáveis no espaço tridimensional;
- c) Possuir três ou mais servomecanismos de circuito aberto ou fechado, com possibilidade de inclusão de motores passo a passo; e
- d) Ser dotado de “programação acessível ao utilizador” pelo método de aprendizagem ou por um computador eletrónico que pode ser uma unidade de programação lógica, isto é, sem intervenção mecânica.

N.B.1:

Na definição anterior, entende-se por “sensores” os detetores de um fenómeno físico cujo resultado (depois de convertido num sinal que pode ser interpretado por uma unidade de controlo) tem a capacidade para gerar “programas” ou modificar instruções programadas ou dados numéricos de “programas”. Incluem-se os “sensores” que dispõem de visão por computador, imagiologia por infravermelhos, imagiologia acústica, percepção tátil, cálculo da posição por inércia, determinação da distância por via ótica ou acústica ou capacidades de medição da força ou do binário.

N.B.2:

Na definição anterior, entende-se por “programação acessível ao utilizador” o meio que permite ao utilizador inserir, modificar ou substituir “programas”, por outros métodos que não os seguintes:

- a) Substituição física da cablagem ou das interligações; ou
- b) Estabelecimento de controlos de função, incluindo a introdução de parâmetros.

N.B.3:

A definição anterior não inclui:

- a) Mecanismos de manipulação controláveis apenas manualmente ou por teleoperador;
- b) Mecanismos de manipulação de sequência fixa que constituem dispositivos móveis automatizados cujos movimentos são programados e definidos por meios mecânicos. O “programa” é limitado mecanicamente por batentes fixos, como pernos ou cames. A sequência dos movimentos e a seleção das trajetórias ou dos ângulos não são variáveis nem modificáveis por meios mecânicos, eletrónicos ou elétricos;
- c) Mecanismos de manipulação de sequência variável e de controlo mecânico que constituem dispositivos móveis automatizados cujos movimentos são programados e definidos por meios mecânicos. O “programa” é limitado mecanicamente por batentes fixos, mas reguláveis, como pernos ou cames. A sequência dos movimentos e a seleção das trajetórias ou dos ângulos são variáveis dentro da configuração fixa do “programa”. As variações ou modificações da configuração do “programa” (p. ex., mudança de pernos ou troca de cames) em um ou mais eixos de movimento são efetuadas unicamente por operações mecânicas;
- d) Mecanismos de manipulação de sequência variável, sem servocontrolo, que constituem dispositivos móveis automatizados, cujos movimentos são programados e definidos por meios mecânicos. O “programa” é variável, mas a sequência apenas se processa através do sinal binário proveniente de dispositivos binários elétricos fixados mecanicamente ou de batentes reguláveis;
- e) Empilhadores, definidos como sistemas manipuladores que funcionam em coordenadas cartesianas, fabricados como partes integrantes de um conjunto vertical de células de armazenamento, e concebidos para o acesso às referidas células para armazenamento ou recuperação.

## 2. “Terminais”

No artigo 1.A.3. “terminais” são dispositivos, como pinças, “ferramentas ativas” ou qualquer outra ferramenta, ligados à placa de base da extremidade do braço manipulador de um “robô”.

N.B.:

Na definição anterior, “ferramentas ativas” são dispositivos destinados a aplicar à peça a trabalhar força motriz, a energia necessária ao processo ou meios de deteção.

- 1.A.4. Manipuladores de comando a distância que possam ser utilizados para executar ações comandadas à distância em operações de separação radioquímica ou em células quentes, com uma das seguintes características:
  - a. Serem capazes de penetrar em paredes de células quentes de espessura igual ou superior a 0,6 m (funcionamento através da parede); ou
  - b. Serem capazes de transpor, em ponte, a parte superior de paredes de células quentes de espessura igual ou superior a 0,6 m (funcionamento por cima da parede).

Nota técnica: Os manipuladores de comando a distância permitem a transmissão das ações de um operador humano a um braço e a um equipamento terminal telecomandados. Podem ser do tipo servomecanismo ou comandados por um manípulo de comando ("joystick") ou um teclado.

1.B. EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO

1.B.1. Máquinas de enformação contínua, máquinas de enformação por rotação capazes de desempenhar funções de enformação contínua, e mandris, a saber:

a. Máquinas com as seguintes características:

1. Três ou mais rolos (ativos ou de guiamento); e
2. Que, de acordo com as especificações técnicas do fabricante, possam ser equipadas com uma unidade de "controlo numérico" ou com comando por computador;

b. Mandris para a enformação de rotores, concebidos para enformar rotores cilíndricos de diâmetro interior compreendido entre 75 mm e 400 mm.

Nota: O artigo 1.B.1.a. inclui as máquinas com um único rolo concebido para deformar metal e dois rolos auxiliares de suporte do mandril mas que não participam diretamente no processo de deformação.

1.B.2. Máquinas-ferramentas, a seguir especificadas, ou qualquer combinação das mesmas, para a remoção ou corte de metais ou de materiais cerâmicos ou compósitos que, de acordo com as especificações técnicas do fabricante, possam ser equipadas com dispositivos eletrónicos de "controlo de contorno" simultâneo em dois ou mais eixos:

N.B.: Para mais informações sobre as unidades de "controlo numérico" comandadas pelo "suporte lógico (software)" a elas associado, consultar o artigo 1.D.3.

a. Máquinas-ferramentas para torneiar, que tenham "precisão de posicionamento" com todas as compensações disponíveis melhor que (inferior a) 6 µm, de acordo com a norma ISO 230/2 (1988), em qualquer eixo linear (posicionamento geral) e que sejam capazes de torneiar diâmetros superiores a 35 mm;

Nota: O artigo 1.B.2.a. não inclui tornos para barras (Swissturn) limitados ao torneamento exclusivo de barras de alimentação automática, se o diâmetro das barras não exceder 42 mm e não houver a possibilidade de montar dispositivos de fixação. As máquinas podem ter a possibilidade de furar e fresar peças de diâmetro inferior a 42 mm.

b. Máquinas-ferramentas para fresar, com qualquer das seguintes características:

1. "Precisão de posicionamento" com todas as compensações disponíveis melhor que (inferior a) 6 µm, de acordo com a norma ISO 230/2 (1988), em qualquer eixo linear (posicionamento geral);
2. Dois ou mais eixos de rotação de contorno; ou
3. Cinco ou mais eixos que podem ser coordenados em simultâneo para "controlo de contorno".

Nota: O artigo 1.B.2.b. não inclui as fresadoras com as seguintes características:

1. Curso no eixo X superior a 2 m; e
2. "Precisão de posicionamento" geral no eixo X pior que (superior a) 30 µm, de acordo com a norma ISO 230/2 (1988).

c. Máquinas-ferramentas para retificar, com qualquer das seguintes características:

1. "Precisão de posicionamento" com todas as compensações disponíveis melhor que (inferior a) 4 µm, de acordo com a norma ISO 230/2 (1988), em qualquer eixo linear (posicionamento geral);
2. Dois ou mais eixos de rotação de contorno; ou
3. Cinco ou mais eixos que podem ser coordenados em simultâneo para "controlo de contorno".

Nota: O artigo 1.B.2.c. não abrange as seguintes retificadoras:

1. Retificadoras cilíndricas de exteriores, de interiores ou de exteriores e interiores com todas as seguintes características:
    - a. Limitadas a uma capacidade máxima de maquinação de peças de diâmetro exterior ou comprimento não superiores a 150 mm; e
    - b. Eixos limitados a x, z e c.
  2. Retificadoras por coordenadas sem eixos z ou w, com uma precisão de posicionamento geral inferior a (melhor do que) 4  $\mu\text{m}$ . Precisão de posicionamento conforme a norma ISO 230/2 (1988).
- d. Máquinas de eletroerosão (EDM) não por fio com dois ou mais eixos de rotação de contorno que podem ser coordenados simultaneamente para o “controlo de contorno”.

Notas: 1. Os níveis declarados de “precisão de posicionamento” derivados nos termos dos seguintes procedimentos de medições efetuadas de acordo com a norma ISO 230/2 (1988) ou normas nacionais equivalentes podem ser utilizados para cada modelo de máquina-ferramenta, caso sejam previstos e aceites pelas autoridades nacionais em alternativa aos ensaios individuais.

Os níveis declarados de “precisão de posicionamento” são derivados da seguinte forma:

- a. Selecionam-se cinco máquinas de um modelo a avaliar;
  - b. Procede-se à medição da precisão do eixo linear de acordo com a ISO 230/2 (1988);
  - c. Determinam-se os valores de precisão (A) de cada eixo de cada máquina. O método para calcular o valor de precisão é descrito na norma ISO 230/2 (1988);
  - d. Determina-se o valor de precisão médio de cada eixo. Este valor médio passa a ser a “precisão de posicionamento” declarada de cada eixo para o modelo ( $\hat{A}_x, \hat{A}_y, \dots$ );
  - e. Uma vez que o artigo 1.B.2. se refere a cada eixo linear, haverá tantos valores declarados de “precisão de posicionamento” quantos os eixos lineares;
  - f. Se qualquer eixo de uma máquina não abrangida pelos artigos 1.B.2.a., 1.B.2.b. ou 1.B.2.c. tiver uma “precisão de posicionamento” declarada igual ou melhor que (inferior a) 6  $\mu\text{m}$  no caso das retificadoras, e igual ou melhor que (inferior a) 8  $\mu\text{m}$  no caso das fresadoras e tornos, de acordo com a ISO 230/2 (1988), deverá ser solicitado ao fabricante que reitere o nível de precisão de 18 em 18 meses.
2. O artigo 1.B.2. não abrange as máquinas-ferramentas para fins especiais destinadas exclusivamente ao fabrico de quaisquer dos seguintes elementos:
- a. Veios de transmissão;
  - b. Cambotas ou árvores de cames;
  - c. Ferramentas ou ferros de corte;
  - d. Sem-fins para extrusoras.

Notas técnicas:

1. *A nomenclatura dos eixos deve estar de acordo com a norma internacional ISO 841, “Numerical Control Machines — Axis and Motion Nomenclature” (máquinas de controlo numérico — nomenclatura dos eixos e dos movimentos).*
2. *Não são contabilizados no número total de eixos de contorno os eixos secundários de contorno paralelo (por exemplo, o eixo w nas mandriladoras horizontais ou um eixo de rotação secundário cuja linha de centro seja paralela ao eixo de rotação primário).*
3. *Os eixos de rotação não têm necessariamente de rodar a 360°. Os eixos de rotação podem ser acionados por dispositivos lineares, como por exemplo, um parafuso ou um sistema de cremalheira e pinhão.*

4. Para efeitos da rubrica 1.B.2., o número de eixos que podem ser coordenados em simultâneo para o “controlo de contorno” é o número de eixos ao longo ou em torno dos quais, durante o processamento da peça, são executados movimentos simultâneos e inter-relacionados entre a peça e a ferramenta. Tal não inclui quaisquer eixos adicionais ao longo ou em torno dos quais sejam executados outros movimentos relativos dentro da máquina, como:
  - a. Sistemas de ajuste da posição da mó nas retificadoras;
  - b. Eixos de rotação paralelos destinados à montagem de peças separadas;
  - c. Eixos de rotação colineares destinados à manipulação da mesma peça fixando-a num dispositivo de fixação por extremidades diferentes.
5. As máquinas-ferramentas que possuam pelo menos duas das três capacidades — torneiar, fresar ou retificar — (por exemplo, um torno com capacidade para fresar) devem ser avaliadas relativamente a cada uma das entradas aplicáveis das rubricas 1.B.2.a., 1.B.2.b. e 1.B.2.c.
6. Os artigos 1.B.2.b.3 e 1.B.2.c.3 incluem máquinas baseadas numa conceção cinemática linear paralela (por exemplo, hexápode) que tenham 5 ou mais eixos, sendo que nenhum deles é eixo de rotação.

### 1.B.3. Máquinas, instrumentos ou sistemas de controlo dimensional:

- a. Máquinas de medição por coordenadas (CMM) comandadas por computador ou “com controlo numérico” com uma das seguintes características:

1. Com apenas dois eixos e um erro máximo admissível para a medição do comprimento em qualquer eixo (unidimensional), identificado como qualquer combinação de  $E_{0x, MPE}$ ,  $E_{0y, MPE}$  ou  $E_{0z, MPE}$ , igual ou inferior a (melhor que)  $(1,25 + L/1\ 000)$   $\mu\text{m}$  (sendo L o comprimento medido, em mm) em qualquer ponto dentro da gama de funcionamento da máquina (ou seja, dentro do comprimento do eixo), de acordo com a norma ISO 10360-2(2009); ou
2. Com três ou mais eixos e um erro máximo admissível tridimensional (volumétrico) para a medição do comprimento ( $E_0$ , MPE), igual ou inferior a (melhor que)  $(1,7 + L/800)$   $\mu\text{m}$ , (sendo L o comprimento medido, em mm) em qualquer ponto, dentro da gama de funcionamento da máquina (ou seja, dentro do comprimento do eixo), de acordo com a norma ISO 10360-2(2009).

Nota técnica: O  $E_{0, MPE}$  da configuração mais precisa da CMM especificada de acordo com a norma ISO 10360-2 (2009) pelo fabricante (p. ex., melhores valores em termos de: sonda, comprimento do estilete, parâmetros de movimento, ambiente) e com todas as compensações disponíveis deve ser comparado com o limiar de  $1,7 + L/800$   $\mu\text{m}$ .

- b. Instrumentos para a medição de deslocamentos lineares:

1. Sistemas de medição do tipo sem contacto, com “resolução” igual ou melhor que (inferior a) 0,2  $\mu\text{m}$  numa gama de medida até 0,2 mm;
2. Sistemas de transformadores diferenciais de variável linear (LVDT) com as seguintes características:
  - a. 1. “Linearidade” igual ou inferior a (melhor que) 0,1 %, medida de 0 à plena gama de funcionamento, para LVDT com uma gama de funcionamento até 5 mm; ou
  2. “Linearidade” igual ou inferior a (melhor que) 0,1 % medida de 0 a 5 mm, para LVDT com uma gama de funcionamento superior a 5 mm; e
- b. Desvio igual ou melhor que (inferior a) 0,1 % por dia à temperatura ambiente normal das salas de ensaio  $\pm 1$  K;
3. Sistemas de medição com as seguintes características:
  - a. Conterem um laser; e

b. Serem capazes de manter, durante pelo menos 12 horas, a uma temperatura normal, com variação de  $\pm 1$  K, e a uma pressão normal:

1. Uma “resolução” igual a  $0,1 \mu\text{m}$  ou melhor na totalidade da escala; e
2. Uma “incerteza de medição” igual ou melhor que (inferior a)  $(0,2 + L/2 000) \mu\text{m}$  (sendo L a distância medida em mm);

Nota: O artigo 1.B.3.b.3. não inclui os sistemas de medida com interferómetro, em circuito aberto ou fechado, com um *laser* para medir os erros de deslocação do carro das máquinas-ferramentas, máquinas de controlo dimensional ou equipamentos semelhantes.

Nota técnica: No artigo 1.B.3.b. Entende-se por “deslocamento linear” a variação da distância entre a sonda de medida e o objeto medido.

c. Instrumentos de medição de deslocamentos angulares com “desvio de posição angular” igual ou melhor que (inferior a)  $0,00025^\circ$ ;

Nota: O artigo 1.B.3.c. não inclui os instrumentos óticos, por exemplo, autocolimadores, que utilizem luz colimada (por exemplo, luz *laser*) para detetar deslocamentos angulares de espelhos.

d. Sistemas de controlo simultâneo linear-angular de peças hemisféricas, com as seguintes características:

1. “Incerteza de medição” em qualquer eixo linear igual ou melhor que (inferior a)  $3,5 \mu\text{m}$  por  $5 \text{ mm}$ ; e
2. “Desvio de posição angular” igual ou inferior a  $0,02^\circ$ .

Notas: 1. O artigo 1.B.3. inclui as máquinas-ferramentas que podem ser utilizadas como máquinas de medição se corresponderem aos critérios especificados para a função de máquina de medição.

2. As máquinas descritas no artigo 1.B.3. são incluídas se ultrapassarem os limites especificados em qualquer ponto da sua gama de funcionamento.

Nota técnica: Todos os parâmetros dos valores de medição especificados no presente artigo representam parâmetros mais/menos, isto é, não a banda total.

1.B.4. Fornos de indução de atmosfera controlada (vácuo ou gás inerte), bem como fontes de alimentação especialmente concebidas para esses fornos:

a. Fornos com todas as seguintes características:

1. Capazes de funcionar a temperaturas superiores a  $1 123 \text{ K}$  ( $850^\circ\text{C}$ );
2. Bobinas de indução de diâmetro igual ou inferior a  $600 \text{ mm}$ ; e
3. Concebidos para potências de alimentação iguais ou superiores a  $5 \text{ kW}$ ;

Nota: O artigo 1.B.4.a. não abrange os fornos concebidos para o tratamento de bolachas semicondutoras

b. Fontes de alimentação de potência nominal igual ou superior a  $5 \text{ kW}$ , especialmente concebidas para os fornos especificados no artigo 1.B.4.a.

1.B.5. “Prensas isostáticas” e equipamento conexo:

a. “Prensas isostáticas” com as seguintes características:

1. Capazes de atingir uma pressão máxima de trabalho igual ou superior a  $69 \text{ Mpa}$ ; e
2. Com uma câmara de trabalho de diâmetro interior superior a  $152 \text{ mm}$ ;

b. Matrizes, moldes e comandos especialmente concebidos para as “prensas isostáticas” especificadas no artigo 1.B.5.a.

- Notas técnicas:
1. No artigo 1.B.5. Entende-se por “prensas isostáticas” o equipamento que, recorrendo a diversos meios (gases, líquidos, partículas sólidas, etc.), é capaz de pressurizar uma cavidade fechada, criando dentro desta uma pressão igual em todas as direções sobre uma peça ou um material.
  2. No artigo 1.B.5., a dimensão interior da câmara é a da câmara em que se atingem a temperatura e a pressão de trabalho e não inclui os acessórios. Esta dimensão será a menor de duas dimensões — o diâmetro interior da câmara de pressão e o diâmetro interior da câmara isolada do forno —, dependendo de qual das duas câmaras esteja localizada no interior da outra.

1.B.6. Sistemas, equipamentos e componentes para ensaios de vibrações:

a. Sistemas eletrodinâmicos para ensaios de vibrações, com todas as seguintes características:

1. Que utilizem técnicas de realimentação negativa ou de ciclo fechado e disponham de uma unidade de controlo digital;
  2. Capazes de vibrar a 10 g RMS ou mais entre 20 e 2 000 Hz; e
  3. Capazes de transmitir forças iguais ou superiores a 50 kN, medidas em “mesa nua”;
- b. Unidades de controlo digitais, combinadas com “suportes lógicos (software)” especialmente concebidos para ensaios de vibrações, com uma largura de banda em tempo real superior a 5 kHz e concebidas para utilização com os sistemas para ensaios de vibrações especificados no artigo 1.B.6.a.;
- c. Impulsores de vibrações (agitadores), com ou sem amplificadores associados, capazes de transmitir forças iguais ou superiores a 50 kN, medidas em “mesa nua”, utilizáveis nos sistemas especificados no artigo 1.B.6.a.;
- d. Estruturas de suporte da peça a ensaiar e unidades eletrónicas concebidas para combinar múltiplos agitadores num sistema completo de agitadores capaz de transmitir forças combinadas efetivas iguais ou superiores a 50 kN, medidas em “mesa nua”, utilizáveis nos sistemas especificados no artigo 1.B.6.a.

Nota técnica: No artigo 1.B.6. “Mesa nua” designa uma mesa ou superfície plana sem qualquer dispositivo de fixação ou equipamento acessório.

1.B.7. Fornos metalúrgicos de fusão e de fundição sob vácuo ou sob outra forma de atmosfera controlada, e equipamentos conexos:

a. Fornos de arco para refusão e fundição com as seguintes características:

1. Capacidades para eletrodos consumíveis situadas entre 1 000 e 20 000 cm<sup>3</sup>; e
  2. Capazes de funcionar a temperaturas de fusão superiores a 1 973 K (1 700 °C);
- b. Fornos de fusão por feixes de eletrões e fornos de atomização e fusão por plasma com as seguintes características:
1. Potência igual ou superior a 50 kW; e
  2. Capazes de funcionar a temperaturas de fusão superiores a 1 473 K (1 200 °C);
- c. Sistemas de controlo e de monitorização por computador especialmente configurados para qualquer dos fornos especificados no artigo 1.B.7.a. ou 1.B.7.b.

1.C. MATERIAIS

Nenhum.

1.D. SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)

1.D.1. “Suportes lógicos (software)” especialmente concebidos ou modificados para a “utilização” dos equipamentos especificados nos artigos 1.A.3., 1.B.1., 1.B.3., 1.B.5., 1.B.6.a., 1.B.6.b., 1.B.6.d. ou 1.B.7.

Nota: Os “suportes lógicos (software)” especialmente concebidos ou modificados para os sistemas especificados no artigo 1.B.3.d. incluem “suportes lógicos (software)” para a medição em simultâneo da espessura e do contorno das paredes.

- 1.D.2. “Suportes lógicos (*software*)” especialmente concebidos ou modificados para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” dos equipamentos especificados no artigo 1.B.2.

Nota: O artigo 1.D.2. não inclui o “suporte lógico (*software*)” de programação de partes que gera códigos de “controlo numérico” mas não permite a utilização direta de equipamentos para maquinagem de diversas partes.

- 1.D.3. “Suportes lógicos (*software*)” para qualquer combinação de dispositivos ou sistemas eletrónicos, que permitam que esses dispositivos ou sistemas funcionem como unidades de “controlo numérico” de máquinas-ferramentas, capazes de controlar cinco ou mais eixos com interpolação, permitindo uma coordenação simultânea para “controlo de contorno”.

Notas: 1. Os “suportes lógicos (*software*)” são controlados quer sejam exportados em separado, quer estejam integrados numa unidade de “controlo numérico” ou em qualquer dispositivo ou sistema eletrónico.

2. O artigo 1.D.3. não inclui “suportes lógicos (*software*)” especialmente concebidos ou modificados pelo fabricante da unidade de controlo ou da máquina-ferramenta para comandar uma máquina-ferramenta que não esteja especificada no artigo 1.B.2.

## 1.E. TECNOLOGIA

- 1.E.1. “Tecnologia”, de acordo com os Controlos das Tecnologias para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” dos equipamentos, materiais ou “suportes lógicos (*software*)” especificados nas rubricas 1.A. a 1.D.

## 2. MATERIAIS

### 2.A. EQUIPAMENTOS, CONJUNTOS E COMPONENTES

#### 2.A.1. Cadinhos de materiais resistentes aos metais actinídeos líquidos:

##### a. Cadinhos com ambas as seguintes características:

1. Volume compreendido entre 150 cm<sup>3</sup> (150 ml) e 8 000 cm<sup>3</sup> (8 l (litros)), e
2. Fabricados ou revestidos de qualquer dos seguintes materiais, ou combinação dos seguintes materiais, com um grau de pureza igual ou inferior a 2 %, em massa:
  - a. Fluoreto de cálcio (CaF<sub>2</sub>);
  - b. Zirconato de cálcio (metazirconato de cálcio) (CaZrO<sub>3</sub>);
  - c. Sulfureto de cério (Ce<sub>2</sub>S<sub>3</sub>);
  - d. Óxido de érbio (érbia) (Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>);
  - e. Óxido de háfnio (háfnia) (HfO<sub>2</sub>);
  - f. Óxido de magnésio (MgO);
  - g. Liga nitretada de nióbio-titânio-tungsténio (aproximadamente 50 % de Nb, 30 % de Ti e 20 % de W);
  - h. Óxido de ítrio (íttria) (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), ou
  - i. Óxido de zircónio (zircónia) (ZrO<sub>2</sub>);

##### b. Cadinhos com ambas as seguintes características:

1. Volume compreendido entre 50 cm<sup>3</sup> (50 ml) e 2 000 cm<sup>3</sup> (2 litros), e
2. Fabricados ou revestidos de tântalo, com um grau de pureza igual ou superior a 99,9 % em massa;

##### c. Cadinhos com todas as seguintes características:

1. Volume compreendido entre 50 cm<sup>3</sup> (50 ml) e 2 000 cm<sup>3</sup> (2 litros);

2. Fabricados ou revestidos de tântalo, com um grau de pureza igual ou superior a 98 % em massa, e
  3. Revestidos de carboneto, nitreto ou boreto de tântalo ou de combinações destes compostos.
- 2.A.2. Catalisadores platinados especialmente concebidos ou preparados para promover a reação de permuta isotópica do hidrogénio entre o hidrogénio e a água, para a recuperação de trítio da água pesada ou para a produção de água pesada.
- 2.A.3. Estruturas compósitas sob a forma de tubos com ambas as seguintes características:
- a. Diâmetro interior compreendido entre 75 e 400 mm, e
  - b. Fabricadas com os “materiais fibrosos ou filamentosos” especificados no artigo 2.C.7.a. ou materiais de carbono pré-impregnados especificados no artigo 2.C.7.c.
- 2.B. EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO
- 2.B.1. Instalações para trítio e equipamento a elas destinado:
- a. Instalações para a produção, recuperação, extração, concentração ou manuseamento de trítio;
  - b. Equipamentos para instalações de trítio:
    1. Unidades de refrigeração a hidrogénio ou hélio capazes de arrefecer até temperaturas iguais ou inferiores a 23 K (– 250 °C), com capacidade de refrigeração superior a 150 W;
    2. Sistemas de armazenagem ou de purificação de isótopos de hidrogénio que utilizem hidretos metálicos como meio de armazenagem ou de purificação.
- 2.B.2. Instalações para a separação de isótopos de lítio e sistemas e equipamento a elas destinado:
- N.B.: Determinados equipamentos e componentes para a separação de isótopos de lítio para o processo de separação do plasma (PSP) são também diretamente aplicáveis à separação de isótopos de urânio e são controlados nos termos do documento INFCIRC/254 Parte 1 (tal como alterado).
- a. Instalações para a separação de isótopos de lítio;
  - b. Equipamentos para a separação de isótopos de lítio, baseada no processo de amálgama de lítio e mercúrio:
    1. Colunas de permuta líquido-líquido com enchimento compacto especialmente concebidas para amálgamas de lítio;
    2. Bombas de amálgama de mercúrio ou de lítio;
    3. Células de eletrólise da amálgama de lítio;
    4. Evaporadores para soluções de hidróxido de lítio concentradas;
  - c. Sistemas de permuta iónica especialmente concebidos para a separação de isótopos de lítio, e componentes especialmente concebidos para os mesmos;
  - d. Sistemas de permuta química (que utilizam éteres-coroa, criptandos ou éteres-laço), especialmente concebidos para a separação de isótopos de lítio, e componentes especialmente concebidos para os mesmos.
- 2.C. MATERIAIS
- 2.C.1. Ligas de alumínio com ambas as seguintes características:
- a. “Capazes de” uma tensão de rutura à tração igual ou superior a 460 MPa a 293 K (20 °C), e
  - b. Sob a forma de tubos ou formas cilíndricas maciças (incluindo peças forjadas) de diâmetro exterior superior a 75 mm.

*Nota técnica:* No artigo 2.C.1. a expressão “capazes de” aplica-se às ligas de alumínio antes ou depois do tratamento térmico.

- 2.C.2. Berílio metálico, ligas com mais de 50 %, em massa, de berílio, compostos de berílio e produtos, resíduos ou sucata de qualquer destes materiais.

Nota: O artigo 2.C.2. não abrange o seguinte:

- a. Janelas metálicas para máquinas de raios X ou para sondas de perfuração;
- b. Peças de óxidos em formas acabadas ou semiacabadas, especialmente concebidas para componentes eletrónicos ou para substratos de circuitos eletrónicos;
- c. Berilo (silicato de berílio e alumínio) sob a forma de esmeraldas e águas-marinhas.

- 2.C.3. Bismuto com ambas as seguintes características:

- a. Grau de pureza de 99,99 % em massa, ou superior, e
- b. Menos de 10 ppm (partes por milhão), em massa, de prata.

- 2.C.4. Boro enriquecido no isótopo boro-10 ( $^{10}\text{B}$ ) de modo a apresentar uma abundância isotópica superior à natural, sob as seguintes formas: boro elementar, compostos de boro e misturas com boro, e produtos, resíduos ou sucata de qualquer destes materiais.

Nota: Na Rubrica 2.C.4. as misturas com boro incluem os materiais com adição de boro.

Nota técnica: A ocorrência natural do isótopo boro-10 é de aproximadamente 18,5 por cento em massa (20 átomos em cada cem).

- 2.C.5. Cálcio com ambas as seguintes características:

- a. Menos de 1 000 ppm, em massa, de impurezas metálicas que não magnésio, e
- b. Menos de 10 ppm, em massa, de boro.

- 2.C.6. Trifluoreto de cloro ( $\text{ClF}_3$ ).

- 2.C.7. “Materiais fibrosos ou filamentosos” e materiais pré-impregnados:

- a. “Materiais fibrosos ou filamentosos” de carbono ou de aramida com uma das seguintes características:

1. “Módulo de elasticidade específico” igual ou superior a  $12,7 \times 10^6$  m, ou
2. “Resistência específica à tração” igual ou superior a  $23,5 \times 10^4$  m;

Nota: O artigo 2.C.7.a. não abrange “materiais fibrosos ou filamentosos” de aramida com 0,25 % ou mais, em massa, de um modificador de superfície das fibras à base de ésteres.

- b. “Materiais fibrosos ou filamentosos” de vidro com ambas as seguintes características:

1. “Módulo de elasticidade específico” igual ou superior a  $3,18 \times 10^6$  m, e
2. “Resistência específica à tração” igual ou superior a  $7,62 \times 10^4$  m;

- c. “Fios”, “mechas”, “cabos de fibras” ou “bandas” contínuos impregnados de resina termocurada, de largura igual ou inferior a 15 mm (pré-impregnados), fabricados a partir dos “materiais fibrosos ou filamentosos” de carbono ou vidro especificados no artigo 2.C.7.a. ou no artigo 2.C.7.b.

Nota técnica: A resina forma a matriz do compósito.

- Notas técnicas:
1. No artigo 2.C.7. Entende-se por “módulo de elasticidade específico” o módulo de Young em  $\text{N/m}^2$  dividido pelo peso específico em  $\text{N/m}^3$  quando medido a uma temperatura de  $296 \pm 2$  K ( $23 \pm 2$  °C) e com uma humidade relativa de  $50 \pm 5$  %.
  2. No artigo 2.C.7. Entende-se por “resistência específica à tração” a tensão de rutura à tração em  $\text{N/m}^2$  dividida pelo peso específico em  $\text{N/m}^3$  quando medida a uma temperatura de  $296 \pm 2$  K ( $23 \pm 2$  °C) e com uma humidade relativa de  $50 \pm 5$  %.

- 2.C.8. Háfnio metálico, ligas de háfnio com mais de 60 %, em massa, de háfnio, compostos de háfnio com mais de 60 %, em massa, de háfnio, e produtos, resíduos e sucata de qualquer destes materiais.
- 2.C.9. Lítio enriquecido no isótopo lítio-6 ( ${}^6\text{Li}$ ) de modo a apresentar uma abundância isotópica superior à natural, e produtos ou dispositivos que contenham lítio enriquecido, sob as seguintes formas: lítio elementar, ligas, compostos de lítio e misturas com lítio, e produtos, resíduos ou sucata de qualquer destes materiais.

Nota: No artigo 2.C.9. não abrange os dosímetros de termoluminescência.

Nota técnica: A ocorrência natural do isótopo lítio-6 é de aproximadamente 6,5 por cento em massa (7,5 átomos em cada cem).

- 2.C.10. Magnésio com ambas as seguintes características:

- a. Menos de 200 ppm, em massa, de impurezas metálicas que não cálcio, e
- b. Menos de 10 ppm, em massa, de boro.

- 2.C.11. Aços maraging “capazes de” uma tensão de rutura à tração igual ou superior a 1 950 MPa a 293 K (20 °C).

Nota: O artigo 2.C.11. não abrange formas em que todas as dimensões lineares sejam iguais ou inferiores a 75 mm.

Nota técnica: No artigo 2.C.11. a expressão “capazes de” aplica-se aos aços maraging antes ou depois do tratamento térmico.

- 2.C.12. Rádio-226 ( ${}^{226}\text{Ra}$ ), ligas de rádio-226, compostos de rádio-226, misturas com rádio-226 e produtos ou dispositivos que contenham qualquer destes materiais.

Nota: No artigo 2.C.12. não abrange o seguinte:

- a. Aplicadores médicos;
- b. Produtos ou dispositivos que contenham menos de 0,37 GBq de rádio-226.

- 2.C.13. Ligas de titânio com ambas as seguintes características:

- a. “Capazes de” uma tensão de rutura à tração igual ou superior a 900 MPa a 293 K (20 °C), e
- b. Sob a forma de tubos ou formas cilíndricas maciças (incluindo peças forjadas) de diâmetro exterior superior a 75 mm.

Nota técnica: No artigo 2.C.13. a expressão “capazes de” aplica-se às ligas de titânio antes ou depois do tratamento térmico.

- 2.C.14. Tungsténio, carboneto de tungsténio e ligas com mais de 90 % em massa de tungsténio, com ambas as seguintes características:

- a. Em formas de simetria cilíndrica oca (incluindo segmentos cilíndricos) de diâmetro interior compreendido entre 100 e 300 mm, e
- b. Massa superior a 20 kg.

Nota: O artigo 2.C.14. não abrange peças especialmente concebidas para utilização como pesos ou colimadores de raios gama.

- 2.C.15. Zircónio com um teor de háfnio inferior a 1 parte de háfnio para 500 partes de zircónio, em massa, sob as seguintes formas: metal, ligas com mais de 50 %, em massa, de zircónio, compostos de zircónio, e produtos, resíduos ou sucata de qualquer destes materiais.

Nota: O artigo 2.C.15. não abrange o zircónio sob a forma de folhas de espessura igual ou inferior a 0,10 mm.

- 2.C.16. Pó de níquel e níquel metálico poroso:

N.B.: Para os pós de níquel especificamente preparados para o fabrico de barreiras de difusão gasosa ver documento INFCIRC/254 Parte I (tal como alterado).

- a. Pó de níquel com ambas as seguintes características:
1. Grau de pureza em termos de teor de níquel igual ou superior a 99,0 % em massa, e
  2. Granulometria média inferior a 10 µm, medida de acordo com a norma ASTM B 330;
- b. Níquel metálico poroso produzido a partir dos materiais especificados no artigo 2.C.16.a.

Nota: O artigo 2.C.16. não abrange o seguinte:

- a. Pós de níquel filamentosos;
- b. Folhas simples de níquel metálico poroso com uma área igual ou inferior a 1 000 cm<sup>2</sup> cada uma.

Nota técnica: O artigo 2.C.16.b. refere-se a metal poroso formado por compactação e sinterização do material referido no ponto 2.C.16.a. por forma a obter um material metálico com poros finos interligados em toda a estrutura.

- 2.C.17. Trítio, compostos de trítio e misturas com trítio nas quais o rácio entre o número de átomos de trítio e de hidrogénio exceda 1:1 000, e produtos ou dispositivos que contenham qualquer destes materiais.

Nota: O artigo 2.C.17. não abrange produtos ou dispositivos que contenham menos de  $1,48 \times 10^3$  GBq de trítio.

- 2.C.18. Hélio-3 (<sup>3</sup>He), misturas que contenham hélio-3, e produtos ou dispositivos que contenham qualquer destes materiais.

Nota: O artigo 2.C.18. não abrange produtos ou dispositivos que contenham menos de 1 g de hélio-3.

- 2.C.19. Radionuclídeos adequados para fazer fontes neutrónicas com base em reação alpha-n:

|                |                |             |
|----------------|----------------|-------------|
| Actínio 225    | Cúrio 244      | Polónio 209 |
| Actínio 227    | Einsteinio 253 | Polónio 210 |
| Califórnio 253 | Einsteinio 254 | Rádio 223   |
| Cúrio 240      | Gadolínio 148  | Tório 227   |
| Cúrio 241      | Plutónio 236   | Tório 228   |
| Cúrio 242      | Plutónio 238   | Urânio 230  |
| Cúrio 243      | Polónio 208    | Urânio 232  |

Sob as seguintes formas:

- a. Elementar;
- b. Compostos com uma atividade total igual ou superior a 37 GBq por kg;
- c. Misturas com uma atividade total igual ou superior a 37 GBq por kg;
- d. Produtos ou dispositivos que contenham qualquer destes materiais.

Nota: O artigo 2.C.19. não abrange produtos ou dispositivos que contenham menos de 3,7 GBq de atividade.

- 2.C.20. Rénio e ligas com 90 % ou mais, em massa, de rénio; e ligas de rénio e tungsténio contendo, em peso, 90 % ou mais de qualquer combinação de rénio e tungsténio, com ambas as seguintes características:

- a. Sob formas de simetria cilíndrica oca (incluindo segmentos cilíndricos) de diâmetro interior compreendido entre 100 e 300 mm, e
- b. Massa superior a 20 kg.

## 2.D. SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)

Nenhum

## 2.E. TECNOLOGIA

2.E.1. “Tecnologia”, de acordo com os Controlos das Tecnologias para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” dos equipamentos, materiais ou “suportes lógicos (software)” especificados em 2.A. a 2.D.

3. EQUIPAMENTOS E COMPONENTES PARA SEPARAÇÃO DE ISÓTOPOS DE URÂNIO  
(não incluídos nos artigos da lista de desencadeamento)

## 3.A. EQUIPAMENTOS, CONJUNTOS E COMPONENTES

3.A.1. Modificadores ou geradores de frequência utilizáveis como um controlador de frequência variável ou fixa, com todas as seguintes características:

N.B.1: Os modificadores ou geradores de frequência especificamente concebidos ou preparados para o processo de centrifugação a gás são controlados nos termos do doc. INFCIRC/254/Parte 2 (tal como alterado).

N.B.2: “Suportes lógicos (software)” especialmente concebidos para melhorar ou libertar o desempenho de um modificador ou gerador de frequência para satisfazer as características *infra* estão incluídos em 3.D.2 e 3.D.3.

a. Saída multifásica capaz de fornecer uma potência igual ou superior a 40 VA;

b. Funcionamento numa frequência igual ou superior a 600 Hz; e

c. Controlo de frequência melhor que (inferior a) 0,2 %.

Notas: 1. O artigo 3.A.1. apenas inclui os modificadores de frequência destinados a máquinas industriais específicas e/ou bens de consumo (máquinas-ferramentas, veículos, etc.) se esses modificadores de frequência satisfizerem as características acima especificadas quando removidos, e sob reserva da Nota Geral n.º 3.

2. Para efeitos de controlo das exportações, cabe ao Governo estabelecer se determinado modificador de frequência satisfaz as características especificadas acima, tendo em conta os condicionalismos de *hardware* e *software*.

Notas técnicas: 1. Os modificadores de frequência referidos no artigo 3.A.1. são igualmente conhecidos por conversores ou inversores.

2. As características especificadas no artigo 3.A.1. podem ser satisfeitas por determinados equipamentos comercializados, tais como: Geradores, equipamento eletrónico de ensaio, fontes de alimentação de corrente alterna, variadores de velocidade para motores, variadores de velocidade (VSD), variadores de frequência (VFD), reguladores de frequência (AFD) ou reguladores de velocidade (ASD).

3.A.2. Lasers, amplificadores e osciladores para lasers:

a. Lasers de vapor de cobre (Cu) com ambas as seguintes características:

1. Funcionamento a comprimentos de onda compreendidos entre 500 e 600 nm; e

2. Potência de saída média igual ou superior a 30 W;

b. Lasers iónicos de argon com ambas as seguintes características:

1. Funcionamento a comprimentos de onda compreendidos entre 400 e 515 nm; e

2. Potência de saída média superior a 40 W;

- c. *Lasers* dopados com neodímio (que não de vidro), com comprimento de onda de saída entre 1 000 e 1 100 nm, com uma das seguintes características:
1. Excitados por impulsos (*pulse-excited*) e de Q comutado com uma duração de impulso igual ou superior a 1 ns, e com uma das seguintes características:
    - a. Saída em modo transversal único com uma potência de saída média superior a 40 W; ou
    - b. Saída em modo transversal múltiplo com uma potência de saída média superior a 50 W;
  2. Duplicação de frequência incorporada para proporcionar um comprimento de onda de saída entre 500 e 550 nm com uma potência de saída média superior a 40 W;
- d. Osciladores para *lasers* de corantes de modo único pulsados sintonizáveis, com todas as seguintes características:
1. Funcionamento a comprimentos de onda compreendidos entre 300 e 800 nm;
  2. Potência de saída média superior a 1 W;
  3. Taxa de repetição superior a 1 kHz; e
  4. Duração do impulso inferior a 100 ns;
- e. Amplificadores e osciladores para *lasers* de corantes pulsados sintonizáveis, com todas as seguintes características:
1. Funcionamento a comprimentos de onda compreendidos entre 300 e 800 nm;
  2. Potência de saída média superior a 30 W;
  3. Taxa de repetição superior a 1 kHz; e
  4. Duração do impulso inferior a 100 ns;
- Nota: O artigo 3.A.2.e. não inclui os osciladores de modo único.
- f. *Lasers* de alexandrite com todas as seguintes características:
1. Funcionamento a comprimentos de onda compreendidos entre 720 e 800 nm;
  2. Largura de banda igual ou inferior a 0,005 nm;
  3. Taxa de repetição superior a 125 Hz; e
  4. Potência de saída média superior a 30 W;
- g. *Lasers* pulsados de dióxido de carbono com todas as seguintes características:
1. Funcionamento a comprimentos de onda compreendidos entre 9 000 e 11 000 nm;
  2. Taxa de repetição superior a 250 Hz;
  3. Potência de saída média superior a 500 W; e
  4. Duração do impulso inferior a 200 ns;
- Nota: O artigo 3.A.2.g. não inclui os *lasers* de CO<sub>2</sub> de uso industrial de maior potência (geralmente entre 1 e 5 kW) utilizados por exemplo para corte ou soldadura, dado estes *lasers* serem ou de onda contínua ou por impulsos com uma duração de impulso superior a 200 ns.
- h. *Lasers* de excímetro pulsados (Xef, XeCl, KrF) com todas as seguintes características:
1. Funcionamento a comprimentos de onda compreendidos entre 240 e 360 nm;

2. Taxa de repetição superior a 250 Hz; e
3. Potência de saída média superior a 500 W;
- i. Conversores Raman de para-hidrogénio concebidos para funcionar com um comprimento de onda de saída de 16  $\mu\text{m}$  e uma taxa de repetição superior a 250 Hz.
- j. *Lasers* pulsados de monóxido de carbono com todas as seguintes características:
  1. Funcionamento a comprimentos de onda compreendidos entre 5 000 e 6 000 nm;
  2. Taxa de repetição superior a 250 Hz;
  3. Potência de saída média superior a 200 W; e
  4. Duração do impulso inferior a 200 ns.

Nota: O artigo 3.A.2.j. não inclui os *lasers* de CO de uso industrial de maior potência (geralmente entre 1 e 5 kW) utilizados por exemplo para corte ou soldadura, dado estes *lasers* serem ou de onda contínua ou por impulsos com uma duração de impulso superior a 200 ns.

3.A.3. Válvulas com todas as seguintes características:

- a. Dimensão nominal igual ou superior a 5 mm;
- b. Empanque de fole; e
- c. Totalmente fabricadas ou revestidas de alumínio, liga de alumínio, níquel ou liga de níquel com mais de 60 % em massa de níquel.

Nota técnica: No caso das válvulas com diâmetros de entrada e de saída diferentes, a dimensão nominal no artigo 3.A.3. a. refere-se ao diâmetro menor.

3.A.4. Eletroímãs solenoidais supercondutores, com todas as seguintes características:

- a. Capazes de criar campos magnéticos superiores a 2 T;
- b. Relação entre comprimento e diâmetro interior superior a 2;
- c. Diâmetro interior superior a 300 mm; e
- d. Campo magnético de uniformidade melhor que 1 % nos 50 % centrais do volume interno.

Nota: O artigo 3.A.4. não inclui ímãs especialmente concebidos e exportados como componentes de sistemas médicos de imagiologia por ressonância magnética nuclear (NMR).

N.B.: A expressão *como componente de* não significa necessariamente como componente física incluída no mesmo envio. São permitidos envios separados de diferentes origens, desde que os respetivos documentos de exportação especifiquem claramente o envio *como componente de*.

3.A.5. Fontes de alimentação de corrente contínua de alta potência, com ambas as seguintes características:

- a. Capacidade para produzir continuamente, durante um período de oito horas, uma tensão igual ou superior a 100 V com uma corrente de saída igual ou superior a 500 A; e
- b. Estabilidade da corrente ou tensão melhor que 0,1 %, durante um período de oito horas.

3.A.6. Fontes de alimentação de corrente contínua de alta tensão, com ambas as seguintes características:

- a. Capacidade para produzir continuamente, durante um período de oito horas, uma tensão igual ou superior a 20 kV com uma corrente de saída igual ou superior a 1 A; e
- b. Estabilidade da corrente ou tensão melhor que 0,1 %, durante um período de oito horas.

- 3.A.7. Todos os tipos de transdutores de pressão capazes de medir pressões absolutas e com todas as seguintes características:
- a. Elementos sensores da pressão fabricados ou protegidos com alumínio, liga de alumínio, óxido de alumínio (alumina ou safira), níquel ou liga de níquel com mais de 60 %, em massa, de níquel, ou polímeros de hidrocarbonetos totalmente fluorados;
  - b. Vedantes, se existirem, essenciais para vedar o elemento sensor da pressão, e em contacto direto com o meio de processo, fabricados ou protegidos com alumínio, liga de alumínio, óxido de alumínio (alumina ou safira), níquel ou liga de níquel com mais de 60 %, em massa, de níquel, ou polímeros de hidrocarbonetos totalmente fluorados; e
  - c. Com uma das seguintes características:
    1. Uma escala completa de menos de 13 kPa e “precisão” superior a (melhor que)  $\pm 1$  % de escala completa; ou
    2. Uma escala completa de 13 kPa ou mais e “precisão” superior a (melhor que)  $\pm 130$  Pa, quando medida a 13 kPa.

Notas técnicas:

1. No artigo 3.A.7., entende-se por “transdutores de pressão” os dispositivos que convertem medições de pressão num sinal.
2. No artigo 3.A.7., “precisão” inclui a não-linearidade, a histerese e a repetibilidade à temperatura ambiente.

- 3.A.8. Bombas de vácuo com todas as seguintes características:
- a. Garganta de entrada de dimensão igual ou superior a 380 mm;
  - b. Velocidade de bombagem igual ou superior a 15 m<sup>3</sup>/s; e
  - c. Capazes de produzir um vácuo máximo melhor do que 13,3 mPa.

Notas técnicas:

1. A velocidade de bombagem é determinada no ponto de medição com azoto ou ar.
2. O vácuo máximo deve ser determinado à entrada da bomba, estando esta fechada.

- 3.A.9. Compressores de tipo scroll com vedante de fole e bombas de vácuo de tipo scroll com vedante de fole, com todas as seguintes características:
- a. Capazes de um caudal volúmico de admissão de 50 m<sup>3</sup>/h, ou superior;
  - b. Capazes de uma razão de pressão de 2:1 ou superior; e
  - c. Com todas as superfícies que entram em contacto com o gás de processo constituídas por qualquer dos seguintes materiais:
    1. Alumínio ou liga de alumínio;
    2. Óxido de alumínio;
    3. Aço inoxidável;
    4. Níquel ou liga de níquel;
    5. Bronze fosforoso; ou
    6. Fluoropolímeros.

Notas técnicas:

1. Em compressores e bombas de vácuo de tipo scroll, encontram-se bolsas de gás em arco armadilhadas entre um ou mais pares de chapas interligadas em espiral, ou scrolls. Um dos scrolls move-se, enquanto o outro permanece estacionário. O scroll que se move orbita em torno do scroll que permanece estacionário; não efetua movimentos de rotação. À medida que o scroll que se move orbita à volta do scroll estacionário, as bolsas de gás diminuem (ou seja, são comprimidas) enquanto se movem no sentido da porta de saída da máquina.

2. Num compressor de tipo scroll com vedante de folo ou bomba de vácuo, o gás de processo é totalmente isolado das partes lubrificadas da bomba e da atmosfera externa por um folo metálico. Uma das extremidades do folo está ligada ao scroll que se move, enquanto a outra extremidade está ligada ao corpo da bomba.
3. Os fluoropolímeros incluem, entre outros, os seguintes materiais:
  - a. Politetrafluoroetileno (PTFE),
  - b. Fluoretilenopropileno (FEP),
  - c. Perfluoroalcóxico (PFA),
  - d. Policlorotrifluoroetileno (PCTFE); e
  - e. Copolímero de fluoreto de vinilideno hexafluoropropileno.

### 3.B. EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO

3.B.1. Células eletrolíticas para a produção de flúor com uma capacidade de produção superior a 250 g de flúor por hora.

3.B.2. Equipamentos para o fabrico ou a montagem de rotores, equipamentos para o alinhamento de rotores, e mandris, cunhos e matrizes para a enformação de foles:

- a. Equipamentos para a montagem de rotores, utilizados na montagem de secções tubulares, defletores e tampas de rotores de centrifugadoras de gases;

Nota: O artigo 3.B.2.a. inclui mandris de precisão, braçadeiras e máquinas de ajustamento por retração.

- b. Equipamentos para o alinhamento de rotores, utilizados no alinhamento de secções tubulares de rotores de centrifugadoras de gases em relação a um eixo comum;

Nota técnica: No artigo 3.B.2.b., estes equipamentos são normalmente constituídos por sondas de medição de precisão ligadas a um computador que, em seguida, comanda, por exemplo, a ação dos macacos pneumáticos utilizados para alinhar as secções tubulares do rotor.

- c. Mandris, cunhos e matrizes para a enformação de foles utilizados no fabrico de foles de espira única.

Nota técnica: Os foles referidos no artigo 3.B.2.c. têm todas as seguintes características:

1. Diâmetro interior compreendido entre 75 mm e 400 mm;
2. Comprimento igual ou superior a 12,7 mm;
3. Profundidade da espira única superior a 2 mm; e
4. Fabricados de ligas de alumínio de alta resistência, de aço maraging ou de "materiais fibrosos ou filamentosos" de alta resistência.

3.B.3. Máquinas centrifugadoras de equilibragem em múltiplos planos, fixas ou portáteis, horizontais ou verticais:

- a. Máquinas centrifugadoras de equilibragem concebidas para equilibrar rotores flexíveis de comprimento igual ou superior a 600 mm, com todas as seguintes características:

1. Diâmetro útil ou diâmetro do moente superior a 75 mm;
2. Capacidade para massas compreendidas entre 0,9 e 23 kg; e
3. Capacidade para efetuar a equilibragem a velocidades de rotação superiores a 5 000 rpm;

- b. Máquinas centrifugadoras de equilibragem concebidas para equilibrar componentes cilíndricos ociosos de rotores, com todas as seguintes características:

1. Diâmetro do moente igual ou superior a 75 mm;

2. Capacidade para massas compreendidas entre 0,9 e 23 kg;
3. Capacidade para efetuar a equilibragem com um desequilíbrio residual igual ou inferior a  $0,010 \text{ kg} \times \text{mm/kg}$  por plano; e
4. Do tipo com transmissão por correia.

3.B.4. Máquinas de bobinar filamentos e equipamento conexo:

a. Máquinas de bobinar filamentos com todas as seguintes características:

1. Movimentos de posicionamento, enrolamento e bobinagem das fibras coordenados e programados em dois ou mais eixos;
2. Especialmente concebidas para o fabrico de estruturas ou laminados compósitos a partir de “materiais fibrosos ou filamentosos”; e
3. Com capacidade para bobinar tubos cilíndricos de diâmetro interno compreendido entre 75 mm e 650 mm e comprimento igual ou superior a 300 mm;

b. Comandos de coordenação e programação para as máquinas de bobinar filamentos especificadas no artigo 3.B.4.a.;

c. Mandris de precisão para as máquinas de bobinar filamentos especificadas no artigo 3.B.4.a.

3.B.5. Separadores eletromagnéticos de isótopos concebidos para ou equipados com fontes de iões simples ou múltiplas, capazes de produzir um feixe iónico de intensidade de corrente total igual ou superior a 50 mA.

Notas: 1. O artigo 3.B.5. inclui separadores capazes de enriquecer isótopos estáveis e isótopos de urânio.

N.B.: Um separador capaz de separar isótopos de chumbo com uma diferença de massa de uma unidade tem a capacidade intrínseca de enriquecer os isótopos de urânio com uma diferença de massa de três unidades.

2. O artigo 3.B.5. inclui separadores cujas fontes de iões e coletores se situam no interior do campo magnético, bem como as configurações em que estes sejam exteriores ao campo.

Nota técnica: Uma única fonte de iões de 50 mA não pode produzir mais do que 3 g de urânio altamente enriquecido (HEU) separado por ano a partir de uma alimentação de abundância natural.

3.B.6. Espetrómetros de massa capazes de medir iões com uma massa atómica igual ou superior a 230 u.m.a., com uma resolução melhor que duas partes em 230 e respetivas fontes iónicas:

N.B.: Os espetrómetros de massa especificamente concebidos ou preparados para analisar amostras “em contínuo” de hexafluoreto de urânio são controlados nos termos do documento INFCIRC/254/Parte 1 (tal como alterado).

a. Espetrómetros de massa de plasma com acoplamento por indução (ICP/MS);

b. Espetrómetros de massa de descarga luminescente (GDMS);

c. Espetrómetros de massa de ionização térmica (TIMS);

d. Espetrómetros de massa de bombardeamento de eletrões, com ambas as seguintes características:

1. Um sistema de admissão de feixe molecular que injeta um feixe colimado de moléculas de analito numa região da fonte de iões onde as moléculas são ionizadas por um feixe de eletrões; e
2. Uma ou mais “armadilhas frias” que podem ser arrefecidas a uma temperatura de 193 K (– 80 °C) ou inferior a fim de fixar moléculas de analito que não sejam ionizadas pelo feixe de eletrões;

e. Espetrómetros de massa equipados com uma fonte iónica de microfluoracção concebida para actínidos ou fluoretos de actínidos.

- Notas técnicas:
1. O artigo 3.B.6.d descreve espectrómetros de massa normalmente utilizados para a análise isotópica de amostras de gás UF<sup>6</sup>.
  2. Os espectrómetros de massa de bombardeamento de eletrões referidos no artigo 3.B.6.d são igualmente conhecidos por espectrómetros de massa de impacto de eletrões ou espectrómetros de massa de ionização de eletrões.
  3. No artigo 3.B.6.d.2, entende-se por “armadilha fria” um dispositivo que armadilha as moléculas de gás condensando-as ou congelando-as em superfícies frias. Para efeitos do presente ponto, uma bomba de vácuo criogénica em circuito fechado de hélio gasoso não é uma armadilha fria.

### 3.C. MATERIAIS

Nenhum.

### 3.D. SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)

- 3.D.1. “Suportes lógicos (software)” especialmente concebidos para a “utilização” dos equipamentos especificados nos artigos 3.A.1., 3.B.3. ou 3.B.4.
- 3.D.2. “Suportes lógicos (software)” ou chaves/códigos de cifragem especialmente concebidos para melhorar ou libertar as características de desempenho de equipamentos não incluídos no artigo 3.A.1. de modo a que estes satisfaçam ou excedam as características especificadas no artigo 3.A.1.
- 3.D.3. “Suportes lógicos (software)” ou chaves/códigos de cifragem especialmente concebidos para melhorar ou libertar as características de desempenho de equipamentos incluídos no artigo 3.A.1.

### 3.E. TECNOLOGIA

- 3.E.1. “Tecnologia”, de acordo com os Controlos das Tecnologias para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” dos equipamentos, materiais ou “suportes lógicos (software)” especificados nas Rubricas 3.A. a 3.D.

## 4. EQUIPAMENTOS RELACIONADOS COM A INSTALAÇÃO DE PRODUÇÃO DE ÁGUA PESADA (não incluídos nos artigos da lista de desencadeamento)

### 4.A. EQUIPAMENTOS, CONJUNTOS E COMPONENTES

- 4.A.1. Enchimentos especiais que possam ser utilizados na separação de água pesada da água natural e que tenham ambas as seguintes características:
  - a. Serem constituídos por malhas de bronze fosforoso ou de cobre (ambos tratados quimicamente para melhorar a molhabilidade); e
  - b. Estarem concebidos para ser utilizados em colunas de destilação de vácuo.
- 4.A.2. Bombas capazes de garantir a circulação de soluções concentradas ou diluídas do catalisador amida de potássio em amoníaco líquido (KNH<sub>2</sub>/NH<sub>3</sub>) com todas as seguintes características:
  - a. Estanques ao ar (isto é, hermeticamente fechadas);
  - b. Capacidade superior a 8,5 m<sup>3</sup>/h; e
  - c. Uma das seguintes características:
    1. Para soluções concentradas de amida de potássio (1 % ou mais), pressão de serviço de 1,5 a 60 MPa; ou
    2. Para soluções diluídas de amida de potássio (menos de 1 %), pressão de serviço de 20 a 60 MPa.
- 4.A.3. Turboexpansores ou conjuntos turboexpansor-compressor com ambas as seguintes características:
  - a. Concebidos para funcionamento com uma temperatura de saída igual ou inferior a 35 K (– 238 °C); e
  - b. Concebidos para um caudal de hidrogénio gasoso igual ou superior a 1 000 kg/h.

## 4.B. EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO

## 4.B.1. Colunas de pratos de permuta de água-sulfureto de hidrogénio e contactores internos:

N.B.: No que se refere às colunas especialmente concebidas ou preparadas para a produção de água pesada, consultar o doc. INFCIRC/254/Parte 1 (tal como alterado).

## a. Colunas de pratos de permuta de água-sulfureto de hidrogénio com todas as seguintes características:

1. Capazes de funcionar a pressões iguais ou superiores a 2 MPa;
2. Construídas em aço ao carbono austenítico de grão fino, com uma granulometria ASTM (ou equivalente) igual ou superior a 5; e
3. De diâmetro igual ou superior a 1,8 m;

## b. Contactores internos para as colunas de pratos de permuta de água-sulfureto de hidrogénio especificadas no artigo 4.B.1.a.

Nota técnica: Os contactores internos das colunas são pratos segmentados de diâmetro efetivo, após montagem, igual ou superior a 1,8 m, concebidos para facilitar o contacto em contracorrente e construídos de aço inoxidável com um teor de carbono igual ou inferior a 0,03 %. Podem ser pratos perfurados, pratos de válvulas, pratos de campânulas ou pratos de grelha ("Turbogrid").

## 4.B.2. Colunas de destilação criogénica do hidrogénio com todas as seguintes características:

- a. Concebidas para funcionamento a temperaturas interiores iguais ou inferiores a 35 K (– 238 °C);
- b. Concebidas para funcionamento a pressões interiores compreendidas entre 0,5 e 5 MPa;
- c. Construídas:
  1. Em aço inoxidável austenítico de grão fino da série 300 com baixo teor de enxofre e com uma granulometria ASTM (ou equivalente) igual ou superior a 5; ou
  2. Em materiais equivalentes que sejam simultaneamente criogénicos e compatíveis com o H<sub>2</sub>; e
- d. De diâmetro interior igual ou superior a 30 cm e "comprimento efetivo" igual ou superior a 4 m.

Nota técnica: Por "comprimento efetivo" entende-se a altura ativa do material de enchimento numa coluna tipo placa ou a altura ativa das placas internas do contactor numa coluna tipo placa.

## 4.B.3. [Deixou de ser usado — desde 14 de junho de 2013]

## 4.C. MATERIAIS

Nenhum.

## 4.D. SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)

Nenhum.

## 4.E. TECNOLOGIA

## 4.E.1. "Tecnologia", de acordo com os Controlos das Tecnologias para o "desenvolvimento", "produção" ou "utilização" dos equipamentos, materiais ou "suportes lógicos (software)" especificados nas Rubricas 4.A. a 4.D.

## 5. EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E MEDIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE ENGENHOS EXPLOSIVOS NUCLEARES

## 5.A. EQUIPAMENTOS, CONJUNTOS E COMPONENTES

## 5.A.1. Tubos fotomultiplicadores com ambas as seguintes características:

- a. Superfície do fotocátodo superior a 20 cm<sup>2</sup>; e

b. Tempo de subida do impulso anódico inferior a 1 ns.

## 5.B. EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO

5.B.1. Geradores de raios X de relâmpago ou aceleradores de eletrões pulsados, com um dos seguintes conjuntos de características:

- a. 1. Uma energia eletrónica de pico do acelerador igual ou superior a 500 KeV mas inferior a 25 MeV; e
2. Um coeficiente de mérito (K) igual ou superior a 0,25; ou
- b. 1. Uma energia eletrónica de pico do acelerador igual ou superior a 25 MeV; e
2. Uma potência de pico superior a 50 MW.

Nota: O artigo 5.B.1. não abrange os aceleradores que são componentes de dispositivos concebidos para fins que não abrangem feixes eletrónicos ou radiação de raios X (microscopia eletrónica, por exemplo) nem os concebidos para fins médicos.

Notas técnicas: 1. O coeficiente de mérito K é definido como:  $K = 1.7 \times 10^3 V^{2.65} Q$ . V é a energia eletrónica de pico em milhões de eletrões-volt. Caso a duração de impulso do feixe do acelerador seja inferior ou igual a 1  $\mu$ s, Q é a carga acelerada total em coulombs. Se a duração de impulso do feixe do acelerador for superior a 1  $\mu$ s, Q é a carga acelerada máxima em 1  $\mu$ s. Q = integral de i em ordem a t, ao longo do menor de dois intervalos de tempo: 1  $\mu$ s ou a duração do impulso do feixe ( $Q = \int i dt$ ), em que i é a corrente do feixe em amperes e t é o tempo em segundos.

2. Potência de pico = (potencial de pico em volts)  $\times$  (corrente de pico do feixe em amperes).

3. Em máquinas baseadas em cavidades de aceleração de micro-ondas, a duração do impulso do feixe é o menor de dois intervalos de tempo: 1  $\mu$ s ou a duração do pacote de feixes resultante de um impulso modulador de micro-ondas.

4. Em máquinas baseadas em cavidades de aceleração de micro-ondas, a corrente de pico do feixe é a corrente média durante o tempo em que existe um pacote de feixes.

5.B.2. Sistemas de artilharia de alta velocidade (sistemas de propulsante, gás, bobina, de tipo eletromagnético e eletro-térmico e outros sistemas avançados), capazes de acelerar projéteis a velocidades iguais ou superiores a 1,5 km/s.

Nota: Este artigo não abrange peças de artilharia especialmente concebidas para sistemas de armas de alta velocidade inicial.

5.B.3. Câmaras de alta velocidade e dispositivos de imagem e componentes para as mesmas:

N.B.: "Suportes lógicos (software)" especialmente concebidos para melhorar ou libertar o desempenho de câmaras, ou dispositivos de imagem para satisfazer as características infra estão incluídos em 5.D.1 e 5.D.2.

a. Câmaras de registo contínuo e componentes especialmente concebidos para as mesmas:

1. Câmaras de registo contínuo com velocidades de registo superiores a 0,5 mm/ $\mu$ s;
2. Câmaras eletrónicas de registo contínuo com resolução temporal igual ou inferior a 50 ns;
3. Tubos de registo contínuo para as câmaras especificadas em 5.B.3.a.2.;
4. *Plug-ins* especialmente concebidos para utilização em câmaras de registo contínuo com estruturas modulares e que permitem as especificações de desempenho em 5.B.3.a.1 ou 5.B.3.a.2.;
5. Unidades eletrónicas sincronizadoras e conjuntos de rotor constituídos por turbinas, espelhos e chumaceiras, especialmente concebidos para as câmaras especificadas em 5.B.3.a.1.

b. Câmaras de imagens separadas e componentes especialmente concebidos para as mesmas:

1. Câmaras de imagens separadas com velocidades de registo superiores a 225 000 imagens por segundo;
2. Câmaras de imagens separadas com tempo de exposição por imagem igual ou inferior a 50 ns;

3. Tubos de imagens separadas e dispositivos de imagem de semicondutores com um tempo de seleção de imagem rápida (obturador) igual ou inferior a 50 ns, especialmente concebidos para as câmaras especificadas em 5.B.3.b.1 ou 5.B.3.b.2.;
  4. *Plug-ins* especialmente concebidos para utilização em câmaras de imagens separadas com estruturas modulares e que permitem as especificações de desempenho em 5.B.3.b.1 ou 5.B.3.b.2.;
  5. Unidades eletrónicas sincronizadoras e conjuntos de rotor constituídos por turbinas, espelhos e chumaceiras, especialmente concebidos para as câmaras especificadas em 5.B.3.b.1 ou 5.B.3.b.2.
- c. Câmaras de semicondutores ou de válvulas, e componentes especialmente concebidos para as mesmas:
1. Câmaras de semicondutores ou câmaras de válvulas com um tempo de seleção de imagem rápida (obturador) igual ou inferior a 50 ns;
  2. Dispositivos de imagem de semicondutores e tubos intensificadores de imagem com um tempo de seleção de imagem rápida (obturador) igual ou inferior a 50 ns, especialmente concebidos para as câmaras especificadas em 5.B.3.c.1.;
  3. Obturadores eletro-óticos com células de Kerr ou de Pockels, com um tempo de seleção de imagem rápida (obturador) igual ou inferior a 50 ns;
  4. *Plug-ins* especialmente concebidos para utilização em câmaras com estruturas modulares e que permitem as especificações de desempenho em 5.B.3.c.1.;

*Nota técnica:* As câmaras de fotograma único de alta velocidade podem ser utilizadas apenas para produzir uma imagem única de um evento dinâmico, ou várias dessas câmaras podem ser combinadas num sistema sequencial para produzir imagens múltiplas de um evento.

5.B.4. [Deixou de ser usado — desde 14 de junho de 2013]

5.B.5. Instrumentos especializados para experiências hidrodinâmicas:

- a. Interferómetros de velocidade para medição de velocidades superiores a 1 km/s durante períodos inferiores a 10  $\mu$ s;
- b. Manómetros de pressão de choque capazes de medir pressões superiores a 10 GPa, incluindo manómetros de manganina, itérbio e difluoreto de polivinilideno (PVBF, PVF<sub>2</sub>);
- c. Transdutores de pressão de quartzo para pressões superiores a 10 GPa.

*Nota:* O artigo 5.B.5.a. inclui interferómetros de velocidade como os VISAR (Velocity Interferometer System for Any Reflector), DLI (Doppler laser interferometers) PDV (Photonic Doppler Velocimeters), também conhecidos como Het-V (Heterodyne Velocimeters).

5.B.6. Geradores de impulsos de alta velocidade e cabeças de impulso para as mesmas, com ambas as seguintes características:

- a. Tensão de saída superior a 6 V em cargas resistentes inferiores a 55 ohms, e
- b. “Tempos de transição de impulsos” inferiores a 500 ps.

*Notas técnicas:* 1. No artigo 5.B.6.b. entende-se por “tempo de transição de impulsos” o intervalo de tempo que corresponde à transição de 10 % para 90 % da amplitude da tensão.

2. Cabeças de impulso são redes geradoras de impulsos concebidas para aceitar uma função de salto de tensão e transformá-la numa variedade de formas de impulso que podem incluir tipos retangulares, triangulares, a intervalos, a impulsos, exponenciais ou monociclo. As cabeças de impulso podem ser parte integrante do gerador de impulsos, podem ser um módulo de conexão ao dispositivo ou podem ser um dispositivo externo conectado.

5.B.7. Invólucros, câmaras, contentores e outros dispositivos de contenção semelhantes para conteúdos altamente explosivos concebidos para o ensaio de explosivos ou dispositivos explosivos, com ambas as seguintes características:

- a. Concebidos para conter plenamente uma explosão equivalente a 2 kg de TNT ou superior; e

- b. Com elementos ou características de conceção que permitem a transferência, em tempo real ou diferida, de informações de diagnóstico ou de medição.

5.C. MATERIAIS

Nada.

5.D. SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)

- 5.D.1. “Suportes lógicos (*software*)” ou chaves/códigos de cifragem especialmente concebidos para melhorar ou libertar as características de desempenho de equipamentos não incluídos no artigo 5.B.3. de modo a que estes satisfaçam ou excedam as características especificadas no artigo 5.B.3.

- 5.D.2. “Suportes lógicos (*software*)” ou chaves/códigos de cifragem especialmente concebidos para melhorar ou libertar as características de desempenho de equipamentos incluídos no artigo 5.B.3.

5.E. TECNOLOGIA

- 5.E.1. “Tecnologia”, de acordo com os Controlos das Tecnologias para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” dos equipamentos, materiais ou “suportes lógicos (*software*)” especificados em 5.A. a 5.D.

6. COMPONENTES PARA ENGENHOS EXPLOSIVOS NUCLEARES

6.A. EQUIPAMENTOS, CONJUNTOS E COMPONENTES

6.A.1. Detonadores e sistemas de desencadeamento multipontos:

- a. Detonadores explosivos controlados eletricamente:

1. Ponte explosiva (EB);
2. Fio de ponte explosiva (EBW);
3. Percussor;
4. Desencadeadores de folha fina explosiva (EFI);

- b. Dispositivos que utilizam detonadores simples ou múltiplos concebidos para o desencadeamento quase simultâneo de uma superfície explosiva maior que 5 000 mm<sup>2</sup> a partir de um único sinal de ignição, com um tempo de desencadeamento em toda a superfície inferior a 2,5 µs.

Nota: O artigo 6.A.1. não inclui detonadores que utilizem apenas explosivos primários, como azida de chumbo.

Nota técnica: No artigo 6.A.1. os detonadores em causa utilizam um pequeno condutor elétrico (ponte, fio de ponte ou folha fina) que se vaporiza explosivamente quando percorrido por um impulso elétrico rápido de alta intensidade. Nos tipos desprovidos de percussor, o condutor explosivo dá início a uma detonação química num material de contacto altamente explosivo como o PETN (tetranitrato de pentaeritritol). Nos detonadores com percussor, a vaporização explosiva do condutor elétrico aciona um gatilho ou percussor através de uma abertura e o impacto do percussor sobre um explosivo dá início a uma detonação química. O percussor é acionado, em alguns modelos, por uma força magnética. A expressão detonador de folha fina explosiva pode referir-se tanto a um detonador EB como a um detonador com percussor. Além disso, é por vezes utilizado o termo desencadeador em lugar de detonador.

6.A.2. Dispositivos de ignição e geradores de impulsos de alta corrente equivalentes:

- a. Dispositivos de ignição de detonadores (sistemas iniciadores, *firesets*), incluindo dispositivos de ignição ativados eletronicamente, oticamente e por explosivos, concebidos para ativar detonadores controlados de forma múltipla especificados no artigo 6.A.1. *supra*;
- b. Geradores modulares de impulsos elétricos (pulsadores), com todas as seguintes características:
1. Concebidos para equipamentos portáteis, móveis ou robustecidos;

2. Capazes de fornecer a sua energia em menos de 15  $\mu$ s em cargas inferiores a 40 ohms;
  3. Com uma corrente de saída superior a 100 A;
  4. Sem dimensões superiores a 30 cm;
  5. Com peso inferior a 30 kg; e
  6. Especificados para funcionar numa gama alargada de temperaturas de 223 K a 373 K (– 50 °C a 100 °C) ou especificados como aptos para aplicações aeroespaciais.
- c. Unidades de microignição com todas as seguintes características:
1. Sem dimensões superiores a 35 mm;
  2. Tensão nominal igual ou superior a 1 kV; e
  3. Capacidade igual ou superior a 100 nF.

Nota: Os dispositivos de ignição ativados óticamente incluem tanto os que utilizam desencadeamento por *laser* como os que utilizam carregamento por *laser*. Os dispositivos de ignição ativados por explosivos incluem tanto os que utilizam materiais ferroelétricos como os que utilizam materiais ferromagnéticos. O artigo 6.A.2.b. inclui os acionadores de lâmpadas de arco de xénon.

6.A.3. Dispositivos de comutação, como se segue:

- a. Válvulas de cátodo frio, cheias ou não com gás, que funcionam como espinterómetros, com todas as seguintes características:
1. Três ou mais elétrodos;
  2. Tensão anódica nominal de pico igual ou superior a 2,5 kV;
  3. Corrente anódica nominal de pico igual ou superior a 100 A; e
  4. Tempo de atraso no ânodo igual ou inferior a 10  $\mu$ s.

Nota: O artigo 6.A.3.a. inclui as válvulas de gás kryton e as válvulas de vácuo sprytron.

b. Espinterómetros controlados por impulso com ambas as seguintes características:

1. Tempo de atraso no ânodo igual ou inferior a 15  $\mu$ s; e
2. Corrente nominal de pico igual ou superior a 500 A;

c. Módulos ou conjuntos com uma função de comutação rápida, com as seguintes características:

1. Tensão anódica nominal de pico superior a 2 kV;
2. Corrente anódica nominal de pico igual ou superior a 500 A; e
3. Tempo de arranque igual ou inferior a 1  $\mu$ s.

6.A.4. Condensadores de impulso de descarga com um dos seguintes conjuntos de características:

- a.
1. Tensão nominal superior a 1,4 kV;
  2. Armazenamento de energia superior a 10 J;
  3. Capacitância superior a 0,5  $\mu$ F; e
  4. Indutância série inferior a 50 nH; ou

- b. 1. Tensão nominal superior a 750 V;
  - 2. Capacitância superior a 0,25  $\mu$ F; e
  - 3. Indutância série inferior a 10 nH.
- 6.A.5. Sistemas geradores de neutrões, incluindo tubos, com ambas as seguintes características:
- a. Concebidos para funcionamento sem sistema de vácuo externo; e
  - b. 1. Utilizarem a aceleração eletrostática para induzir uma reação nuclear trítio-deutério; ou
  - 2. Utilizarem a aceleração eletrostática para induzir uma reação nuclear deutério-deutério e capaz de uma potência de  $3 \times 10^9$  neutrões/s ou superior.
- 6.A.6. *Striplines* para fornecer uma trajetória de baixa indutância aos detonadores com as seguintes características:
- a. Tensão nominal superior a 2 kV; e
  - b. Indutância inferior a 20 nH.
- 6.B. EQUIPAMENTOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO
- Nada.
- 6.C. MATERIAIS
- 6.C.1. Substâncias ou misturas altamente explosivas, com mais de 2 %, em massa, de qualquer das seguintes:
- a. Ciclotetrametilenotetranitramina (HMX) (CAS 2691-41-0);
  - b. Ciclotrimetilenotrinitramina (RDX) (CAS 121-82-4);
  - c. Triaminotrinitrobenzeno (TATB) (CAS 3058-38-6);
  - d. amino dinitrobenzofuroxano ou 7-Amino-4,6-dinitrobenzofurazano-1-óxido (ADNBF) (CAS 97096-78-1);
  - e. 1,1 diamino -2,2-dinitroetileno (DADE ou FOX7) (CAS 145250-81-3);
  - f. 2,4 dinitroimidazol (DNI) (CAS 5213-49-0);
  - g. Diaminoazofurazano (DAAOF ou DAAF) (CAS 78644-89-0);
  - h. Diaminotrinitrobenzeno (DATB) (CAS 1630-08-6);
  - i. Dinitroglicolurilo (DNGU ou DINGU) (CAS 55510-04-8);
  - j. 2,6-bis(picrilamino)-3,5-dinitropiridina (PYX) (CAS 38082-89-2);
  - k. 3,3'-diamino-2,2',4,4',6,6'-hexanitrobifenilo ou dipicramida (DIPAM) (CAS 17215-44-0);
  - l. diaminoazofurazano (DAAzF) (CAS 78644-90-3);
  - m. 1,4,5,8-tetranitro-piridazino[4,5-d] piridazina (TNP) (CAS 229176-04-9);
  - n. Hexanitroestilbeno (HNS) (CAS 20062-22-0); ou
  - o. Qualquer explosivo de densidade cristalina superior a 1,8 g/cm<sup>3</sup> e com velocidade de detonação superior a 8 000 m/s.
- 6.D. SUPORTES LÓGICOS (SOFTWARE)
- Nada.

## 6.E. TECNOLOGIA

- 6.E.1. “Tecnologia”, de acordo com os Controlos das Tecnologias para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” dos equipamentos, materiais ou “suportes lógicos (*software*)” especificados em 6.A. a 6.D.

## ANEXO II

**Lista dos outros bens e tecnologias, incluindo *software*, referidos no artigo 3.º-A**

## NOTAS INTRODUTÓRIAS

1. Salvo indicação em contrário, os números de referência utilizados na coluna intitulada “Descrição” referem-se às descrições dos artigos de dupla utilização enumerados no Anexo I do Regulamento (CE) n.º 428/2009.
2. Um número de referência na coluna infra intitulada “Rubrica conexa do Anexo I do Regulamento (CE) n.º 428/2009” significa que as características do bem descrito na coluna “Descrição” não coincidem com os parâmetros indicados na descrição do bem de dupla utilização a que se faz referência.
3. As definições dos termos entre ‘aspas simples’ são dadas em notas técnicas nas rubricas correspondentes.
4. As definições dos termos entre “aspas duplas” encontram-se no Anexo I do Regulamento (CE) n.º 428/2009.

## NOTAS GERAIS

1. O objeto dos controlos referidos no presente anexo não deve ser contrariado pela exportação de mercadorias não controladas (incluindo instalações) que contenham um ou mais componentes que tenham sido controlados, nos casos em que o ou os componentes controlados sejam o elemento principal dessas mercadorias e possam ser removidos ou utilizados para outros fins.

N.B.: Para avaliar se o ou os componentes controlados devem ou não ser considerados o elemento principal, é necessário ponderar fatores como a quantidade, o valor e o *know-how* técnico em jogo, bem como outras circunstâncias especiais que possam justificar a classificação do ou dos componentes controlados como elemento principal das mercadorias em questão.

2. Os bens especificados no presente anexo incluem tanto os bens novos como os usados.

## NOTA GERAL SOBRE TECNOLOGIA (NGT)

(Ler em conjugação com a secção II.B)

1. A venda, fornecimento, transferência ou exportação de “tecnologia” “necessária” para o “desenvolvimento”, “produção” ou “utilização” de bens cuja venda, fornecimento, transferência ou exportação sejam controlados na Parte A (Produtos), são controlados em conformidade com o disposto na Secção II.B.
2. A “tecnologia” “necessária” para o “desenvolvimento”, a “produção” ou a “utilização” de bens sujeitos a controlo mantém-se sujeita a controlo mesmo quando aplicável a bens não controlados.
3. Os controlos não se aplicam à “tecnologia” mínima necessária para a instalação, exploração, manutenção (verificação) e reparação de bens não controlados ou cuja exportação tenha sido autorizada em conformidade com o Regulamento (CE) n.º 423/2007 ou com o presente regulamento.
4. Os controlos da transferência de “tecnologia” não se aplicam às informações “do domínio público”, à “investigação científica de base” ou à informação mínima necessária a fornecer nos pedidos de patente.