

CAPÍTULO 2.7

CLASSE 7 - MATERIAIS RADIOATIVOS

2.7.1 Definição da Classe 7

2.7.1.1 *Material radioativo* é qualquer material que contenha radionuclídeos e no qual tanto a concentração da atividade quanto a atividade total na expedição excedam os valores especificados em 2.7.7.2.1 a 2.7.7.2.6.

2.7.1.2 Para os fins deste Regulamento, os materiais radioativos a seguir não estão incluídos na Classe 7:

- a) Material radioativo que seja parte integrante de meios de transporte;
- b) Material radioativo movimentado dentro de um estabelecimento sujeito a normas de segurança apropriadas em vigor e onde a movimentação não envolva rodovias ou ferrovias públicas;
- c) Material radioativo implantado ou incorporado numa pessoa ou num animal vivo para diagnóstico ou tratamento;
- d) Material radioativo em produtos de consumo que tenham recebido aprovação regulamentar após sua venda ao usuário final;
- e) Materiais e minérios naturais que contenham radionuclídeos de ocorrência natural e que não se destinem a processamento para uso desses radionuclídeos, desde que a concentração de atividade do material não exceda dez vezes os valores especificados em 2.7.7.2.

2.7.2 Definições

A_1 e A_2

A_1 — é o valor da atividade dos materiais radioativos sob forma especial, relacionados no quadro constante em 2.7.7.2.1 ou em 2.7.7.2.2 e que é usado para determinar os limites da atividade para as exigências deste Regulamento.

A_2 — é o valor da atividade dos materiais radioativos, exceto material radioativo sob forma especial, relacionado no quadro constante em 2.7.7.2.1 ou em 2.7.7.2.2 e que é usado para determinar os limites da atividade para as exigências deste Regulamento.

Aprovação

Aprovação multilateral — é a aprovação das autoridades competentes tanto do país de origem do projeto ou da remessa e de cada país de trânsito ou de destino da expedição. A expressão “de trânsito e de destino” exclui especificamente “sobre”, ou seja, as exigências de aprovação e

notificação não se aplicam a países sobre os quais o material radioativo seja transportado em aeronave, desde que não haja escala prevista naquele país.

Aprovação unilateral — é a aprovação de um projeto apenas pela autoridade competente do país de origem do projeto.

Atividade específica de um radionuclídeo — é a atividade por unidade de massa daquele radionuclídeo. A atividade específica de um material determina a atividade por unidade de massa ou de volume do material, no qual os radionuclídeos têm uma distribuição essencialmente uniforme.

Contaminação:

Contaminação — é a presença, numa superfície, de uma substância radioativa em quantidades superiores a $0,4\text{Bq}/\text{cm}^2$ para emissores beta e gama e emissores alfa de baixa toxicidade, ou superiores a $0,04\text{Bq}/\text{cm}^2$ para todos os demais emissores alfa.

Contaminação fixada — é contaminação que não pode ser removida de uma superfície em condições de transporte rotineiras.

Contaminação não-fixada — é contaminação que pode ser removida de uma superfície em condições de transporte rotineiras.

Contêiner de carga, no caso de transporte de material radioativo — é um equipamento de transporte projetado para facilitar o transporte de bens (embalados ou não) por uma ou mais modalidades de transporte, sem recarregamento intermediário. Ele deve apresentar característica de fechamento permanente, ser suficientemente rígido e forte para permitir uso repetido e ser equipado com dispositivos que facilitem seu manuseio, particularmente em transbordos entre meios de transporte e entre modalidades. Um contêiner cuja maior dimensão externa seja inferior a 1,5m ou cujo volume interno (capacidade) seja de até $3,0\text{m}^3$ é considerado contêiner pequeno. Qualquer outro contêiner de carga é considerado contêiner grande.

Conteúdo radioativo — é o material radioativo, juntamente com quaisquer sólidos, líquidos e gases contaminados ou ativados contidos na embalagem.

Embalagem, no caso de material radioativo — é o conjunto de componentes necessários para encerrar completamente o conteúdo radioativo. A embalagem pode consistir em um ou mais recipientes, materiais absorventes, espaçadores, blindagem de radiação e equipamento de serviço de enchimento, esvaziamento, ventilação e alívio de pressão; dispositivos de resfriamento, de absorção de choques mecânicos, de manuseio e fixação, de isolamento térmico e dispositivos de serviço integrantes da embalagem. A embalagem pode ser tanto caixa, tambor ou recipiente similar, quanto contêiner, tanque ou contentor intermediário de granéis.

Nota: Quanto a embalagens de outros produtos perigosos, ver definições em 1.2.1.

Emissores alfa de baixa toxicidade — são: urânio natural; urânio empobrecido; tório natural; urânio-235 ou urânio-238; tório-232; tório-228 e tório-230 quando contidos em minérios ou em concentrados físicos e químicos; ou emissores alfa com meia-vida inferior a dez dias.

Índice de Segurança de Criticalidade (ISC) atribuído a um volume, sobreembalagem ou contêiner que contenha material fissil — é um número utilizado para permitir o controle da acumulação de volumes, sobreembalagens ou contêineres que contenham material fissil.

Índice de Transporte (IT) atribuído a volume, sobreembalagem ou contêiner, ou a material BAE-I ou OCS-I — é um número utilizado para permitir o controle da exposição à radiação.

Material de Baixa Atividade Específica (BAE) — ver 2.7.3

Material fissil — abrange: urânio-233, urânio-235, plutônio-239, plutônio-241, ou qualquer combinação desses radionuclídeos. Excetuam-se desta definição:

- a) Urânio natural ou urânio empobrecido não-irradiados; e
- b) Urânio natural ou urânio empobrecido que tenham sido irradiados somente em reatores térmicos.

Material radioativo de baixa dispersão — é material radioativo sólido, ou material radioativo sólido em cápsula selada, que apresente dispersão limitada e não esteja em forma de pó.

Material radioativo sob forma especial — ver 2.7.4.1.

Nível de radiação — taxa de dose equivalente, expressa em milisieverts por hora.

Objeto Contaminado na Superfície (OCS) — ver 2.7.5.

Pressão de operação normal máxima — é a pressão máxima acima da pressão atmosférica ao nível médio do mar que pode desenvolver-se no sistema de contenção num período de um ano, nas condições de temperatura e radiação solar correspondentes às condições ambientais, na ausência de ventilação, de sistema de alívio, de resfriamento externo por sistema auxiliar, ou de controles operacionais durante o transporte.

Projeto — é a descrição de material radioativo sob forma especial, de material radioativo de baixa dispersão, de volume ou embalagem que possibilite a completa identificação de tal item. A descrição pode incluir especificações, desenhos técnicos, relatórios que demonstrem o atendimento das exigências regulamentares e outros documentos pertinentes.

Sistema de confinamento — é o conjunto de material fissil e de componentes de embalagem especificada pelo projetista e aceita pela autoridade competente com a finalidade de preservar segurança em termos de criticalidade.

Sistema de contenção — é o conjunto de componentes de embalagem especificada pelo projetista com a finalidade de reter o material radioativo durante o transporte.

Tório não-irradiado — é o tório com até 10^{-7} g de urânio-233 por grama de tório-232.

Urânio natural, empobrecido, enriquecido — significa o seguinte:

Urânio natural — é o urânio quimicamente separado que contenha a distribuição de isótopos de urânio que ocorre naturalmente (aproximadamente 99,28% de urânio-238 e 0,72% de urânio-235, em massa).

Urânio empobrecido — é o urânio que contém um percentual em massa, de urânio-235, menor que 0,72%.

Urânio enriquecido — é o urânio que contém mais de 0,72%, em massa, de urânio-235. Em todos os casos, faz-se presente um percentual muito pequeno de urânio-234.

Urânio não-irradiado — é o urânio com até 2×10^3 Bq de plutônio por grama de urânio-235, até 9×10^6 Bq de produtos de fissão por grama de urânio-235 e até 5×10^{-3} g de urânio-236 por grama de urânio-235.

Uso exclusivo — é o uso por um único expedidor, com exclusividade, de um meio de transporte ou de um contêiner grande, cujas operações iniciais, intermediárias e finais de carga e descarga são realizadas de acordo com a orientação do expedidor ou do destinatário.

Volume, no caso de material radioativo — é a embalagem com seu conteúdo radioativo como apresentado prontos para transporte. São os seguintes os tipos de volumes abrangidos por este Regulamento, sujeitos aos limites de atividade e às restrições de materiais de 2.7.7 e que obedecem às exigências correspondentes:

- a) Volume com isenção;
- b) Volume industrial Tipo 1 (Tipo IP-1);
- c) Volume industrial Tipo 2 (Tipo IP-2);
- d) Volume industrial Tipo 3 (Tipo IP-3);
- e) Volume tipo A;
- f) Volume tipo B(U);
- g) Volume Tipo B(M);
- h) Volume Tipo C.

Volumes com material fissil ou hexafluoreto de urânio estão sujeitos a exigências adicionais.

Nota: Quanto a volumes de outros produtos perigosos, ver definições em 1.2.1.

2.7.3 Material de Baixa Atividade Específica (BAE), determinação dos grupos

2.7.3.1 São denominados materiais de Baixa Atividade Específica ou materiais BAE os materiais radioativos que, por natureza, apresentam limitada atividade específica, ou materiais radioativos aos quais se aplicam limites de atividade específica média estimada. Os materiais de blindagem externa de materiais BAE não são considerados na determinação de atividade específica média estimada.

2.7.3.2 Materiais BAE se enquadram em um dos três seguintes grupos:

- a) BAE-I
 - (i) minérios de urânio e tório e concentrados desses minérios, e outros minérios que contenham radionuclídeos que ocorrem naturalmente e que se destinam a processamento para uso desses radionuclídeos;
 - (ii) urânio natural sólido não-irradiado, urânio empobrecido, tório natural ou seus composto ou misturas sólidos ou líquidos;
 - (iii) material radioativo cujo valor A_2 é ilimitado (exceto material fissil em quantidades sem isenção em 6.4.11.2); ou

- (iv) outros materiais radioativos cuja atividade seja uniformemente distribuída e cuja atividade específica média estimada não exceda 30 vezes os valores de concentração de atividade especificados em 2.7.7.2.1 a 2.7.7.2.6, exceto material físsil em quantidades sem isenção em 6.4.11.2.
- b) BAE-II
 - (i) água com trítio em concentrações de até 0,8TBq/l; ou
 - (ii) outros materiais cuja atividade esteja uniformemente distribuída e cuja atividade específica média estimada não exceda $10^{-4}A_2/g$ para sólidos e gases, e $10^{-5}A_2/g$ para líquidos.
 - c) BAE-III — Sólidos (p. ex., rejeitos consolidados e materiais ativados), exceto pós, nos quais:
 - (i) o material radioativo esteja uniformemente distribuído num sólido ou num conjunto de objetos sólidos, ou apresente uma distribuição razoavelmente uniforme num agente aglutinante sólido compacto (como concreto, betume, cerâmica etc.);
 - (ii) o material radioativo seja relativamente insolúvel, ou que esteja incorporado em matriz relativamente insolúvel, de forma que, mesmo ocorrendo perda da embalagem, a perda de material radioativo por volume por lixiviação, quando colocado em água por sete dias, não exceda $0,1A_2$; e
 - (iii) a atividade específica média estimada do sólido, excluindo qualquer material de blindagem, não exceda $2 \times 10^{-3}A_2/g$.

2.7.3.3 O material BAE-III deve ser um sólido de tal natureza que, se todo o conteúdo de um volume for submetido ao ensaio especificado em 2.7.3.4, a atividade na água não excederá $0,1A_2$.

2.7.3.4 O material BAE-III deve ser ensaiado como a seguir:

Uma amostra de material sólido representativo de todo o conteúdo do volume deve ser imerso, por sete dias, em água a temperatura ambiente. O volume de água a ser utilizado deve ser suficiente para que, ao final do período de ensaio de sete dias, o volume livre de água não-absorvido e que não-reagiu seja de, no mínimo, 10% do volume da própria amostra. A água deve ter um pH inicial de 6 a 8 e uma condutividade máxima de 1mS/m a 20°C. Ao final do período de sete dias de ensaio, deve-se medir a atividade total do volume de água livre.

2.7.3.5 A demonstração de conformidade aos padrões de desempenho constantes em 2.7.3.4 deve estar de acordo com [6.4.12.1](#) e [6.4.12.2](#).

2.7.4 Exigências relativas a material radioativo sob forma especial

2.7.4.1 *Material radioativo sob forma especial é:*

- a) Um material radioativo sólido não-dispersivo; ou
- b) Uma cápsula selada com material radioativo, fabricada de modo que só possa ser aberta por destruição.

O material radioativo sob forma especial deve ter, no mínimo, uma dimensão não-inferior a 5mm.

2.7.4.2 O material radioativo sob forma especial deve ser de tal natureza ou ser projetado de tal forma que, se sujeito aos ensaios especificados em 2.7.4.4 a 2.7.4.8, atenda às seguintes exigências:

- a) Não se quebre nem se estilhace quando submetida aos ensaios de impacto, percussão ou flexão constantes em 2.7.4.5(a)(b)(c), 2.7.4.6(a), conforme aplicável;
- b) Não se disperse nem se funda quando submetida ao ensaio térmico aplicável, constante em 2.7.4.5(d) ou 2.7.4.6(b); e
- c) A atividade na água dos ensaios de lixiviação especificados em 2.7.4.7 e 2.7.4.8 não exceda 2KBq; ou, alternativamente, para fontes seladas, a taxa de vazamento do ensaio de avaliação de vazamento volumétrico especificado na ISO 9978:1992 – “Radioproteção – Fontes Radioativas Seladas – Métodos de Ensaio de Vazamento” não exceda o limiar de aceitação definido pela autoridade competente⁽¹⁾.

2.7.4.3 A demonstração de conformidade aos padrões de desempenho especificados em 2.7.4.2 deve estar de acordo com **6.4.12.1 e 6.4.12.2**.

2.7.4.4 Amostras que incluam ou simulem material radioativo sob forma especial devem ser submetidas aos ensaios de impacto, de percussão, de flexão e de calor especificados em 2.7.4.5 ou autorizados pela **autoridade competente**⁽¹⁾, os ensaios alternativos, citados em 2.7.4.6. Pode ser utilizada uma amostra para cada ensaio. Após cada ensaio, deve-se efetuar avaliação de lixiviação ou ensaio de vazamento volumétrico por método não menos sensível que aqueles apresentados em 2.7.4.7 para material sólido não-dispersivo, ou em 2.7.4.8, para material encapsulado.

2.7.4.5 Os métodos de ensaio pertinentes são:

- a) Ensaio de impacto: Deve-se deixar cair a amostra sobre o alvo de uma altura de 9m. O alvo deve ser como definido em **6.4.14**;
- b) Ensaio de percussão: A amostra deve ser colocada sobre uma folha de chumbo, que deve estar apoiada numa superfície sólida lisa, e golpeada com a face plana de uma barra de aço doce de modo a provocar impacto equivalente ao resultante da queda livre de 1,4kg da altura de um metro. A parte inferior da barra deve ter 25mm de diâmetro e as bordas arredondadas com um raio de (3,0±0,3)mm. O chumbo, com dureza número 3,5 a 4,5 na escala Vickers e com até 25mm de espessura, deve cobrir área maior que a coberta pela amostra. Para cada impacto deve ser utilizada uma nova superfície de chumbo. A barra deve golpear a amostra de modo a provocar dano máximo;
- c) Ensaio de flexão: Este ensaio deve ser aplicado apenas a fontes longas e delgadas, de comprimento mínimo de 10cm e razão comprimento/largura não-inferior a 10. A amostra deve ser firmemente presa em posição

⁽¹⁾ CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

horizontal de modo que metade de seu comprimento se projete da face do grampo. A orientação da amostra deve ser tal que ela sofra o máximo dano quando sua extremidade livre for golpeada pela superfície plana de uma barra de aço. A barra deve golpear a amostra de modo a causar impacto equivalente ao resultante da queda livre de 1,4kg da altura de um metro. A parte inferior da barra deve ter 25mm de diâmetro com as bordas arredondadas com um raio de $(3,0 \pm 0,3)$ mm.

- d) Ensaio térmico: A amostra deve ser aquecida em ar até uma temperatura de 800°C e mantida nessa temperatura por período de dez minutos, após o que deve-se deixar que esfrie.

2.7.4.6 Amostras que incluam ou simulem material radioativo contido numa cápsula selada podem ser isentadas:

- a) Dos ensaios prescritos em 2.7.4.5(a) e 2.7.4.5(b), desde que a massa do material radioativo sob forma especial seja inferior a 200g e que seja submetido, alternativamente, ao ensaio de impacto da Classe 4, prescrito na ISO 2919:1980 “Fontes radioativas seladas – Classificação”; e
- b) Do ensaio prescrito em 2.7.4.5(d), desde que, alternativamente, seja submetido ao ensaio de temperatura da Classe 6, especificado na ISO 2919:1980 “Fontes radioativas seladas – Classificação”.

2.7.4.7 Quanto a amostras que incluam ou simulem material radioativo sólido não-dispersivo, deve-se fazer avaliação de lixiviação, como se segue:

- a) A amostra deve ser imersa em água a temperatura ambiente por sete dias. O volume de água a ser empregado no ensaio deve ser suficiente para que, ao final do período de sete dias de ensaio, o volume livre remanescente de água não-absorvida e que não haja reagido seja no igual a pelo menos 10% do volume de sólido da própria amostra ensaiada. A água deve ter pH inicial de 6 a 8 e condutividade máxima de 1mS/m a 20°C;
- b) A água com a amostra deve então ser aquecida até a temperatura de (50 ± 5) °C e mantida nessa temperatura por 4 horas;
- c) A seguir deve-se determinar a atividade da água;
- d) A amostra deve, então, ser mantida ao ar parado, a no mínimo 30°C e umidade relativa não-inferior a 90%, por pelo menos 7 dias;
- e) A amostra deve, a seguir, ser imersa em água com especificações iguais às descritas em (a) e a água com a amostra deve ser aquecida a (50 ± 5) °C e mantida nessa temperatura por 4 horas;
- f) Finalmente, deve-se determinar a atividade da água.

2.7.4.8 Para amostras que incluam ou simulem material radioativo contido em cápsula selada, deve-se fazer avaliação de lixiviação ou avaliação de vazamento volumétrico:

- a) A avaliação de lixiviação deve consistir nos seguintes passos:

- (i) imergir a amostra em água a temperatura ambiente. A água deve ter pH inicial de 6 a 8 e condutividade máxima de 1mS/m a 20°C;
 - (ii) aquecer a água com a amostra até a temperatura de (50±5)°C e mantê-la a essa temperatura por 4 horas;
 - (iii) determinar a atividade da água;
 - (iv) manter a amostra ao ar parado, a temperatura não-inferior a 30°C e umidade relativa não-inferior a 90%, por no mínimo 7 dias;
 - (v) repetir os procedimentos descritos em (i), (ii) e (iii);
- b) A alternativa de proceder à avaliação de vazamento volumétrico deve compreender qualquer dos ensaios prescritos na ISO 9978:1992 "Radioproteção – Fontes radioativas seladas – Métodos de ensaio de vazamento", desde que aprovado pela autoridade competente.

2.7.5 Objeto Contaminado na Superfície (OCS), determinação dos grupos

Objeto Contaminado na Superfície (OCS) é um objeto sólido não intrinsecamente radioativo, mas que tem material radioativo distribuído em suas superfícies. OCS são classificados em dois grupos:

- a) OCS-I: Objeto sólido que:
 - (i) a contaminação não-fixada na superfície acessível de área média maior que 300cm² (ou a área da superfície, se esta for menor que 300cm²) não exceda 4Bq/cm² para emissores beta e gama e emissores alfa de baixa toxicidade, ou 0,4Bq/cm² para os demais emissores alfa; e
 - (ii) a contaminação fixada na superfície acessível de área média maior que 300cm² (ou área da superfície, se esta for menor que 300cm²) não exceda 4x10⁴Bq/cm² para emissores beta e gama e emissores alfa de baixa toxicidade, ou 4x10³Bq/cm² pra os demais emissores alfa; e
 - (iii) a soma das contaminações não-fixada com a fixada na superfície inacessível de área média maior que 300cm² (ou a área da superfície, se esta for menor que 300m²) não exceda 4x10⁴Bq/cm² para emissores beta e gama e emissores alfa de baixas toxicidade, ou 4x10³Bq/cm² para os demais emissores alfa;
- b) OCS-II: Objeto sólido em que a contaminação fixada ou a não-fixada na superfície exceda os limites aplicáveis especificados em (a) para OCS-I e em que:
 - (i) a contaminação não-fixada na superfície acessível de área média maior que 300cm² (ou a área da superfície, se esta for menor que 300cm²) não exceda 400Bq/cm² para emissores beta e gama e emissores alfa de baixa toxicidade, ou 40Bq/cm² para os demais emissores alfa; e
 - (ii) a contaminação fixada na superfície acessível de área média maior que 300cm² (ou a área da superfície, se esta for menor que 300cm²) não exceda 8x10⁵Bq/cm² para emissores beta e gama e emissores alfa de baixa toxicidade, ou 8x10⁴Bq/cm² para os demais emissores alfa; e

- (iii) a soma da contaminação fixada com a não-fixada na superfície inacessível de área média maior que 300cm^2 (ou a área da superfície, se esta for menor que 300cm^2) não exceda $8 \times 10^5 \text{Bq/cm}^2$ para emissores beta e gama e emissores alfa de baixa toxicidade, ou $8 \times 10^4 \text{Bq/cm}^2$ para os demais emissores alfa.

2.7.6 Determinação do Índice de Transporte (IT) e do Índice de Segurança de Criticalidade (ISC)

2.7.6.1 Determinação do Índice de Transporte (IT)

2.7.6.1.1 O Índice de Transporte (IT) para volume, sobreembalagem ou contêiner, ou para BAE-I ou OCS-I a granel deve ser obtido acordo com o procedimento a seguir:

- a) Determinar o nível de radiação máxima, em milisieverts por hora (mSv/h) a uma distância de um metro das superfícies externas do volume, sobreembalagem ou contêiner, ou do BAE-I ou OCS-I a granel. O valor assim determinado, multiplicado por 100, será o índice de transporte. Quanto a minérios de urânio e tório e seus concentrados, o nível máximo de radiação, em qualquer ponto a um metro da superfície externa da carga, pode ser considerada como sendo:
 - 0,4mSv/h para minérios e concentrados físicos de urânio e tório;
 - 0,3mSv/h para concentrados químicos de tório;
 - 0,02mSv/h para concentrados químicos de urânio, exceto hexafluoreto de urânio;
- b) Relativamente a tanques, contêineres e BAE-I e OCS-I a granel, multiplicar o valor determinado em (a) pelo fator apropriado do Quadro 2.7.6.1.1;
- c) Arredondar o valor obtido nos passos (a) e (b) acima para a primeira decimal (p. ex.: 1,13 se torna 1,2), desprezando valores iguais ou inferiores a 0,05.

Quadro 2.7.6.1.1: Fatores de multiplicação para cargas de grandes dimensões

Tamanho da carga (a)	Fator de multiplicação
tamanho da carga $\leq 1\text{m}^2$	1
$1\text{m}^2 <$ tamanho da carga $\leq 5\text{m}^2$	2
$5\text{m}^2 <$ tamanho da carga $\leq 20\text{m}^2$	3
$20\text{m}^2 <$ tamanho da carga	10

(a) *Maior área de seção transversal da carga.*

2.7.6.1.2 O Índice de Transporte de cada sobreembalagem, contêiner ou meio de transporte deve ser determinado pela soma dos ITs de todos os volumes ali contidos ou por medição direta do nível de radiação, exceto no caso de sobreembalagens não-rígidas, cujo Índice de Transporte só pode ser determinado pela soma dos ITs de todos os volumes.

2.7.6.2 **Determinação do Índice de Segurança de Criticalidade (ISC)**

2.7.6.2.1 O Índice de Segurança de Criticalidade (ISC) de volumes que contenham material físsil será obtido dividindo-se o número 50 pelo menor dos dois valores de N derivados em 6.4.11.11 e 6.4.11.12 (ou seja, $ISC = 50/N$). O valor do ISC pode ser zero, desde que um número ilimitado de volumes seja subcrítico (isto é, N seja efetivamente infinito em ambos os casos).

2.7.6.2.2 O Índice de Segurança de Criticalidade de cada expedição é determinado pela soma dos ISC de todos os volumes daquela expedição.

2.7.7 **Limites de atividade e restrições de materiais**

2.7.7.1 **Limites de conteúdo por volume**

2.7.7.1.1 **Disposições gerais**

A quantidade de material radioativo em um volume não deve exceder os limites aplicáveis àquele tipo de volume, como especificado a seguir.

2.7.7.1.2 **Volumes com isenção**

2.7.7.1.2.1 Em relação a material radioativo, exceto artigos manufaturados com urânio natural ou empobrecido ou tório natural, o volume com isenção não deve ter atividade superior à seguinte:

- a) se o material radioativo estiver embutido em, ou for incluído como componente de um instrumento ou de outro artigo manufaturado (p. ex., relógio ou aparelho eletrônico), os limites especificados nas colunas 2 e 3 do Quadro 2.7.7.1.2.1, respectivamente, para cada um dos itens ou para cada volume; e
- b) se o material radioativo não estiver embutido, nem incluído como componente de um instrumento ou de outro artigo manufaturado, os limites especificados na coluna 4 do Quadro 2.7.7.1.2.1.

Estado físico do conteúdo	Instrumentos ou artigos		Limites de material por Volume
	Limites por item (a)	Limites por volume (a)	
(1)	(2)	(3)	(4)
Sólidos			
Forma especial	$10^{-2} A_1$	A^1	$10^{-3} A_1$
Outras formas	$10^{-2} A_2$	A^2	$10^{-3} A_2$
Líquidos	$10^{-3} A_2$	$10^{-1} A_2$	$10^{-4} A_2$
Gases			
Tritio	$2 \times 10^{-2} A_2$	$2 \times 10^{-1} A_2$	$2 \times 10^{-2} A_2$
Forma especial	$10^{-3} A_1$	$10^{-2} A_1$	$10^{-3} A_1$
Outras formas	$10^{-3} A_2$	$10^{-2} A_2$	$10^{-3} A_2$

(a) Para misturas de radionuclídeos, ver 2.7.7.2.4 a 2.7.7.2.6

2.7.7.1.2.2 Para artigos manufaturados com urânio natural ou empobrecido ou tório natural, um volume com isenção pode conter qualquer quantidade de tal material, desde que a

superfície externa do urânio ou tório esteja envolvida por uma bainha feita de metal ou de outro material resistente.

2.7.7.1.3 *Volumes industriais*

2.7.7.1.3.1 O conteúdo radioativo de um volume único de material BAE ou de um volume único de OCS deve ser restrito de tal forma que o nível de radiação especificado em 4.1.9.2.1 não seja ultrapassado. A atividade num volume único deve também ser controlada de modo que não se ultrapassem os limites de atividade relativos a determinado meio de transporte, especificados em 7.1.6.2. No transporte aéreo, um único volume de material sólido BAE-II ou BAE-III não-combustível não deve apresentar atividade superior a $3000A_2$.

2.7.7.1.4 *Volumes Tipo A*

2.7.7.1.4.1 Volumes Tipo A não devem ter atividade superior a:

- a) A_1 , para material radioativo sob forma especial; ou
- b) A_2 , para qualquer material radioativo sob outras formas..

2.7.7.1.4.2 Em relação a misturas de radionuclídeos cujas identidades e respectivas atividades são conhecidas, aplica-se a seguinte condição ao conteúdo radioativo de um volume Tipo A:

$$\sum_i \frac{B(i)}{A_1(i)} + \sum_j \frac{C(j)}{A_2(j)} \leq 1$$

Onde:

$B(i)$ é a atividade do radionuclídeo i como material radiativo sob forma especial, e $A_1(i)$ é o valor de A_1 do radionuclídeo i ; e

$C(j)$ é a atividade do radionuclídeo j como material radioativo outro que não sob forma especial, e $A_2(j)$ é o valor de A_2 do radionuclídeo j .

2.7.7.1.5 *Volumes tipo B(U) e Tipo B(M)*

2.7.7.1.5.1 Volumes Tipo B(U) e Tipo B(M) não devem conter:

- a) Atividades superiores às autorizadas para o projeto do volume;
- b) Radionuclídeos diferentes dos autorizados para o projeto do volume; ou
- c) Conteúdo numa forma ou num estado físico ou químico diferentes dos autorizados para o projeto do volume;

Conforme especificado em seus certificados de aprovação.

2.7.7.1.5.2 Além disso, no caso do transporte aéreo, os volumes Tipo B(U) e Tipo B(M) não devem conter atividades superiores a:

- a) Para material radioativo de baixa dispersão — de acordo com o autorizado para o projeto de volume, conforme o especificado no certificado de aprovação;

- b) Para material radioativo sob forma especial — $3000A_1$ ou $100.000A_2$, o que for menor, ou
- c) Para qualquer outro material radioativo — $3.000A_2$.

2.7.7.1.6 *Volume Tipo C*

2.7.7.1.6.1 Volumes Tipo C não devem conter:

- a) Atividades superiores às autorizadas para o projeto de volume;
- b) Radionuclídeos diferentes dos autorizados para o projeto de volume; ou
- c) Conteúdos numa forma ou num estado físico ou químico diferentes dos autorizados para o projeto de volume;

conforme especificado em seus certificados de aprovação.

2.7.7.1.7 *Volumes contendo material físsil*

2.7.7.1.7.1 Volumes contendo material físsil não devem ter:

- a) Uma massa de material físsil diferente da autorizada para o projeto de volume;
- b) Qualquer radionuclídeo ou material físsil diferente dos autorizados para o projeto de volume; ou
- c) Conteúdos numa forma ou num estado físico ou químico diferentes dos autorizados para o projeto de volume;

conforme especificado em seus certificados de aprovação.

2.7.7.1.8 *Volumes contendo hexafluoreto de urânio*

2.7.7.1.8.1 A massa de hexafluoreto de urânio num volume não deve exercer um valor que possa levar a uma folga de enchimento inferior a 5%, na temperatura máxima do volume, conforme as especificações para os sistemas da instalação onde o volume será utilizado. O hexafluoreto de urânio deve estar em estado sólido e a pressão interna do volume, quando este for apresentado para transporte, deve ser inferior á pressão atmosférica.

2.7.7.2 ***Níveis de atividade***

2.7.7.2.1 No Quadro 2.7.7.2.1 são fornecidos os seguintes valores básicos para radionuclídeos individuais:

- a) A_1 e A_2 , em TBq;
- b) Concentração de atividade para material isento, em Bq/g; e
- c) Limites de atividades para expedições isentas, em Bq.

Quadro 2.7.7.2.1: Valores básicos de radionuclídeos relativos a radionuclídeos individuais

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Actínio (89)				
Ac-225 (a)	8 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
Ac-227 (a)	9 x 10 ⁻¹	9 x 10 ⁻⁵	1 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³
Ac-228	6 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁶
Alumínio (13)				
Al-26	1 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁻⁵
Americio (95)				
Am-241	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Am-242m (a)	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰ (b)	1 x 10 ⁴ (b)
Am-243 (a)	5 x 10 ⁰	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰ (b)	1 x 10 ⁻³ (b)
Antimônio (51)				
Sb-122	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁴
Sb-124	6 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Sb-125	2 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Sb-126	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Argônio (18)				
Ar-37	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁸
Ar-39	4 x 10 ¹	2 x 10 ¹	1 x 10 ⁷	1 x 10 ⁴
Ar-41	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁹
Arsênio (33)				
As-72	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
As-73	4 x 10 ¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
As-74	1 x 10 ⁰	9 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
As-76	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
As-77	2 x 10 ¹	7 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Astatínio (85)				
At-211 (a)	2 x 10 ¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Bário (56)				
Ba-131 (a)	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Ba-133	3 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Ba-133m	2 x 10 ¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Ba-140 (a)	5 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁵ (b)
Berílio (4)				
Be-7	4 x 10 ¹	2 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Be-10	4 x 10 ¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁶
Berquélio (97)				
Bk-247	8 x 10 ⁰	8 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Bk249 (a)	4 x 10 ¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Bismuto (83)				
Bi-205	7×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Bi-206	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Bi-207	7×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Bi-210	1×10^0	6×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Bi-210m (a)	6×10^{-1}	2×10^{-2}	1×10^1	1×10^5
Bi-212 (a)	7×10^{-1} (a)	6×10^{-1}	1×10^1 (b)	1×10^5 (b)
Bromo (35)				
Br-76	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Br-77	3×10^0	3×10^0	1×10^2	1×10^6
Br-82	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Cádmio (48)				
Cd-109	3×10^{-1}	2×10^0	1×10^4	1×10^6
Cd-113 m	4×10^1	5×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Cd-115 (a)	3×10^0	4×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
Cd-115 m	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Cálcio (20)				
Ca-41	ilimitada	ilimitada	1×10^5	1×10^7
Ca-45	4×10^1	1×10^0	1×10^4	1×10^7
Ca-47(a)	3×10^0	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Califórnio (98)				
Cf-248	4×10^1	6×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
Cf-249	3×10^0	8×10^{-4}	1×10^0	1×10^3
Cf-250	2×10^1	2×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
Cf-251	7×10^0	7×10^{-4}	1×10^0	1×10^3
Cf-252	5×10^{-2}	3×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
Cf-253 (a)	4×10^1	4×10^{-2}	1×10^2	1×10^5
Cf-254	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^0	1×10^3
Carbono (6)				
C-11	1×10^0	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
C-14	4×10^1	3×10^0	1×10^4	1×10^7
Cério (58)				
Ce-139	7×10^0	2×10^0	1×10^2	1×10^6
Ce-141	2×10^1	6×10^{-1}	1×10^2	1×10^7
Ce-143	9×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
Ce-144 (a)	2×10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^2 (b)	1×10^5 (b)
Césio (55)				
Cs-129	4×10^0	4×10^0	1×10^2	1×10^5
Cs-131	3×10^1	3×10^1	1×10^3	1×10^6
Cs-132	1×10^0	1×10^0	1×10^1	1×10^5

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Cs-134	7×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^1	1×10^4
Cs-134 m	4×10^1	6×10^{-1}	1×10^3	1×10^5
Cs-135	4×10^1	1×10^0	1×10^4	1×10^7
Cs-136	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Cs-137 (a)	2×10^0	6×10^{-1}	1×10^1 (b)	1×10^4 (b)
Chumbo (82)				
Pb-201	1×10^0	1×10^0	1×10^1	1×10^6
Pb-202	4×10^1	2×10^1	1×10^3	1×10^6
Pb-203	4×10^0	3×10^0	1×10^2	1×10^6
Pb-205	Ilimitada	Ilimitada	1×10^4	1×10^7
Pb-210 (a)	1×10^0	5×10^{-2}	1×10^1 (b)	1×10^4 (b)
Pb-212 (a)	7×10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^1 (b)	1×10^5 (b)
Cloro (17)				
Cl-36	1×10^1	6×10^{-1}	1×10^4	1×10^6
Cl-38	2×10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Cobalto (27)				
Co-55	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Co-56	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Co-57	1×10^1	1×10^1	1×10^2	1×10^6
Co-58	1×10^0	1×10^0	1×10^1	1×10^6
Co-58m	4×10^1	4×10^1	1×10^4	1×10^7
Co-60	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Cobre (29)				
Cu-64	6×10^0	1×10^0	1×10^2	1×10^6
Cu-67	1×10^1	7×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
Criptônio (36)				
Kr-81	4×10^1	4×10^1	1×10^4	1×10^7
Kr-85	1×10^1	1×10^1	1×10^5	1×10^4
Kr-85m	8×10^0	3×10^0	1×10^3	1×10^{10}
Kr-87	2×10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^2	1×10^9
Cromo (24)				
Cr-51	3×10^1	3×10^1	1×10^3	1×10^7
Curio (96)				
Cm-240	4×10^1	2×10^{-2}	1×10^2	1×10^5
Cm-241	2×10^0	1×10^0	1×10^2	1×10^6
Cm-242	4×10^1	3×10^{-2}	1×10^2	1×10^5
Cm-243	9×10^0	1×10^{-3}	1×10^0	1×10^4
Cm-244	2×10^1	2×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
Cm-245	9×10^0	9×10^{-4}	1×10^0	1×10^3
Cm-246	9×10^0	9×10^{-4}	1×10^0	1×10^3

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Cm-247 (a)	3 x 10 ⁰	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Cm-248	2 x 10 ⁻²	3 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁰	1 x 10 ³
Disprósio (66)				
Dy-159	2 x 10 ¹	2 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Dy-165	9 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Dy-166 (a)	9 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Enxofre (16)				
S-35	4 x 10 ¹	3 x 10 ⁰	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁸
Érbio (68)				
Er-169	4 x 10 ¹	3 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Er-171	8 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Escândio (21)				
Sc-44	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Sc-46	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Sc-47	1 x 10 ¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Sc-48	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Estanho (50)				
Sn-113 (a)	4 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Sn-117m	7 x 10 ⁰	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Sn-119m	4 x 10 ¹	3 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Sn-121m (a)	4 x 10 ⁻¹	9 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Sn-123	8 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Sn-125	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Sn-126 (a)	6 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Estrôncio (38)				
Sr-82 (a)	2 x 10 ⁻¹	2 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Sr-85	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Sr-85m	5 x 10 ⁰	5 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Sr-87m	3 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Sr-89	6 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Sr-90 (a)	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ² (b)	1 x 10 ⁴ (b)
Sr-91 (a)	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Sr-92 (a)	1 x 10 ⁰	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Európio (63)				
Eu-147	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Eu-148	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Eu-149	2 x 10 ¹	2 x 10 ¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Eu-150 (vida breve)	2 x 10 ⁰	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Eu-150 (vida longa)	7 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Eu-152	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Eu-152m	8×10^{-1}	8×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
Eu-154	9×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Eu-155	2×10^1	3×10^0	1×10^2	1×10^7
Eu-156	7×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Ferro (26)				
Fe-52 (a)	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Fe-55	4×10^1	4×10^1	1×10^4	1×10^6
Fe-59	9×10^{-1}	9×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Fe-60 (a)	4×10^1	2×10^{-1}	1×10^2	1×10^5
Flúor (9)				
F-18	1×10^0	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Fósforo (15)				
P-32	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^3	1×10^5
P-33	4×10^1	1×10^0	1×10^5	1×10^8
Gadolíneo (64)				
Gd-146 (a)	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Gd-148	2×10^1	2×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
Gd-153	1×10^1	9×10^0	1×10^2	1×10^7
Gd-159	3×10^0	6×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Gálio (31)				
Ga-67	7×10^0	3×10^0	1×10^2	1×10^6
Ga-68	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Ga-72	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Germânio (32)				
Ge-68 (a)	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Ge-71	4×10^1	4×10^1	1×10^4	1×10^8
Ge-77	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Háfnio (72)				
Hf-172 (a)	6×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Hf-175	3×10^0	3×10^0	1×10^2	1×10^6
Hf-181	2×10^0	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Hf-182	Ilimitada	Ilimitada	1×10^2	1×10^6
Hólmio (67)				
Ho-166	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^3	1×10^5
Ho-166m	6×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Índio (49)				
In-111	3×10^0	3×10^0	1×10^2	1×10^6
In-113	4×10^0	2×10^0	1×10^2	1×10^6
In-114m (a)	1×10^1	5×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
In-115	7×10^0	1×10^0	1×10^2	1×10^6

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Iodo (53)				
I-123	6×10^0	3×10^0	1×10^2	1×10^7
I-124	1×10^0	1×10^0	1×10^1	1×10^6
I-125	2×10^1	3×10^0	1×10^3	1×10^6
I-126	2×10^0	1×10^0	1×10^2	1×10^6
I-129	Ilimitada	Ilimitada	1×10^2	1×10^5
I-131	3×10^0	7×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
I-132	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
I-133	7×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
I-134	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
I-135 (a)	6×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Írídio (77)				
Ir-189 (a)	1×10^1	1×10^1	1×10^2	1×10^7
Ir-190	7×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Ir-192	1×10^0 (c)	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^4
Ir-194	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^2	1×10^5
Ítérbio (79)				
Yb-169	4×10^0	1×10^0	1×10^2	1×10^7
Yb-175	3×10^1	9×10^{-1}	1×10^3	1×10^7
Ítrio (39)				
Y-87 (a)	1×10^0	1×10^0	1×10^1	1×10^6
Y-88	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Y-90	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^3	1×10^5
Y-91	6×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Y-91 m	2×10^0	2×10^0	1×10^2	1×10^6
Y-92	2×10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^2	1×10^5
Y-93	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^2	1×10^5
Lantânio (57)				
La-137	3×10^1	6×10^0	1×10^3	1×10^7
La-140	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Lutécio (71)				
Lu-172	6×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Lu-173	8×10^0	8×10^0	1×10^2	1×10^7
Lu-174	9×10^0	9×10^0	1×10^2	1×10^7
Lu-174m	2×10^1	1×10^1	1×10^2	1×10^7
Lu-177	3×10^1	7×10^{-1}	1×10^3	1×10^7
Magnésio (12)				
Mg-28 (a)	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Manganês (25)				
Mn-52	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^1	1×10^5

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Mn-53	Ilimitada	Ilimitada	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁹
Mn-54	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Mn-56	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁵
Mercúrio (80)				
Hg-194 (a)	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Hg-195m (a)	3 x 10 ⁰	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Hg-197	2 x 10 ¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Hg-197m	1 x 10 ¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Hg-203	5 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Molibdênio (42)				
Mo-93	4 x 10 ¹	2 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁸
Mo-99 (a)	1 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Neodímio (60)				
Nd-147	6 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Nd-149	6 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Netúnio (93)				
Np-235	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Np-236 (vida breve)	2 x 10 ¹	2 x 10 ⁰	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Np-236 (vida longa)	9 x 10 ⁰	3 x 10 ⁻²	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Np-237	2 x 10 ¹	2 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰ (b)	1 x 10 ³ (b)
Np-239	7 x 10 ⁰	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Nióbio (41)				
Nb-93m	4 x 10 ¹	3 x 10 ¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Nb-94	7 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Nb-95	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Nb-97	9 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Níquel (28)				
Ni-59	Ilimitada	Ilimitada	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁸
Ni-63	4 x 10 ¹	3 x 10 ¹	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁸
Ni-65	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Nitrogênio (7)				
N-13	9 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁹
Ósmio (76)				
Os-185	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Os-191	1 x 10 ¹	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Os-191m	4 x 10 ¹	3 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Os-193	2 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Os-194 (a)	3 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Ouro (79)				
Au-193	7 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Au-194	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Au-195	1 x 10 ¹	6 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Au-198	1 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Au-199	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Paládio (46)				
Pd-103 (a)	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁸
Pd-107	Ilimitada	Ilimitada	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁸
Pd-109	2 x 10 ⁰	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Platina (78)				
Pt-188 (a)	1 x 10 ⁰	8 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Pt-191	4 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Pt-193	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Pt-193m	4 x 10 ¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Pt-195m	1 x 10 ¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Pt-197	2 x 10 ¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Pt-197m	1 x 10 ¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Plutônio (94)				
Pu-236	3 x 10 ¹	3 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
Pu-237	2 x 10 ¹	2 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Pu-238	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Pu-239	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Pu-240	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ³
Pu-241 (a)	1 x 10 ¹	6 x 10 ⁻²	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Pu-242	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Pu-244 (a)	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴
Polônio (84)				
Po 210	4 x 10 ¹	2 x 10 ⁻²	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁴
Potássio (19)				
K-40	9 x 10 ⁻¹	9 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
K-42	2 x 10 ⁻¹	2 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
K-43	7 x 10 ⁻¹	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Praseodímio (59)				
Pr-142	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Pr-143	3 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁶
Prata (47)				
Ag-105	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Ag-108m (a)	7 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁶ (b)
Ag-110m (a)	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Ag-111	2 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Promécio (61)				

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Pm-143	3 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Pm-144	7 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Pm-145	3 x 10 ¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁷
Pm-147	4 x 10 ¹	2 x 10 ⁰	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷
Pm-148m (a)	8 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Pm-149	2 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Pm-151	2 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Protoactínio (91)				
Pa-230 (a)	2 x 10 ⁰	7 x 10 ⁻²	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Pa-231	4 x 10 ⁰	4 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁰	1 x 10 ³
Pa-233	5 x 10 ⁰	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Rádio (88)				
Ra-223 (a)	4 x 10 ⁻¹	7 x 10 ⁻³	1 x 10 ² (b)	1 x 10 ⁵ (b)
Ra-224 (a)	4 x 10 ⁻¹	2 x 10 ⁻²	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁵ (b)
Ra-225 (a)	2 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻³	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Ra-226 (a)	2 x 10 ⁻¹	3 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁴ (b)
Ra-228 (a)	6 x 10 ⁻¹	2 x 10 ⁻²	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁵ (b)
Radônio (86)				
Rn-222 (a)	3 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻³	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁸ (b)
Rênio (75)				
Re-184	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Re-184m	3 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Re-186	2 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁶
Re-187	Ilimitada	Ilimitada	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁹
Re-188	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Re-189 (a)	3 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Re (natural)	Ilimitada	Ilimitada	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁹
Ródio (45)				
Rh-99	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Rh-101	4 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Rh-102	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Rh-102m	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Rh-103m	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁸
Rh-105	1 x 10 ¹	8 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁷
Rubídio (37)				
Rb-81	2 x 10 ⁰	8 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Rb-83 (a)	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Rb-84	1 x 10 ⁰	1 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Rb-86	5 x 10 ⁻¹	5 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁵
Rb-87	Ilimitada	Ilimitada	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁷

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Rb (natural)	Ilimitada	Ilimitada	1×10^4	1×10^7
Rutênio (44)				
Ru-97	5×10^0	5×10^0	1×10^2	1×10^7
Ru-103 (a)	2×10^0	2×10^0	1×10^2	1×10^6
Ru-105	1×10^0	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Ru-106 (a)	2×10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^2 (b)	1×10^5 (b)
Samário (62)				
Sm-145	1×10^1	1×10^1	1×10^2	1×10^7
Sm-147	Ilimitada	Ilimitada	1×10^1	1×10^4
Sm-151	4×10^1	1×10^1	1×10^4	1×10^8
Sm-153	9×10^0	6×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
Selênio (34)				
Se-75	3×10^0	3×10^0	1×10^2	1×10^6
Se-79	4×10^1	2×10^0	1×10^4	1×10^7
Silício (14)				
Si-31	6×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Si-32	4×10^1	5×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Sódio (11)				
Na-22	5×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Na-24	2×10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Tálio (81)				
Tl-200	9×10^{-1}	9×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Tl-201	1×10^1	4×10^0	1×10^2	1×10^6
Tl-202	2×10^0	2×10^0	1×10^2	1×10^6
Tl-204	1×10^1	7×10^{-1}	1×10^4	1×10^4
Tântalo (73)				
Ta-178 (longa vida)	1×10^0	8×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Ta-179	3×10^1	3×10^1	1×10^3	1×10^7
Ta-182	9×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^4
Tecnécio (43)				
Tc-95m (a)	2×10^0	2×10^0	1×10^1	1×10^6
Tc-96	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Tc-96m (a)	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^3	1×10^7
Tc-97	Ilimitada	Ilimitada	1×10^3	1×10^8
Tc-97m	4×10^1	1×10^0	1×10^3	1×10^7
Tc-98	8×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Tc-99	4×10^1	9×10^{-1}	1×10^4	1×10^7
Tc-99m	1×10^1	4×10^0	1×10^2	1×10^7
Telúrio (52)				

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Te-121	2×10^0	2×10^0	1×10^1	1×10^6
Te-121m	5×10^0	3×10^0	1×10^2	1×10^5
Te-123m	8×10^0	1×10^0	1×10^2	1×10^7
Te-125m	2×10^1	9×10^{-1}	1×10^3	1×10^7
Te-127	2×10^1	7×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Te-127m (a)	2×10^1	5×10^{-1}	1×10^3	1×10^7
Te-129	7×10^{-1}	6×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
Te-129m (a)	8×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Te-131m (a)	7×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Te-132 (a)	5×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^2	1×10^7
Térbio (65)				
Tb-157	4×10^1	4×10^1	1×10^4	1×10^7
Tb-158	1×10^0	1×10^0	1×10^1	1×10^6
Tb-160	1×10^0	6×10^{-1}	1×10^1	1×10^6
Titânio (22)				
Ti-44 (a)	5×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
Tório (90)				
Th-227	1×10^1	5×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
Th-228 (a)	5×10^{-1}	1×10^{-3}	1×10^0 (b)	1×10^4 (b)
Th-229	5×10^0	5×10^{-4}	1×10^0 (b)	1×10^3 (b)
Th-230	1×10^1	1×10^{-3}	1×10^0	1×10^4
Th-231	4×10^1	2×10^{-2}	1×10^3	1×10^7
Th-232	Ilimitada	Ilimitada	1×10^1	1×10^4
Th-234 (a)	3×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^3 (b)	1×10^5 (b)
Th (natural)	Ilimitada	Ilimitada	1×10^0 (b)	1×10^3 (b)
Trítio (1)				
T (H-3)	4×10^1	4×10^1	1×10^6	1×10^9
Túlio (69)				
Tm-167	7×10^0	8×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
Tm-170	3×10^0	6×10^{-1}	1×10^3	1×10^6
Tm-171	4×10^1	4×10^1	1×10^4	1×10^8
Tungstênio (74)				
W-178 (a)	9×10^0	5×10^0	1×10^1	1×10^6
W-181	3×10^1	3×10^1	1×10^3	1×10^7
W-185	4×10^1	8×10^{-1}	1×10^4	1×10^7
W-187	2×10^0	6×10^{-1}	1×10^2	1×10^6
W-188 (a)	4×10^{-1}	3×10^{-1}	1×10^2	1×10^5
Urânio (92)				
U-230 (rápida absorção pelo pulmão) (a) (d)	4×10^1	4×10^{-1}	1×10^1 (b)	1×10^5 (b)

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
U-230 (absorção média pelo pulmão) (a) (e)	4×10^1	4×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
U-230 (absorção lenta pelo pulmão) (a) (f)	3×10^1	3×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
U-232 (rápida absorção pelo pulmão) (d)	4×10^1	1×10^{-2}	1×10^0 (b)	1×10^3 (b)
U-232 (absorção média pelo pulmão) (e)	4×10^1	7×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
U-232 (absorção lenta pelo pulmão) (f)	1×10^1	1×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
U-233 (rápida absorção pelo pulmão) (d)	4×10^1	9×10^{-2}	1×10^1	1×10^4
U-233 (absorção média pelo pulmão) (e)	4×10^1	2×10^{-2}	1×10^2	1×10^5
U-233 (absorção lenta pelo pulmão) (f)	4×10^1	6×10^{-3}	1×10^1	1×10^5
U-234 (rápida absorção pelo pulmão) (d)	4×10^1	9×10^{-2}	1×10^1	1×10^4
U-234 (absorção média pelo pulmão) (e)	4×10^1	2×10^{-2}	1×10^2	1×10^5
U-234 (absorção lenta pelo pulmão) (f)	4×10^1	6×10^{-3}	1×10^1	1×10^5
U-235 (qualquer tipo de absorção pelo pulmão) (a) (d) (e) (f)	Ilimitada	Ilimitada	1×10^1 (b)	1×10^4 (b)
U-236 (rápida absorção pelo pulmão) (d)	Ilimitada	Ilimitada	1×10^1	1×10^4
U-236 (absorção média pelo pulmão) (e)	4×10^1	2×10^{-2}	1×10^2	1×10^5
U-236 (absorção lenta pelo pulmão) (f)	4×10^1	6×10^{-3}	1×10^1	1×10^4
U-238 (qualquer tipo de absorção pelo pulmão) (d) (e) (f)	Ilimitada	Ilimitada	1×10^1 (b)	1×10^4 (b)
U (natural)	Ilimitada	Ilimitada	1×10^0 (b)	1×10^3 (b)
U (enriquecido a 20% ou menos) (g)	Ilimitada	Ilimitada	1×10^0	1×10^3
U (empobrecido)	Ilimitada	Ilimitada	1×10^0	1×10^3
Vanádio (23)				
V-48	4×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^1	1×10^5
V-49	4×10^1	4×10^1	1×10^4	1×10^7
Xenônio (54)				

Radionuclídeo (número atômico)	A ₁	A ₂	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Xe-122 (a)	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁹
Xe-123	2 x 10 ⁰	7 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁹
Xe-127	4 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ³	1 x 10 ⁵
Xe-131m	4 x 10 ¹	4 x 10 ¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁴
Xe-133	2 x 10 ¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ³	1 x 10 ⁴
Xe-135	3 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ³	1 x 10 ¹⁰
Zinco (30)				
Zn-65	2 x 10 ⁰	2 x 10 ⁰	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Zn-69	3 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ⁴	1 x 10 ⁶
Zn-69m (a)	3 x 10 ⁰	6 x 10 ⁻¹	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Zircônio (40)				
Zr-88	3 x 10 ⁰	3 x 10 ⁰	1 x 10 ²	1 x 10 ⁶
Zr-93	Ilimitada	Ilimitada	1 x 10 ³ (b)	1 x 10 ⁷ (b)
Zr-95 (a)	2 x 10 ⁰	8 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹	1 x 10 ⁶
Zr-97 (a)	4 x 10 ⁻¹	4 x 10 ⁻¹	1 x 10 ¹ (b)	1 x 10 ⁵ (b)

(a) Os valores de A₁ e/ou A₂ incluem contribuições de núclídeos filhos com meia-vida inferior a 10 dias.

(b) Radionuclídeos pai e seus núclídeos filhos incluídos em equilíbrio secular são os seguintes:

Sr-90	Y-90
Zr-93	Nb-93m
Zr-97	Nb-97
Ru-106	Rh-106
Cs-137	Ba-137m
Ce-134	La-134
Ce-144	Pr-144
Ba-140	La-140
Bi-212	Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Pb-210	Bi-210, Po-210
Pb-212	Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Rn-220	Po-216
Rn-222	Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Ra-223	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207
Ra-224	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Ra-226	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
Ra-228	Ac-228
Th-226	Ra-222, Rn-218, Po-214
Th-228	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Th-229	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209
Th-nat	Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208(0,36), Po-212(0,64)
Th-234	Pa-234m
U-230	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-232	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212(0,64)

U-235	Th-231
U-238	Th-234, Pa-234m
U-nat	Th-234, Pa-234m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
U-240	Np-240m
Np-237	Pa-233
Am-242m	Am-242
Am-243	Np-239

- (c) A quantidade pode ser determinada por meio de medição da taxa de decaimento ou de medição do nível de radiação a uma distância especificada da fonte.
- (d) Esses valores aplicam-se apenas a compostos de urânio sob a forma química de UF_6 , UO_2F_2 e $UO_2(NO_3)_2$, tanto em condições de transporte normais como de acidente.
- (e) Esses valores aplicam-se apenas a compostos de urânio sob a forma química de UO_3 , UF_4 , UCl_4 e compostos hexavalentes, tanto em condições de transporte normais como de acidente.
- (f) Esses valores aplicam-se a todos os compostos de urânio, exceto os especificados em (d) e (e).
- (g) Esses valores aplicam-se apenas a urânio não-irradiado.

2.7.7.2.2 Para radionuclídeos individuais não relacionados no Quadro 2.7.7.2.1, a determinação dos valores básicos referidos em 2.7.7.2.1 exige aprovação da [autoridade competente](#)⁽¹⁾ ou, no transporte internacional, aprovação multilateral. Quando a forma química de cada radionuclídeo é conhecida, é admissível o uso do valor de A_2 relacionado com sua classe de solubilidade, como recomendado pela Comissão Internacional de Radioproteção, se as formas químicas, tanto em condições normais de transporte quanto de acidente, forem levadas em consideração. Alternativamente, os valores de radionuclídeos do Quadro 2.7.7.2.2 podem ser utilizados sem necessidade de aprovação da [autoridade competente](#)⁽¹⁾.

Quadro 2.7.7.2.2: Valores básicos de radionuclídeos para misturas e radionuclídeos desconhecidos

Conteúdo Radioativo	A1	A2	Concentração de atividade para material isento	Limite de atividade para expedição isenta
	(TBq)	(TBq)	(Bq/g)	(Bq)
Sabe-se que só estão presentes emissores beta ou gama	0,1	0,02	1×10^{-1}	1×10^4
Sabe-se que só estão presentes emissores alfa	0,2	9×10^{-5}	9×10^{-1}	1×10^3
Não se dispõe de dados pertinentes	0,001	9×10^{-5}	9×10^{-1}	1×10^3

2.7.7.2.3 No cálculo de A_1 e A_2 para um radionuclídeo não-incluído no Quadro 2.7.7.2.1, uma única cadeia de decaimento radioativo em que os radionuclídeos estejam presentes nas proporções de sua ocorrência natural e em que nenhum nuclídeo filho tenha meia vida superior a 10 dias nem superior à do radionuclídeo pai será considerada como um único radionuclídeo; e a atividade a ser considerada e os valores de A_1 e A_2 a serem aplicados serão os

⁽¹⁾ CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

correspondentes à do radionuclídeo pai daquela cadeia. No caso de cadeias de decaimento radioativo em que qualquer nuclídeo filho tiver meia vida superior a 10 dias ou superior à do radionuclídeo pai, os radionuclídeos pai e filho serão considerados misturas de diferentes radionuclídeos.

2.7.7.2.4 Para misturas de radionuclídeos, os valores básicos dos radionuclídeos referidos em 2.7.7.2.1 pode ser determinada como a seguir:

$$X_m = \frac{1}{\sum_i \frac{f(i)}{X(i)}}$$

Onde,

$f(i)$ é a fração de atividade ou concentração de atividade do radionuclídeo i na mistura;

$X(i)$ é o valor apropriado de A_1 ou A_2 , ou a concentração de atividade de material isento, ou o limite de atividade de expedição isenta, conforme apropriado para o radionuclídeo i ; e

X_m é o valor derivado de A_1 ou A_2 , ou a concentração de atividade de material isento, ou o limite de atividade de expedição isenta, no caso de mistura.

2.7.7.2.5 Quando a identidade de todos os radionuclídeos é conhecida, mas se desconhecem as atividades específicas de alguns dos radionuclídeos, os radionuclídeos podem ser agrupados e o menor valor de radionuclídeo de cada grupo, conforme apropriado, pode ser usado na aplicação das fórmulas encontradas em 2.7.7.2.4 e 2.7.7.1.4.2. Os grupos podem ser baseados na atividade alfa total e na atividade beta/gama total quando conhecidas, utilizando-se os menores valores de radionuclídeos de emissores alfa ou emissores beta/gama, respectivamente.

2.7.7.2.6 No caso de radionuclídeos individuais e misturas de radionuclídeos cujos dados pertinentes não são disponíveis, devem ser usados os valores indicados no Quadro 2.7.7.2.2.

2.7.8 Limites de Índice de Transporte (IT), Índice de Segurança de Criticalidade (ISC), níveis de radiação de volumes e sobreembalagens

2.7.8.1 Exceto quanto a expedição transportada sob uso exclusivo, o IT de qualquer volume ou sobreembalagem não deve exceder 10, nem o ISC de qualquer volume ou sobreembalagem deve exceder 50.

2.7.8.2 Exceto quanto a volumes ou sobreembalagens transportados sob uso exclusivo por ferrovia ou rodovia nas condições especificadas em 7.2.2.7.1.3 (a), ou transportados sob uso exclusivo por embarcação ou por via aérea nas condições especificadas, respectivamente, em 7.3.2.1 ou 7.3.2.2, o nível máximo de radiação em qualquer ponto de qualquer superfície externa de um volume ou uma sobreembalagem não deve exceder 2mSv/h.

2.7.8.3 O nível máximo de radiação em qualquer ponto de qualquer superfície externa de um volume sob uso exclusivo não deve exceder 10mSv/h.

2.7.8.4 Volumes e sobreembalagens devem ser alocados a uma das categorias:

I-BRANCA, II-AMARELA ou III-AMARELA, de acordo com as condições especificadas no Quadro 2.7.8.4 e com as seguintes exigências:

- a) No caso de volume ou sobreembalagem, tanto o Índice de Transporte (IT) quanto o nível de radiação na superfície devem ser considerados na determinação da categoria apropriada. Quando o IT satisfaz a condição relativa a uma categoria, mas o nível de radiação na superfície satisfaz a condição relativa a categoria diferente, o volume ou sobreembalagem deve ser alocado na categoria mais alta. Para esse fim, a categoria I-BRANCA deve ser considerada como a mais baixa;
- b) O IT deve ser determinado por meio dos procedimentos especificados em 2.7.6.1.1 e 2.7.6.1.2;
- c) Se o nível de radiação na superfície for maior que 2mSv/h, o volume ou a sobreembalagem deve ser transportado sob uso exclusivo e de acordo com as disposições de 7.2.2.7.1.4, 7.3.2.1.2 ou 7.2.3.3.3, conforme apropriado;
- d) Um volume transportado mediante autorização especial deve ser alocado na categoria III-AMARELA;
- e) Uma sobreembalagem que contenha volumes transportados mediante autorização especial deve ser alocada na categoria III-AMARELA.

Quadro 2.7.8.4: Categorias de volumes e sobreembalagens

Condições		
Índice de Transporte	Nível máximo de radiação em qualquer ponto da superfície externa	Categoria
0 (a)	Até 0,005mSv/h	I-BRANCA
$0 < IT \leq 1$ (a)	> 0,005 mas até 0,5mSv/h	II-AMARELA
$1 < IT \leq 10$	> 0,5 mas até 2mSv/h	III-AMARELA
$10 < IT$	> 2 mas até 10mSv/h	III-AMARELA (b)

(a) Se o IT medido não for superior a 0,05, o valor citado pode ser considerado zero, de acordo com 2.7.6.1.1(c).

(b) Deve também ser transportado sob uso exclusivo.

2.7.9 Exigências e controles para o transporte de volumes com isenção

2.7.9.1 Volumes com isenção que possam conter material radioativo em quantidades limitadas, instrumentos, artigos manufaturados, como especificado em 2.7.7.1.2, e embalagens vazias, como especificado em 2.7.9.6, podem ser transportados sob as seguintes condições:

- a) As exigências aplicáveis, especificadas em 2.0.3.2, 4.1.9.1.2, 7.1.10.10.2, 2.7.9.2, 5.2.1.5.1, 5.2.1.5.2, 5.2.1.1, 5.2.1.5.3, 5.4.1.1.7.1(c), 2.7.9.6(d) e, quando aplicável, 2.7.9.3 a 2.7.9.6;
- b) As exigências relativas a volumes com isenção, especificadas em 6.4.4;
- c) Se o volume com isenção contiver material físsil, deve ser atendida uma das exceções previstas em 6.4.11.2 e atender a exigência de 6.4.7.2; e
- d) As exigências de 1.1.1.6, se transportado via correios.

2.7.9.2 O nível de radiação em qualquer ponto da superfície externa de um volume com isenção não deve exceder 5 μ Sv/h.

2.7.9.3 Material radioativo embutido em, ou incluído como componente de um instrumento ou outro artigo manufaturado, cuja atividade não exceda os limites especificados nas colunas 2 e 3 do Quadro 2.7.7.1.2.1, para o item ou o volume, respectivamente, pode ser transportado num volume com isenção, desde que:

- a) O nível de radiação a 10cm de qualquer ponto da superfície externa de qualquer instrumento ou artigo não-embalado não seja superior a 0,1mSv/h; e
- b) Cada instrumento ou artigo (exceto dispositivos ou relógios radioluminescentes) exiba a marca “RADIOATIVO”; e
- c) O material ativo seja completamente envolvido por componentes inativos (um dispositivo cuja única função seja a de conter material radioativo não deve ser considerado instrumento ou artigo manufaturado).

2.7.9.4 Material radioativo sob forma diferente das especificadas em 2.7.9.3, com atividade não superior ao limite especificado na coluna 4 do Quadro 2.7.7.1.2.1, pode ser transportado em volume com isenção, desde que:

- a) O volume retenha seu conteúdo radioativo em condições rotineiras de transporte; e
- b) O volume exiba a marca “RADIOATIVO” numa superfície interna, de modo que o aviso da presença de material radioativo seja visível logo na abertura do volume.

2.7.9.5 Um artigo manufaturado em que o único material radioativo seja urânio natural não-irradiado, urânio empobrecido não-irradiado ou tório natural não-irradiado, pode ser transportado como volume com isenção, desde que a superfície externa do urânio ou tório seja envolvida por uma bainha inativa feita de metal ou de outro material resistente.

2.7.9.6 Uma embalagem vazia que tenha contido material radioativo pode ser transportada como volume com isenção, desde que:

- a) Esteja bem conservada e seguramente fechado;

- b) A superfície externa de qualquer urânio ou tório em sua estrutura esteja coberta por uma bacia inativa feita de metal ou de outro material resistente;
- c) O nível de contaminação interna não-fixada não exceda cem vezes os níveis especificados em 4.1.9.1.2; e
- d) Qualquer rótulo colocado em observância ao disposto em 5.2.2.1.11.1 não mais esteja visível.

2.7.9.7 As disposições a seguir não se aplicam a volumes com isenção e aos controles de transporte de volumes com isenção: 4.1.9.1.3, 5.1.3.2, 4.1.9.1.4, 7.1.10.10.1, 7.1.10.10.3 a 7.1.10.10.5, 5.2.2.1.11.1, 5.4.1.1.7.1 exceto (c), 5.4.1.1.11, 5.4.1.1.7.2, 7.1.10.6.1, 7.1.10.6.3, 7.1.10.8.1, 7.1.10.11.1, 2.7.4.1, 2.7.4.2, **6.4.6.1**.

2.7.10 Exigências relativas a material de baixa dispersão

2.7.10.1 O material radioativo de baixa dispersão deve ser tal que a quantidade total desse material radioativo atenda às seguintes exigências:

- a) O nível de radiação a 3m do material radioativo sem blindagem não exceda 10mSv/h;
- b) Se submetido aos ensaios especificados em **6.4.20.3 e 6.4.20.4**, a liberação aérea sob formas gasosa e particulada com diâmetro aerodinâmico equivalente de até 100 μ m não exceda 100A₂. Pode-se utilizar uma amostra diferente para cada ensaio; e
- c) Se submetido ao ensaio especificado em 2.7.3.4, a atividade na água não exceda 100A₂. Na aplicação desse ensaio, devem ser levados em conta os efeitos danosos dos ensaios especificados no item (b) precedente.

2.7.10.2 O material de baixa dispersão deve ser ensaiado como a seguir:

Uma amostra que compreenda ou simule material radioativo de baixa dispersão deve ser submetido ao ensaio térmico intensificado especificado em **6.4.20.3** e ao ensaio de impacto especificado em **6.4.20.4**. Pode-se usar uma amostra diferente em cada ensaio. Após cada ensaio a amostra deve ser submetida ao ensaio de lixiviação especificado em 2.7.3.4. Após cada ensaio, deve-se verificar se foram atendidas as exigências de 2.7.10.1.

2.7.10.3 A demonstração de cumprimento dos padrões de desempenho previstos em 2.7.10.1 e 2.7.10.2 deve estar de acordo com **6.4.12.1 e 6.4.12.2**.

CAPÍTULO 2.8

CLASSE 8 - SUBSTÂNCIAS CORROSIVAS

2.8.1 Definição

Substâncias da Classe 8 (substâncias corrosivas) são substâncias que, por ação química, causam severos danos quando em contato com tecidos vivos ou, em caso de vazamento, danificam ou mesmo destroem outras cargas ou o próprio veículo; podem, também, apresentar outros riscos.

2.8.2 Alocação a grupos de risco

2.8.2.1 *Substâncias e preparações da Classe 8 dividem-se em três grupos de embalagem, de acordo com seu nível de risco no transporte, como se segue:*

- a) *Grupo de Embalagem I:* Substâncias e preparações muito perigosas;
- b) *Grupo de Embalagem II:* Substâncias e preparações que apresentam risco médio;
- c) *Grupo de Embalagem III:* Substâncias e preparações que apresentam pequeno risco.

2.8.2.2 A alocação das substâncias incluídas na Relação de Produtos Perigosos (Capítulo 3.2) aos grupos de embalagem da Classe 8 foi feita com base na experiência, levando em conta outros fatores, tais como risco à inalação⁽¹⁾ e reatividade com água (formação de perigosos produtos de decomposição inclusive). Novas substâncias, misturas inclusive, podem ser alocadas a grupos de embalagem com base no tempo de contato necessário para provocar destruição completa de toda a espessura da pele humana, de acordo com os critérios de 2.8.2.4. Substâncias julgadas como não-causadoras de destruição completa da pele humana devem ser consideradas em função, também, de seu potencial de provocar corrosão em certas superfícies metálicas, de acordo com os critérios de 2.8.2.4 (c) (ii).

2.8.2.3 Na alocação de uma substância a determinado grupo de embalagem de acordo com 2.8.2.2, deve ser levada em conta a experiência humana em casos de exposição acidental. Na ausência de experiência humana, a classificação deve basear-se em dados de experimentos feitos de acordo com a Diretriz 404 da OECD ⁽²⁾.

2.8.2.4 Os grupos de embalagem são alocadas a substâncias corrosivas de acordo com os seguintes critérios:

⁽¹⁾ - *Substância ou preparação que atenda aos critérios da Classe 8 e cuja toxicidade à inalação de pós e neblinas (CL₅₀) situe-se na faixa do Grupo de Embalagem I, mas cuja toxicidade à ingestão oral ou contato dérmico se situe na faixa do Grupo de Embalagem III ou abaixo dela, deve ser alocada na Classe 8 (ver nota de rodapé em 2.6.2.2.4.1).*

⁽²⁾ - *Diretrizes da OECD nº 404 relativas a ensaio de substâncias químicas "Irritação Dérmica Aguda/Corrosão", 1992.*

- a) *Grupo de Embalagem I:* É atribuído a substâncias que provocam destruição completa de tecidos intactos da pele num período de observação de até 60 minutos após período de exposição de três minutos ou menos;
- b) *Grupo de Embalagem II:* É atribuído a substâncias que provocam destruição completa de tecidos intactos da pele num período de observação de até 14 dias, iniciado após período de exposição superior a três minutos mas não superior a 60 minutos;
- c) *Grupo de Embalagem III:* É atribuído a substâncias que:
 - (i) provocam destruição completa de tecidos intactos da pele num período de observação de até 14 dias, após período de exposição superior a 60 minutos mas não maior que quatro horas; ou
 - (ii) se considera que não provocam destruição completa de tecidos intactos da pele, mas apresentam uma taxa de corrosão sobre superfície de aço ou de alumínio superior a 6,25mm por ano, a temperatura de ensaio de 55°C. Para fins de ensaio deve ser usado aço tipo P235 (ISO 9328 (II): 1991) ou tipo similar, e alumínio não-revestido dos tipos 7075-T6 ou AZ5GU-T6. Um ensaio aceitável é prescrito na ASTM G31-72 (reaprovado em 1990).

CAPÍTULO 2.9

CLASSE 9 - SUBSTÂNCIAS E ARTIGOS PERIGOSOS DIVERSOS

2.9.1 Definição

Substâncias e artigos da Classe 9 (substâncias e artigos perigosos diversos) são substâncias e artigos que apresentam, durante o transporte, risco não abrangido por nenhuma das outras classes. Esta Classe abrange, entre outras, substâncias transportadas, ou oferecidas para transporte, em estado líquido a temperaturas iguais ou superiores a 100°C, ou em estado sólido a temperaturas iguais ou superiores a 240°C.

