

FICHA DESCRITIVA

Tipos de Embalagens Usadas para o Transporte de Materiais Radioativos

Dedicado ao transporte seguro, eficiente e confiável de materiais radioativos



Tipos de Embalagens Usadas para o Transporte de Materiais Radioativos



Introdução

Os Regulamentos da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, siglas em inglês) para a Segurança no Transporte de Material Radioativo estabelecem os padrões regulamentares recomendados para as atividades de transporte internacional. O conceito básico é que a segurança depende principalmente da embalagem, a qual tem que oferecer um revestimento de proteção para resguardar os funcionários, o público e o meio-ambiente contra os efeitos da radiação, para evitar uma indesejada reação em cadeia, para evitar danos causados por temperaturas elevadas e também contra a dispersão dos conteúdos. Tudo isto tem que ser conseguido sob condições normais e também em situações de acidentes no transporte, quando se tratar de materiais altamente radioativos. Paralelamente, é importante reduzir as doses de radiação para os funcionários e para o público, tanto quanto for razoavelmente possível, através da adoção das melhores práticas em nível operacional.

Os Regulamentos, TS-R-1; Edição de 2005 prevêem os cinco diferentes tipos de embalagem:

- Excetuado;
- Industrial;
- Tipo A;
- Tipo B;
- Tipo C.

Esta classificação se relaciona com a atividade e a forma física do material radioativo contido na embalagem. A IAEA estabelece também padrões de desempenho – requisitos de design e procedimentos para testes – para cada tipo de embalagem. Esta abordagem gradual ao acondicionamento, onde a integridade da embalagem está relacionada ao possível perigo, é importante para a eficiente operação do transporte comercial. Ela leva em consideração também as diferentes condições de transporte caracterizadas pela IAEA conforme a seguir:

- condições possíveis de serem encontradas em transporte rotineiro;
- condições normais de transporte (eventualidades menores);
- condições de acidente.

Existem requisitos gerais de design que se aplicam a todas as embalagens, visando assegurar que elas possam ser manipulados com segurança e facilidade, com proteção apropriada e que possam resistir os efeitos de qualquer aceleração e vibração.



Embalagens Excetuadas

As embalagens excetuadas são embalagens onde o conteúdo radioativo permitido está restrito a níveis tão baixos que os riscos potenciais são insignificantes e, portanto, não requerem testes com respeito à contenção ou integridade do revestimento de proteção.

Um exemplo comum de uma embalagem excetuada é a embalagem postal utilizada para transportar produtos radio-farmacêuticos para fins medicinais.



Embalagens Industriais

As embalagens industriais são utilizadas para transportar dois tipos de materiais:

- material de baixa atividade por unidade de massa (conhecido como de Baixa Atividade Específica ou material LSA (sigla em inglês). Itens classificados como material LSA incluem resíduos hospitalares;
- objetos não radioativos possuindo baixos níveis de contaminação de superfície (conhecido como Objetos com Superfície Contaminada ou SCO (sigla em inglês). Maquinário do ciclo de combustível, ou partes de reatores nucleares, cujas superfícies tenham sido



contaminadas por líquido refrigerante ou água processada, são considerados como SCO.

Ambos os tipos de materiais são inerentemente seguros, seja em virtude de a atividade contida ser muito baixa, ou devido o material não ser de fácil dispersão.

As Embalagens Industriais (IP, sigla em inglês) estão subdivididas em três categorias, designadas por IP-1, IP-2 e IP-3, as quais diferem com respeito às condições rotineiras e normais de transporte às quais eles devem resistir (consulte a Tabela 1). Os testes necessários simulam as condições normais de transporte, tais como quedas de um veículo, exposição à chuva, ou golpes por um objeto pontiagudo, ou tendo outra carga empilhada sobre a mesma. As embalagens utilizadas na indústria, tais como tambores ou recipientes de aço poderiam satisfazer estes vários requisitos, porém as embalagens projetadas com objetivo específico também são frequentemente usados. A escolha depende das características do material.

Alguns materiais típicos transportados em embalagens industriais são resíduos radioativos de baixo nível e de nível intermediário, ou minérios contendo radionuclídeos (por

Tabela 1: Requisitos para as Embalagens Industriais

Critério	IP-1	IP-2	IP-3
Requisitos do design	<ul style="list-style-type: none"> ■ Requisitos Gerais para todas as embalagens ■ Requisitos adicionais para pressão e temperatura, se transportados por via aérea 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Requisitos Gerais para todas as embalagens ■ Requisitos adicionais para pressão e temperatura, se transportados por via aérea 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Requisitos Gerais para todas as embalagens ■ Requisitos adicionais para pressão e temperatura, se transportados por via aérea ■ Requisitos adicionais para o Tipo A
Requisitos de testes - condições normais de transporte		<ul style="list-style-type: none"> ■ Queda livre (de 0,3 a 1,2 metro, dependendo da massa da embalagem) ■ Empilhamento ou compressão 	<p>Cada um dos seguintes testes deve ser precedido por um teste de pulverização de água.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ queda livre (de 0,3 a 1,2 metro, dependendo da massa da embalagem) ■ empilhamento ou compressão ■ penetração (barra de 6 kg arremessada de 1 metro)

exemplo: urânio ou tório), bem como concentrados de tais minérios.

Embalagens Tipo A

As embalagens Tipo A são usadas para o transporte de quantidades relativamente pequenas, porém significativas de material radioativo. Em virtude de se assumir que este tipo de embalagem, teoricamente, poderia ficar danificada num acidente grave e que uma porção de seu conteúdo

venha ser liberada no ambiente, a quantidade de radionuclídeos que eles podem incluir está limitada pelos Regulamentos da IAEA. No evento de uma liberação no ambiente, estes limites garantem que os riscos provenientes de uma radiação externa ou contaminação são muito baixos.

As embalagens Tipo A devem manter sua integridade durante condições normais de transporte e, portanto, estão sujeitas a testes simulando tais condições (consulte a Tabela 2).

Tabela 2: Requisitos para Embalagens Tipo A

Critério	Requisitos
Requisitos de Design	<ul style="list-style-type: none">■ Requisitos gerais para todas as embalagens■ Requisitos adicionais para pressão e temperatura, se forem transportados por via aérea■ Requisitos adicionais para Tipo A (vedações, lacres, temperatura, amarração, pressão reduzida, válvulas)
Requisitos de teste - condições normais de transporte	Cada um dos seguintes testes deve ser precedido por um teste de pulverização de água: <ul style="list-style-type: none">■ Queda livre (de 0,3 a 1,2 metro, dependendo da massa da embalagem)■ empilhamento ou compressão■ penetração (queda de uma barra de 6 kg de 1 metro)

As embalagens Tipo A são utilizadas para o transporte de radioisótopos para diagnóstico médico ou teleterapia, tecnécio, geradores utilizados para auxiliar no diagnóstico de certos tipos de câncer, e também para alguns materiais do ciclo de combustível nuclear.

Embalagens Tipo B

As embalagens Tipo B são necessárias para o transporte de material altamente radioativo. Estas embalagens devem resistir às mesmas condições normais de transporte como as embalagens Tipo A, porém, devido ao conteúdo que elas transportam exceder os limites do Tipo A, torna-se necessário especificar a resistência adicional para liberação de radiação ou material radioativo, em virtude de danos

acidentais. O conceito é que este tipo de embalagem deve ser adequado para resistir condições antecipadas de acidentes, sem ruptura ao seu conteúdo ou que haja um aumento em radiação a um nível que estaria colocando em risco o público em geral e aqueles envolvidos em operações de resgate ou de limpeza. A adequação da embalagem a este requisito é demonstrada pelo rigoroso teste das condições de acidente (consulte Tabela 3).

As embalagens Tipo B são utilizadas para transportar materiais diversificados como: radioisótopos que não estejam encapsulados, para utilizações médicas e para pesquisas, combustível nuclear queimado, bem como resíduo altamente vitrificado.

Tabela 3: Requisitos para Embalagens Tipo B

Critério	Requisitos
Requisitos de Design	<ul style="list-style-type: none"> ■ Requisitos gerais para todas as embalagens ■ Requisitos adicionais para pressão e temperatura, se transportado por via aérea ■ Requisitos adicionais para Tipo A ■ Requisitos adicionais para Tipo B (geração de aquecimento interno e temperatura máxima da superfície)
Requisitos para Testes – condições normais de transporte	<p>Cada um dos testes a seguir deve ser precedido por uma pulverização de água:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ queda livre (de 0,3 a 1,2 metro), dependendo da massa da embalagem ■ empilhamento ou compressão ■ penetração com a queda de barra de 6 kg de 1 metro
Requisitos para Testes – Condições acidentais de transporte	<p>Efeitos cumulativos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ queda livre de 9 metros ou teste dinâmico de impacto (queda de uma massa de 500g de 9 metros sobre uma amostra) ■ teste de penetração ■ Teste térmico (incêndio com intensidade de 800°. C por 30 minutos) ■ imersão (15 metros por 8 horas) <p>Teste aperfeiçoado de imersão para embalagens que transportem uma grande quantidade de material radioativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 200 metros por 1 hora

Embalagens Tipo C

A Edição de 1996 dos Regulamentos de Transporte da IAEA introduziu um requisito para uma embalagem de design mais robusto – a Embalagem Tipo C – para transportar o material altamente radioativo por via aérea. As embalagens

Tipo C devem satisfazer todos os requisitos adicionais das embalagens Tipo A e a maioria dos requisitos adicionais das embalagens Tipo B.

Table 4: Type C Package Requirements

Critério	Requisitos
Requisitos de Design	<ul style="list-style-type: none"> ■ Requisitos gerais para todas as embalagens ■ Requisitos adicionais para pressão e temperatura, se transportado por via aérea ■ Requisitos adicionais para Tipo A ■ Requisitos adicionais para Tipo B (geração de aquecimento interno e temperatura máxima da superfície)
Requisitos de teste – condições normais de transporte	<p>Cada um dos testes a seguir devem ser precedidos por um teste de pulverização de água:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ queda livre (de 0,3 a 1,2 metros, dependendo da massa da embalagem) ■ empilhamento ou compressão ■ penetração com a queda de barra de 6 kg de 1 metro
Requisitos de teste – condições acidentais de transporte	<p>Seqüência de testes em uma amostra na seguinte ordem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ queda livre de 9 metros ■ teste dinâmico de impacto (queda de uma massa de 500kg de 9 metros sobre uma amostra) ■ teste de penetração ■ teste térmico aperfeiçoado (incêndio com intensidade de 800°.C por 60 minutos) <p>Outra amostra poderá ser usada para o seguinte teste:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ teste de impacto (não menos de 90 metros por segundo)

As embalagens Tipo C são submetidas a uma série de testes para medir sua habilidade em resistir incidentes e acidentes de transporte (consulte Tabela 4). Este tipo de embalagem ainda não foi desenvolvido.

Embalagens para material físsil

Os materiais do ciclo de combustível nuclear, contendo

urânio enriquecido ou plutônio são físeis, isto é, eles podem resistir uma reação em cadeia. Tais indesejadas reações em cadeia são evitadas durante condições normais e acidentais de transporte graças ao design da embalagem, da organização do material físsil dentro da embalagem e também da configuração de embalagens múltiplas.

Embalagens para hexafluoreto de urânio

Os regulamentos da IAEA incluem requisitos específicos para embalagens contendo hexafluoreto de urânio (Hex).

Estas embalagens devem atender os seguintes requisitos de teste:

- resistir um teste de pressão de pelo menos 1,4MPa;
- resistir um teste de queda livre – a altura da queda dependerá da massa;
- resistir um teste térmico numa temperatura de 800°C por 30 minutos.

Fotografias

- 1 Barris de concentrado de minério de urânio (Embalagem industrial)
- 2 Cilindros de 48" para o transporte de Hex
- 3 Tonel de Cobalto-60 (Embalagem Tipo B)
- 4 Tonel de combustível nuclear queimado (Embalagem Tipo B)
- 5 Tonel de combustível MOX (Embalagem Tipo B)
- 6 Embalagem utilizada para transportar cestos vazios de combustível queimado (Embalagem Tipo A)

WNTI

WORLD NUCLEAR TRANSPORT INSTITUTE

Remo House
310-312 Regent Street
London W1B 3AX
United Kingdom
Tel: +44 (0)20 7580 1144
Fax: +44 (0)20 7580 5365
Web: www.wnti.co.uk
Email: wnti@wnti.co.uk

