

TRANSPORTE DE MATERIAIS RADIOATIVOS

TRANSPORTE DE MATERIAIS RADIOATIVOS

Resolução CNEN – 13/88
Publicação: D.O.U. de 01/08/88

SUMÁRIO

CNEN-NE-5.01 – “TRANSPORTE DE MATERIAIS RADIOATIVOS”

1.	OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO	1
1.1	OBJETIVO	1
1.2	CAMPO DE APLICAÇÃO	1
2.	GENERALIDADES	1
2.1	INTERPRETAÇÕES	1
2.2	COMUNICAÇÕES	1
2.3	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	2
3.	DEFINIÇÕES E SIGLAS	2
4.	ESPECIFICAÇÕES SOBRE MATERIAIS RADIOATIVOS PARA FINS DE TRANSPORTE	6
4.1	MATERIAL RADIOATIVO	6
4.2	MATERIAL RADIOATIVO SOB FORMA ESPECIAL	6
4.3	VALOR BÁSICO DE ATIVIDADE A_1	6
4.4	VALOR BÁSICO DE ATIVIDADE A_2	6
4.5	MATERIAL FÍSSIL	6
4.6	TÓRIO NÃO IRRADIADO	6
4.7	TÓRIO NATURAL	6
4.8	URÂNIO EMPOBRECIDO	6
4.9	URÂNIO ENRIQUECIDO	7
4.10	URÂNIO NÃO IRRADIADO	7
4.11	URÂNIO NATURAL	7
4.12	MATERIAL DE BAIXA ATIVIDADE ESPECÍFICA	7
4.13	MATERIAL BAE-I (“LSA-I MATERIAL”)	7
4.14	MATERIAL BAE-II (“LSA-II MATERIAL”)	7
4.15	MATERIAL BAE-III (“LSA-III MATERIAL”)	7
4.16	CONTAMINAÇÃO EM SUPERFÍCIE	7
4.17	OBJETO CONTAMINADO NA SUPERFÍCIE	7
4.18	OCS-I (“SCO-I”)	7
4.19	OCS-II (“SCO-II”)	8
5.	SELEÇÃO DO TIPO DE EMBALADO	8
5.1	TIPOS PRIMÁRIOS	8
5.2	LIMITAÇÃO DE ATIVIDADE	8
5.2.1	Hipóteses Básicas	8
5.2.2	Valores Básicos de Atividade	9

5.2.3	Limites para Embalados Exceptivos	10
5.2.4	Limites para Embalados Industriais	10
5.2.5	Limites para Embalados Tipo A	11
5.2.6	Limites para Embalados Tipo B	11
5.2.7	Limites para Embalados Contendo Material Físsil	11
6.	REQUISITOS DE PROJETO PARA EMBALADOS	11
6.1	REQUISITOS GERAIS	11
6.1.1	Transporte por Qualquer Via	11
6.1.2	Transporte por Via Aérea	12
6.2	REQUISITOS PARA EMBALADOS EXCEPTIVOS	12
6.3	REQUISITOS PARA EMBALADOS INDUSTRIAIS	12
6.3.1	Embalado Industrial Tipo EI-1	12
6.3.2	Embalado Industrial Tipo EI-2	12
6.3.3	Embalado Industrial Tipo EI-3	13
6.3.4	Tanques e Contêineres Qualificados como Embalados Industriais Tipo EI-1, EI-2 e EI-3	13
6.4	REQUISITOS PARA EMBALADOS TIPO A	14
6.4.1	Conteúdo Radioativo sob Forma Líquida	14
6.4.2	Conteúdo Radioativo sob Forma Gasosa	14
6.5	REQUISITOS PARA EMBALADOS TIPO B	15
6.5.1	Requisitos para Embalados Tipo B(U)	16
6.5.2	Requisitos para Embalados Tipo B(M)	16
6.6	REQUISITOS PARA EMBALADOS CONTENDO MATERIAL FÍSSIL	16
6.6.1	Disposições Suplementares	16
6.6.2	Embalados Danificados e Não Danificados	17
6.6.3	Embalados Individuais Isolados	17
6.6.4	Arranjo de Embalados	18
6.6.5	Hipóteses para Avaliação da Subcriticalidade	18
6.6.6	Embalados com Isenção	18
7.	RADIOPROTEÇÃO E SEGURANÇA NO TRANSPORTE	19
7.1	DISPOSIÇÕES GERAIS	19
7.1.1	Controle e Requisitos Operacionais	19
7.1.2	Informações e Treinamento para Trabalhadores	19
7.1.3	Programas de Garantia da Qualidade	19
7.1.4	Outras Propriedades Perigosas	20
7.1.5	Transporte de Outras Mercadorias	20
7.1.6	Importação de Material Radioativo	20

7.1.7	Vistorias	20
7.1.8	Embalados sem Identificação	20
7.1.9	Acidentes de Transporte	21
7.1.10	Aprovação Especial de Transporte	21
7.2	AVALIAÇÃO E CONTROLE DA EXPOSIÇÃO	21
7.2.1	Monitorações Radiológicas	21
7.2.1	Distâncias de Segregação	21
7.3	REQUISITOS E CONTROLES PARA EMBALADOS, MODOS E MEIOS DE TRANSPORTE	21
7.3.1	Contaminação e Vazamento	21
7.3.2	Transporte de Embalados Exceptivos	22
7.3.3	Transporte de Embalados Industriais	23
7.3.4	Determinação do Índice de Transporte	24
7.3.5	Limitações no Índice de Transporte e Níveis de Radiação para Embalados e Pacotes de Embalados	24
7.3.6	Categorias para Rotulação de Embalados e Pacotes	25
7.3.7	Rotulação	26
7.3.8	Marcação	26
7.3.9	Colocação de Placas de Avisos em Tanques e Contêineres	27
7.3.10	Segregação	27
7.3.11	Acondicionamento para Transporte	28
7.3.12	Inspeções Antes do Embarque	28
7.3.13	Requisitos Adicionais para Transporte Rodoviário	29
7.3.14	Requisitos Adicionais para Transporte Ferroviário	29
7.3.15	Requisitos Adicionais para Transporte Aquaviário	30
7.3.16	Requisitos Adicionais para Transporte Aéreo	30
7.3.17	Armazenamento em Trânsito	31
7.4	INSPEÇÕES NA CNEN	31
8.	RESPONSABILIDADES E REQUISITOS ADMINISTRATIVOS	32
8.1	RESPONSABILIDADES DO EXPEDIDOR	32
8.2	DOCUMENTOS DE TRANSPORTE	32
8.3	INFORMAÇÕES AO TRANSPORTADOR	33
8.4	RESPONSABILIDADES DO TRANSPORTADOR	34
8.5	NOTIFICAÇÃO DE AUTORIDADES COMPETENTES	34
8.6	APROVAÇÕES DE PROJETO	35
8.6.1	Material Radioativo Sob Forma Especial	35
8.6.2	Projeto de Embalado Tipo B(U)	35
8.6.3	Projeto de Embalado Tipo B(M)	36

8.6.4	Projeto de Embalado Contendo Material Físsil	36
8.7	APROVAÇÕES DE TRANSPORTE	36
8.7.1	Aprovação Norma de Transporte	36
8.7.2	Aprovação Especial de Transporte	37
8.7.3	Aprovação Multilateral	37
9.	DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS	37
9.1	ANTES DA RESOLUÇÃO CNEN-09/77	37
9.2	APÓS A RESOLUÇÃO CNEN-09/77	38
ANEXO A - ENSAIOS		39
A1	DEMONSTRAÇÃO DA CONFORMIDADE	39
A2	ENSAIOS PARA MATERIAL BAE-III	39
A3	ENSAIOS PARA MATERIAL RADIOATIVO SOB FORMA ESPECIAL	39
A3.1	DISPOSIÇÕES GERAIS	39
A3.2	MÉTODOS DE ENSAIO	40
A3.3	MÉTODOS PARA A AVALIAÇÃO DA LIXIVIAÇÃO E VAZAMENTO VOLUMÉTRICO	41
A4	ENSAIOS PARA EMBALADOS	41
A4.1	PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS PARA OS ENSAIOS	41
A4.2	ENSAIOS PARA DEMONSTRAR A CAPACIDADE DE RESISTÊNCIA EM CONDIÇÕES NORMAIS DE TRANSPORTE	42
A4.3	ENSAIOS PARA DEMONSTRAR A CAPACIDADE DE RESISTÊNCIA EM CONDIÇÕES ACIDENTAIS DE TRANSPORTE	43
A4.4	ENSAIO DE IMERSÃO PARA EMBALADOS CONTENDO COMBUSTÍVEL IRRADIADO	44
A4.5	ENSAIO DE VAZAMENTO PARA EMBALADOS CONTENDO MATERIAL FÍSSIL	44
A4.6	VERIFICAÇÃO DA INTEGRIDADE DO SISTEMA DE CONTENÇÃO E DA EMBALAGEM	44
ANEXO B - MARCA DE IDENTIFICAÇÃO E CONTEÚDO DE CERTIFICADOS DE APROVAÇÃO		45
B1.	MARCA DE IDENTIFICAÇÃO	45
B2.	CONTEÚDO DOS CERTIFICADOS DE APROVAÇÃO	46
B2.1	CERTIFICADO PARA MATERIAL RADIOATIVO SOB FORMA ESPECIAL	46
B2.2	CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DE PROJETO DE EMBALADO	46
B2.3	CERTIFICADO DE APROVAÇÃO NORMAL DE TRANSPORTE	47
B2.4	CERTIFICADO DE APROVAÇÃO ESPECIAL DE TRANSPORTE	48
ANEXO C - FICHA DE MONITORAÇÃO DA CARGA E VEÍCULO RODOVIÁRIO		50
ANEXO D - DECLARAÇÃO DO EXPEDIDOR DE MATERIAIS RADIOATIVOS		51
APÊNDICE I - NÚMEROS E NOMES DE MATERIAIS RADIOATIVOS (EXTRATO		52

DA CLASSIFICAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS)

TABELA I	VALORES DE A_1 E A_2 PARA RADIONUCLÍDEOS	53
TABELA II	VALORES GERAIS PARA A_1 e A_2	62
TABELA III	LIMITES DE CONTAMINAÇÃO NÃO FIXADA NAS SUPERFÍCIES	63
TABELA IV	LIMITES DE ATIVIDADE PARA EMBALADOS EXCEPTIVOS	64
TABELA V	REQUISITOS PARA A INTEGRIDADE DE EMBALADOS INDUSTRIAIS (EI) CONTENDO MATERIAL BAE E/OU OCS	65
TABELA VI	LIMITES DE ATIVIDADE EM MEIOS DE TRANSPORTE PARA MATERIAL BAE E OCS	66
TABELA VII	FATOR DE MULTIPLICAÇÃO PARA CARGAS COM GRANDES DIMENSÕES	67
TABELA VIII	DETERMINAÇÃO DE ÍNDICES DE TRANSPORTE	68
TABELA IX	CATEGORIAS DE EMBALADOS	69
TABELA X	CATEGORIAS DE PACOTES DE EMBALADOS, INCLUINDO CONTÊINERES QUANDO USADOS COMO PACOTES DE EMBALADOS	70
TABELA XI	LIMITES PARA CONTÊINERES E MEIOS DE TRANSPORTE	71
TABELA XII	DADOS DE INSOLAÇÃO	73
TABELA XIII	LIMITAÇÕES EM SOLUÇÕES HIDROGENADAS HOMOGÊNEAS OU EM MISTURAS DE MATERIAIS FÍSSEIS	74
TABELA XIV	DISTÂNCIA DE QUEDA LIVRE PARA ENSAIO DE EMBALADOS EM CONDIÇÕES NORMAIS DE TRANSPORTE	75
FIGURA 1	SÍMBOLO BÁSICO DO TRIFÓLIO	76
FIGURA 2	RÓTULO CATEGORIA I-BRANCA	77
FIGURA 3	RÓTULO CATEGORIA II-AMARELA	78
FIGURA 4	RÓTULO CATEGORIA III-AMARELA	79
FIGURA 5	PLACA DE AVISO PARA TANQUES E CONTÊINERES	80
FIGURA 6	PLACA PARA NO. ONU	81
COMISSÃO DE ESTUDO		82

CNEN-NE-5.01 – “TRANSPORTE DE MATERIAIS RADIOATIVOS.”

1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 OBJETIVO

O objetivo desta Norma é estabelecer, com relação ao TRANSPORTE DE MATERIAIS RADIOATIVOS, requisitos de radioproteção e segurança a fim de garantir um nível adequado de controle da eventual exposição de pessoas, bens e meio ambiente à radiação ionizante, compreendendo:

- a) especificações sobre materiais radioativos para transporte;
- b) seleção do tipo de *embalado*;
- c) especificação dos requisitos de *projeto* e de ensaios de aceitação de *embalados*;
- d) disposições pertinentes ao transporte propriamente dito; e
- e) responsabilidades e requisitos administrativos.

1.2 CAMPO DE APLICAÇÃO

1.2.1 Esta Norma, no contexto do *transporte de materiais radioativos*, aplica-se:

- a) ao transporte por terra, água ou ar;
- b) ao projeto, fabricação, ensaios e manutenção de *embalagens*;
- c) à preparação, *expedição*, manuseio, carregamento, armazenagem em trânsito e recebimento no destino final de *embalados*; e,
- d) ao transporte de *embalagens* vazias, que tenham encerrado material radioativo.

1.2.2 Esta Norma não se aplica ao *transporte de material radioativo* que se realize:

- a) no interior de instalações nucleares ou radiativas, a ser efetuado e supervisionado de acordo com procedimentos elaborados pelo Supervisor de Radioproteção da instalação; ou,
- b) através de seres humanos nos quais tenham sido implantados marcapasso cardíaco ou outros aparelhos radioisotópicos ou que tenham sido tratados com produtos radiofarmacêuticos; ou
- c) tendo o material radioativo como parte integrante do *meio de transporte*.

1.2.3 De acordo com o Art. 23 do Regulamento do Serviço Postal aprovado pelo Decreto Federal nº 83.858, de 15/8/79, não é permitido o transporte de substância radioativa por via postal.

2. GENERALIDADES

2.1 INTERPRETAÇÕES

2.1.1 Qualquer dúvida que possa surgir com referência às disposições desta Norma será dirimida pela Comissão Nacional de Energia Nuclear - *CNEN*.

2.1.2 A *CNEN* pode, através de Resolução, substituir e/ou acrescentar requisitos aos constantes nesta Norma, conforme considerar apropriado ou necessário.

2.2 COMUNICAÇÕES

2.2.1 Os requerimentos decorrentes dos preceitos desta Norma devem ser dirigidos à Diretoria Executiva I da *CNEN*.

2.2.2 As notificações e demais documentos decursivos das disposições desta Norma devem ser endereçados ao Departamento de Instalações Nucleares-DIN da *CNEN*.

2.3 NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Como complementação aos requisitos desta Norma, devem ser atendidos:

- a) os preceitos de radioproteção para trabalhadores e público em geral, estabelecidos na Norma *CNEN-NN-3.01*: “Diretrizes Básicas de Radioproteção”;
- b) os procedimentos de monitoração individual de trabalhadores ocupacionalmente expostos, de monitoração de área e de supervisão médica, prescritos na Norma *CNEN-NE-3.02*: “Serviços de Radioproteção”;
- c) os regulamentos de transporte de produtos perigosos vigentes no país, bem como em cada um dos países nos quais ou para os quais o material radioativo deva ser transportado, particularmente nos casos em que o material, além de radioativo, possui outras características perigosas ou segue junto com outros produtos perigosos;
- d) os regulamentos de proteção ao meio ambiente, quando houver possibilidade de formação de produtos perigosos pela interação do *conteúdo radioativo* com água ou com a atmosfera.
- e) programas de *garantia da qualidade*, envolvendo planos e ações para assegurar o cumprimento dos dispositivos aplicáveis às *expedições*; e,
- f) os requisitos de proteção física relativos ao *transporte de materiais radioativos*, estabelecidos na Norma *CNEN-NE-2.01*: “Proteção Física de Unidades Operacionais da Área Nuclear”.

3. DEFINIÇÕES E SIGLAS

Para os fins desta Norma, são adotadas as seguintes definições e siglas:

- 1 **Acidente de Transporte** (ou simplesmente **acidente**) - evento inesperado durante um transporte de cargas, envolvendo dano a pessoas, bens, meio ambiente, *meios de transporte* ou cargas.
- 2 **Aeronave Cargueira** - aeronave que transporta mercadorias ou bens, não sendo *aeronave de passageiros*.
- 3 **Aeronave de Passageiros** - aeronave que transporta pessoas, além da tripulação, empregados do *transportador*, representante autorizado da *autoridade competente* ou escolta de uma *expedição*.
- 4 **Aprovação Especial de Transporte** - ato pelo qual a *CNEN* autoriza o transporte de *expedição* que não satisfaz todos os requisitos aplicáveis desta Norma. Para transportes internacionais deste tipo é necessária *aprovação multilateral*.
- 5 **Aprovação Multilateral** - aprovação conjunta da *autoridade competente* do país de origem do *projeto* ou do *transporte* e de cada país no qual ou para o qual a *expedição* deve ser transportada. A expressão “no qual ou para o qual” não inclui “sobre o qual”, isto é, a aprovação e os requisitos de notificação não se aplicam ao país sobre o qual o material radioativo esteja sendo transportado em aeronave, desde que não haja escala prevista nesse país.
- 6 **Aprovação Normal de Transporte** - ato pelo qual a *CNEN* autoriza o transporte de *expedição* que satisfaz os requisitos aplicáveis desta Norma.
- 7 **Aprovação Unilateral** - aprovação de um *projeto* pela *autoridade competente* do país de origem do *projeto*.
- 8 **Atividade Específica** - atividade de um radionuclídeo por unidade de massa do mesmo. No caso de um material no qual o radionuclídeo está uniformemente distribuído, é a atividade por unidade de massa do material.

- 9 **Autoridade Competente** - autoridade, nacional ou internacional, nomeada ou reconhecida para decidir sobre matéria objeto desta Norma. No BRASIL, a autoridade competente sempre envolvida é a *CNEN*. Outras *autoridades competentes* solicitadas estão na esfera do Ministério dos Transportes, do Ministério da Aeronáutica e do Ministério da Marinha.
- 10 **CNEN** - Comissão Nacional de Energia Nuclear
- 11 **Contaminação Fixada** - contaminação não removível da superfície durante o manuseio normal.
- 12 **Contaminação Não Fixada** - contaminação possível de ser removida da superfície durante o manuseio normal.
- 13 **Contêiner** - acessório de equipamento de transporte de carga, projetado para acondicionar em seu interior mercadorias, com *embalagem* ou não, de modo a facilitar o seu carregamento monolítico por um ou mais *meios de transporte*, sem recarregamento intermediário, e com as seguintes características essenciais:
- a) fechamento permanente durante o transporte, sendo rígido e suficientemente forte para uso repetido; e,
 - b) equipado com dispositivos que auxiliem o seu manuseio, particularmente na transferência de um *meio de transporte* para outro.
- Um *contêiner* pode ser usado como uma *embalagem* se os requisitos aplicáveis forem satisfeitos, ou usado para servir como envoltório em um *pacote de embalados*. É considerado *contêiner* pequeno aquele cuja maior dimensão externa é inferior a 1,5m ou cujo volume interno não é superior a 3m³. Os demais são considerados *contêineres* grandes.
- 14 **Conteúdo Radioativo** - material radioativo contido no interior da *embalagem*, incluindo quaisquer outros materiais sólidos, líquidos ou gasosos contaminados.
- 15 **Destinatário** - pessoa física ou jurídica a quem é destinada uma *expedição*.
- 16 **Embalado** - volume apresentado para *transporte*, abrangendo *embalagem* e respectivo *conteúdo radioativo*. É comumente designado por *volume*.
- 17 **Embalado Excepcivo** - *embalado* no qual a *embalagem*, do tipo industrial ou comercial comum, contém pequena quantidade de material radioativo com atividade limitada de acordo com o item 5.2.3, sendo projetado para satisfazer os requisitos de projeto referidos na subseção 6.2, conforme aplicável.
- 18 **Embalado Industrial** - *embalado* no qual a *embalagem*, do tipo industrial reforçado, contém material de baixa atividade específica-BAE ou objeto contaminado na superfície-OCS (ver especificações 4.12 a 4.19 na seção 4.) com atividade limitada de acordo com o item 5.2.4, sendo projetado para satisfazer os requisitos de projeto referidos na subseção 6.3, conforme aplicável.
- 19 **Embalado Tipo A** - *embalado* constituído de *embalagem Tipo A* e de *conteúdo radioativo* sujeito a limite de atividade conforme estabelecido nesta Norma, sem necessidade de aprovação do *projeto* pela *CNEN*, exceto se contém material físsil (ver item 5.2.5 e subseção 6.4).
- 20 **Embalado Tipo B** - *embalado* constituído de *embalagem Tipo B* e de *conteúdo radioativo* sem limite de atividade pré-estabelecido, cujo *projeto* está sujeito à *aprovação unilateral* ou *aprovação multilateral* (ver item 5.2.6 e subseção 6.5).

- 21 **Embalado Tipo B(M)** - *embalado Tipo B* que requer *aprovação multilateral* do projeto e, em certas circunstâncias, das condições de remessa, em razão de seu projeto deixar de satisfazer um ou mais critérios adicionais específicos para os *embalados Tipo B(U)* (ver item 6.5.2).
- 22 **Embalado Tipo B(U)** - *embalado Tipo B* que, sendo projetado de acordo com critérios adicionais de projeto e de contenção específicos, requer somente *aprovação unilateral* do projeto e de quaisquer medidas de acondicionamento eventualmente necessárias para dissipação de calor (ver item 6.5.1).
- 23 **Embalagem** - conjunto de componentes necessários para encerrar completamente o *conteúdo radioativo*, podendo consistir de um ou mais invólucros ou recipientes, materiais absorventes, estruturas para espaçamento, blindagem para radiações, e dispositivos para resfriamento, para absorção de choques mecânicos e para isolamento térmico. Pode se apresentar como uma caixa, tambor ou recipiente similar, e também como um *contêiner* ou *tanque*, em conformidade com os requisitos para *embalados*.
- 24 **Embalagem Tipo A** - *embalagem* projetada para suportar as condições normais de transporte com o grau de retenção da integridade de contenção e blindagem exigido por esta Norma após a submissão aos ensaios especificados no Anexo A, conforme aplicável.
- 25 **Embalagem Tipo B** - *embalagem* projetada para suportar os efeitos danosos de um *acidente de transporte* com o grau de retenção da integridade de contenção e blindagem exigido por esta Norma após a submissão aos ensaios especificados no Anexo A, conforme aplicável.
- 26 **Embarcação** - qualquer engenho flutuante utilizado para transporte de carga por via marítima, lacustre ou fluvial, auto-propelido ou não.
- 27 **Expedição** - qualquer carga de material radioativo ou *embalados* apresentados para transporte pelo *expedidor*.
- 28 **Expedidor** - qualquer pessoa física ou jurídica assim denominada nos documentos regulamentares com os quais apresenta uma *expedição* para transporte.
- 29 **Garantia da Qualidade** - conjunto das ações sistemáticas de controles e inspeções implementadas pelas organizações envolvidas no *transporte de materiais radioativos*, objetivando prover garantia adequada de que os padrões de segurança estabelecidos nesta Norma sejam alcançados na prática.
- 30 **Gás Não Comprimido** - gás cuja pressão não excede a pressão atmosférica ambiente no instante em que o *sistema de contenção* é fechado.
- 31 **Índice de Transporte (IT)** - número atribuído a um *embalado*, *pacote de embalados*, *tanque* ou *contêiner* com material radioativo, ou a material BAE-I ou OCS-I a granel), com a finalidade de estabelecer, conforme aplicável:
- a) o controle da exposição à radiação e da criticalidade nuclear;
 - b) limites de *conteúdo radioativo*;
 - c) categorias para rotulação;
 - d) requisitos para *uso exclusivo*;
 - e) requisitos de espaçamento durante o armazenamento em trânsito;
 - f) restrições de mistura durante o transporte realizado mediante *aprovação especial de transporte* e durante armazenamento em trânsito;
 - g) o número de *embalados* permitido em um *contêiner* ou em um *meio de transporte*.

- 32 **Meio de Transporte** (ou **unidade** de transporte) - expressão que abrange qualquer:
- a) *veículo*, para transporte rodoviário ou ferroviário; ou
 - b) *embarcação*, porão, paiol ou *praça definida do convés*, para transporte aquaviário; ou,
 - c) aeronave, para transporte aéreo.
- 32 **Nível de Radiação** - taxa de dose equivalente expressa em milisievert (milirem) por hora.
Admite-se que milisievert ou milirem não sejam as unidades corretas a serem aplicadas a exposições em todos os casos; entretanto essas unidades são usadas nesta Norma exclusivamente por conveniência.
- 33 **NRM** – Nível de Radiação Máximo.
- 34 **Pacote de Embalados** (ou simplesmente *pacote*, “*overpack*” no trato internacional) - volume apresentado para *transporte*, constituído de uma embalagem coletora sem necessidade de atender aos requisitos para contêineres (tal como uma caixa ou saco), contendo um grupo de dois ou mais *embalados*. É usado por um único *expedidor* a fim de consolidar uma *expedição* de vários *embalados* em uma unidade manuseável, para conveniência de manuseio, acondicionamento e transporte.
- 35 **Praça Definida do Convés** - área do convés aberto de uma *embarcação* ou do convés de *veículos* de uma barca ou navio tipo “roll-on/roll-off”, que é designada para a estivagem de material radioativo.
- 36 **Pressão Máxima de Operação Normal** - pressão máxima, acima da pressão atmosférica ao nível médio do mar, que poderia se desenvolver no *sistema de contenção* no período de um ano, sob as condições de temperatura e radiação solar correspondentes às condições ambientais de transporte, na ausência de sistema de alívio, de resfriamento externo por sistema auxiliar, ou de controles operacionais durante o transporte.
- 37 **Projeto** - descrição de material radioativo sob forma especial, *embalagem* ou *embalado* que possibilite sua completa identificação, podendo incluir especificações, desenhos técnicos, relatórios demonstrativos de conformidade com requisitos regulamentares e outros documentos pertinentes.
- 38 **Sistema de Contenção** - conjunto de componentes da *embalagem* especificamente projetado para reter o material radioativo durante transporte.
- 39 **Tanque** - contêiner-tanque, tanque portátil, caminhão-tanque, vagão-tanque ou recipiente, satisfazendo os seguintes requisitos:
- a) ter capacidade mínima de 450 litros para conter substâncias líquidas ou sólidas (em pó, grão, ou em suspensão), ou de 1000 litros para conter gases;;
 - b) ser transportável por via terrestre ou marítima;
 - c) poder ser carregado e descarregado sem necessidade de remoção de seu equipamento estrutural;
 - d) possuir elementos estabilizadores e dispositivos de fixação externos à carcaça; e
 - e) poder ser içado quando cheio.
- 41 **Transportador** - qualquer pessoa física ou jurídica, proprietária ou exploradora do *meio de transporte*, responsável pela realização do *transporte de material radioativo*.
- 42 **Transporte de Material Radioativo** (ou simplesmente **transporte**) - expressão que abrange todas as operações e condições associadas e envolvidas na movimentação de material radioativo remetido de um local a outro (referidas no item 1.2.1), incluindo tanto as condições normais como as condições de acidente.

- 43 **Uso Exclusivo** - uso, com exclusividade, por um único *expedidor*, de um *meio de transporte* ou de um grande *contêiner* com comprimento mínimo de 6 (seis) metros, de modo que quaisquer operações de carga e descarga sejam realizadas segundo orientação do *expedidor* ou do *destinatário*.
- 44 **Veículo** - veículo rodoviário (incluindo veículo articulado, isto é, combinação de trator e semi-reboque), carro ou vagão ferroviário. Cada vagão deve ser considerado como um *veículo* separado.

4. ESPECIFICAÇÕES SOBRE MATERIAIS RADIOATIVOS PARA FINS DE TRANSPORTE

Para efeito de *transporte de materiais radioativos* prevalecem as seguintes especificações:

4.1 MATERIAL RADIOATIVO - qualquer material com atividade específica superior a 70 kBq/kg (ou aprox. 2×10^{-9} Ci/g ou 2nCi/g).

4.2 MATERIAL RADIOATIVO SOB FORMA ESPECIAL - material radioativo sólido não dispersivo ou material radioativo contido em cápsula selada, que satisfaça os seguintes requisitos específicos:

- a) tenha, pelo menos, uma dimensão não inferior a 5mm;
- b) não quebre ou estilhace sob os ensaios de impacto, percussão e flexão (Anexo A, subitens A3.2.1 a A3.2.3 e A3.2.5 alínea a, conforme aplicável);
- c) não funda ou disperse quando submetido aos ensaios de calor (Anexo A, subitens A3.2.4 e A3.2.5 alínea b, conforme aplicável);
- d) a atividade na água emergente de ensaios de lixiviação nele aplicados (subitens A3.3.1 e A3.3.2 do Anexo A) não exceda a 2kBq (ou aprox. 50nCi); ou alternativamente, no caso de fonte selada, a taxa de vazamento, quando submetida a ensaios de avaliação de vazamento volumétrico (subitem A3.3.3 do Anexo A), não exceda o limite aplicável aceitável pela *CNEN*; e
- e) no caso de contenção em cápsula selada, tenha a cápsula produzida de modo a que só possa ser aberta através de sua destruição. A cápsula selada pode ser considerada como um componente do *sistema de contenção* do *embalado*.

4.3 A_1 - valor básico da atividade de um radionuclídeo no caso de se tratar de material radioativo sob forma especial, consoante o item 5.2.2.

4.4 A_2 - valor básico da atividade de um radionuclídeo no caso de não se tratar de material radioativo sob forma especial, consoante o item 5.2.2.

4.5 MATERIAL FÍSSIL - plutônio-238, plutônio-239, plutônio 241, urânio-233, urânio-235 ou qualquer combinação desses radionuclídeos. Estão excluídos desta especificação urânio natural e urânio empobrecido não irradiados ou que tenham sido, somente, irradiados em reatores térmicos.

4.6 TÓRIO NÃO IRRADIADO - tório contendo, no máximo, 10^{-7} g de urânio-233, por grama de tório-232.

4.7 TÓRIO NATURAL - tório quimicamente separado, contendo distribuição naturalmente ocorrente de seus isótopos (quase inteiramente tório-232 e uma quantidade muito pequena de tório-228, tório-234, tório-231 e tório-227),

4.8 URÂNIO EMPOBRECIDO - urânio contendo menos de 0,72% em massa de urânio-235.

4.9 URÂNIO ENRIQUECIDO - urânio contendo mais de 0,72% em massa de urânio-235.

4.10 URÂNIO NÃO IRRADIADO - urânio contendo, no máximo, 10^{-6} g de plutônio por grama de urânio-235 e uma atividade de produtos de fissão não superior a 9 MBq (0,20mCi) por grama de urânio-235.

4.11 URÂNIO NATURAL - urânio quimicamente separado, contendo a distribuição naturalmente ocorrente de seus isótopos (aproximadamente 99,28% de urânio-238 e 0,72% de urânio-235, em massa, e uma quantidade muito pequena de urânio-234).

4.12 MATERIAL DE BAIXA ATIVIDADE ESPECÍFICA (MATERIAL BAE) - material radioativo que tem, por natureza, uma *atividade específica* limitada ou material radioativo ao qual se aplicam limites para a sua *atividade específica* média estimada. Materiais de blindagem que envolvem o material BAE não são considerados na determinação da *atividade específica* média estimada.

4.13 MATERIAL BAE-1 (“LSA-1 MATERIAL”, no trato internacional) - classe de material BAE na qual se incluem:

- minérios que contêm radionuclídeos ocorrentes na natureza (tais como urânio e tório) e concentrados de urânio ou tório de tais minérios;
- urânio natural não-irradiado ou urânio empobrecido ou tório natural, compostos sólidos ou líquidos desses elementos ou suas misturas; ou
- material radioativo, exceto material físsil, para o qual o valor básico de atividade A_2 não é limitado.

4.14 MATERIAL BAE-II (“LSA-II MATERIAL”, no trato internacional) - classe de material BAE na qual se incluem:

- água com concentração de trício até 1TBq/l (20 Ci/l); ou
- material no qual a atividade é distribuída uniformemente e a *atividade específica* média estimada não exceda a $10^{-4}A_2/g$ para sólidos e gases ou $10^{-5}A_2/g$ para líquidos.

4.15 MATERIAL BAE-III (“LSA-III MATERIAL”, no trato internacional) - classe de material BAE sólido (como, por exemplo, rejeitos consolidados e materiais ativados) na qual:

- o material radioativo é distribuído em um sólido ou um conjunto de objetos sólidos ou é uniformemente distribuído em um material aglutinante compacto sólido (tal como concreto, betume, cerâmica etc.);
- o material radioativo é relativamente insolúvel ou está incorporado em matriz relativamente insolúvel, de tal forma que, mesmo com perda de *embalagem*, a perda de material radioativo por *embalado*, resultante do ensaio especificado na seção A2 do Anexo A, não exceda a $0,1A_2$; e
- a atividade específica média estimada do sólido, excluindo qualquer material de blindagem, não excede a $2 \times 10^{-3}A_2/g$.

4.16 CONTAMINAÇÃO EM SUPERFÍCIE (ou simplesmente CONTAMINAÇÃO) - presença de substância radioativa em uma superfície em quantidades superiores a $0,4 \text{ Bq/cm}^2$ ($10^{-5}\mu\text{Ci/cm}^2$) para emissores beta e gama ou $0,04 \text{ Bq/cm}^2$ ($10^{-6}\mu\text{Ci/cm}^2$) para emissores alfa.

4.17 OBJETO CONTAMINADO NA SUPERFÍCIE (OCS) - objeto sólido de material não radioativo com contaminação por material radioativo distribuído na sua superfície.

4.18 OCS-I (“SCO-I”, no trato internacional) - classe de objeto contaminado na superfície no qual:

- em 300 cm^2 considerados em média da superfície acessível (ou em sua área total, se for inferior a 300 cm^2):
 - a *contaminação não fixada* não excede 4 Bq/cm^2 ($10^{-4}\mu\text{Ci/cm}^2$) para emissores beta e gama, ou $0,4 \text{ Bq/cm}^2$ ($10^{-5}\mu\text{Ci/cm}^2$) para emissores alfa; e

II - a *contaminação fixada* não excede 4×10^4 Bq/cm² (1μCi/cm²) para emissores beta e gama ou 4×10^3 Bq/cm² (0,1μCi/cm²) para emissores alfa;

- b) em 300 cm² considerados em média da superfície inacessível (ou em sua área total, se for inferior a 300 cm²), a soma da *contaminação não fixada* com a *contaminação fixada* não excede 4×10^4 Bq/cm² (1μCi/cm²) para emissores beta e gama, ou 4×10^3 Bq/cm² (0,1μCi/cm²) para emissores alfa.

4.19 OCS-II (“SCO-II”, no trato internacional) - classe de objeto contaminado na superfície em que, tanto a *contaminação fixada* como a *contaminação não fixada*, excedem os limites correspondentes especificados para OCS-I (“SCO-I”) e no qual:

- a) em 300 cm² considerados em média da superfície acessível (ou em sua área total, se for inferior a 300 cm²):

I - a *contaminação não fixada* não excede 400 Bq/cm² (10⁻²μCi/cm²) para emissores beta e gama, ou 40 Bq/cm² (10⁻³μCi/cm²) para emissores alfa; e

II - a *contaminação fixada* não excede 8×10^5 Bq/cm² (20μCi/cm²) para emissores beta e gama, ou 8×10^4 Bq/cm² (2μCi/cm²) para emissores alfa; e

- b) em 300 cm² considerados em média da superfície inacessível (ou em sua área total, se for inferior a 300 cm²), a soma da *contaminação fixada* com a *contaminação não fixada* não excede 8×10^5 Bq/cm² (20μCi/cm²) para emissores beta e gama, ou 8×10^4 Bq/cm² (2μCi/cm²) para emissores alfa.

5. SELEÇÃO DO TIPO DE EMBALADO

5.1 TIPOS PRIMÁRIOS

5.1.1 O tipo do *embalado* para transporte de determinado *conteúdo radioativo*, por determinado *meio de transporte*, com vistas ao desempenho adequado da respectiva *embalagem* em termos de sua integridade, deve ser selecionado dentre um dos 4 (quatro) tipos primários seguintes, definidos na seção 3.:

- a) *embalados exceptivos* (3-17)
- b) *embalados industriais* (3-18)
- c) *embalados Tipo A* (3-19)
- d) *embalados Tipo B* (3-20)

explicitando-se, em cada caso, se o *embalado* contém material físsil.

5.1.2 Para a seleção referida no item 5.1.1 deve ser identificada a natureza do *conteúdo radioativo*, com base nas especificações apresentadas na seção 4., e avaliada a sua atividade total a partir dos valores básicos de atividade (A_1 e/ou A_2) dos radionuclídeos presentes de acordo com os itens 5.2.1 e 5.2.2, com vistas ao atendimento dos requisitos de limitação de atividade aplicáveis a cada tipo de *embalado*, conforme disposto nos itens 5.2.3 a 5.2.7.

5.1.3 Uma vez selecionado o tipo de *embalado* apropriado ao caso, em sua preparação para transporte devem ser obedecidos os requisitos de projeto aplicáveis, estabelecidos na seção 6.

5.2 LIMITAÇÃO DE ATIVIDADE

5.2.1 Hipóteses Básicas

A limitação de atividade do *conteúdo radioativo* do *embalado* é alicerçada nas seguintes hipóteses:

- a) é improvável um indivíduo permanecer a uma distância de 1 metro de um *embalado* por mais de 30 (trinta) minutos;

- b) a dose equivalente efetiva para um indivíduo exposto na vizinhança de um transporte de *embalado* em condições de *acidente* (exceto resultante de operações de limpeza) não deve exceder o limite de dose anual para trabalhadores, 50 mSv (5 rem); e
- c) as doses equivalentes recebidas pelos órgãos individuais, inclusive a pele, de uma pessoa envolvida em um *acidente de transporte* não devem exceder 500 mSv (50 rem) ou, no caso especial do cristalino, 150 mSv (15 rem).

5.2.2 Valores Básicos de Atividade

A determinação da atividade total do *conteúdo radioativo*, para a seleção do tipo primário do *embalado*, deve ser apoiada no cálculo dos seguintes valores básicos de atividade, A_1 e A_2 , determinados com relação a um trabalhador em *transporte* que permanece por 30 minutos a 1 m do *embalado*:

- a) Atividade A_1 - para material radioativo sob forma especial é o menor dos seguintes valores:
 - I - 40 TBq (ou aprox. 1000 Ci); ou,
 - II - no caso do emissor gama, a atividade que resultaria numa dose equivalente efetiva de 50 mSv (5 rem) para o trabalhador; ou,
 - III - no caso do emissor beta, a atividade que resultaria numa dose na pele do trabalhador de 500 mSv (50 rem), levando em conta fatores de blindagem de 3 a 30; ou,
 - IV - no caso de emissor alfa, $10^4 A_2$.
- b) Atividade A_2 - para material radioativo sob forma na qual pode se dispersar, é o menor dos seguintes valores:
 - I - 40 TBq (ou aprox. 1000 Ci); ou,
 - II - no caso de incorporação (por inalação, ingestão ou ferimento), a atividade que resultaria em uma dose interna igual ao limite de incorporação anual (LIA) correspondente à dose equivalente efetiva comprometida de 50 mSv (5 rem) ou a uma dose equivalente comprometida no órgão individual de 500 mSv (50 rem); ou,
 - III - no caso de exposição externa, a atividade que resultaria em uma dose de pele contaminada de 500 mSv (50 rem), admitindo-se 1% do *conteúdo radioativo* disperso numa área de 1 m², pele do trabalhador com espessura de 7 mg/cm² e mãos contaminadas a 10% daquele nível, sem luvas e lavadas dentro de 5 horas; ou,
 - IV - no caso de radionuclídeo gasoso, a atividade correspondente à concentração integrada no tempo que conduziria ao atingimento dos limites de dose equivalente de 500 mSv (50 rem), admitindo-se que 100% do *conteúdo radioativo*, seja comprimido ou não, é liberado em depósito de 3m x 10m x 10m com 4 renovações de ar por hora.

5.2.2.1 Os valores de A_1 e A_2 mencionados no item 5.2.2 estão relacionados na Tabela I para um grande número de radionuclídeos individuais.

5.2.2.2 Para radionuclídeos individuais identificados, porém não incluídos na Tabela I, a determinação dos valores de A_1 e A_2 no contexto do item 5.2.2 deve ser submetida à aprovação da *CNEN* ou, no caso de transporte internacional, à *aprovação multilateral*.

5.2.2.3 Como alternativa ao subitem 5.2.2.2, os valores de A_1 e A_2 apresentados na Tabela II podem ser utilizados sem necessidade de aprovação.

5.2.2.4 No cálculo dos valores de A_1 e A_2 para um radionuclídeo não constante da Tabela I, uma cadeia de decaimento radioativo simples em que os radionuclídeos presentes estejam em proporções naturalmente ocorrentes e nenhum nuclídeo filho tenha meia-vida superior a 10 dias nem superior a do radionuclídeo pai deve ser considerada como um radionuclídeo único.

5.2.2.5 No caso citado no subitem 5.2.2.4 a atividade a ser levada em conta e o valor de A_1 ou A_2 a ser aplicado devem ser aqueles correspondentes ao nuclídeo pai da cadeia.

5.2.2.6 Para cadeias de decaimento radioativo nas quais um nuclídeo filho tenha meia-vida superior a 10 dias ou superior à do nuclídeo pai, este nuclídeo e aquele nuclídeo filho devem ser considerados como mistura de diferentes nuclídeos.

5.2.2.7 No caso de uma mistura de radionuclídeos cujas identidades e respectivas atividades sejam conhecidas, devem ser aplicadas as seguintes condições:

a) para material radioativo sob forma especial:

$$\sum_i \frac{B(i)}{A_1(i)} \leq 1$$

b) para outras formas de material radioativo:

$$\sum_i \frac{B(i)}{A_2(i)} \leq 1,$$

onde: $B(i) \rightarrow$ atividade do radionuclídeo i .

$A_1(i) \rightarrow$ valor de A_1 para o radionuclídeo i .

$A_2(i) \rightarrow$ valor de A_2 para o radionuclídeo i .

5.2.2.8 O Valor de A_2 para misturas pode, alternativamente, ser determinado através da seguinte fórmula:

$$A_2 = \frac{1}{\sum_i \frac{f(i)}{A_2(i)}}$$

onde: $f(i) \rightarrow$ fração da atividade do nuclídeo i na mistura

$A_2(i) \rightarrow$ valor apropriado de A_2 para o nuclídeo i .

5.2.2.9 Quando é conhecida a identidade de cada radionuclídeo na mistura, desconhecendo-se, porém, as atividades individuais de alguns deles, os radionuclídeos podem ser agrupados e o menor valor de A_1 ou A_2 , conforme apropriado, em cada grupo, pode ser usado na aplicação das fórmulas apresentadas nos subitens 5.2.2.7 e 5.2.2.8.

5.2.2.10 Os grupos mencionados no subitem 5.2.2.9 podem ser baseados na atividade alfa total e na atividade beta/gama total quando essas atividades são conhecidas, utilizando-se os menores valores de A_1 ou A_2 para os emissores alfa ou emissores beta/gama, respectivamente.

5.2.2.11 No caso de radionuclídeos individuais ou misturas de radionuclídeos para os quais não haja dados disponíveis, os valores de A_1 e A_2 constantes da Tabela II podem ser empregados.

5.2.3 Limites para Embalados Exceptivos

5.2.3.1 Os *embalados exceptivos* que encerram materiais radioativos outros que não artigos fabricados de urânio natural, urânio empobrecido ou tório natural, não devem conter atividades superiores aos limites aplicáveis, especificados na Tabela IV.

5.2.3.2 Para artigos fabricados de urânio natural, urânio empobrecido ou tório natural, os *embalados exceptivos* podem conter qualquer quantidade desses materiais, desde que a superfície externa do urânio ou do tório seja protegida por um revestimento inativo de metal ou de alguma outra substância resistente.

5.2.4 Limites para Embalados Industriais

A atividade total de material BAE, ou de OCS, em cada *embalado industrial* ou objeto ou coleção de objetos, conforme apropriado, deve ser restrita de modo a que não sejam excedidos:

a) o nível de radiação externo a 3 m do *embalado*, sem blindagem, de 10 mSv/h (1 rem/h); e,

b) os limites de atividade para um único *meio de transporte*, estabelecidos na Tabela VI.

5.2.5 Limites para Embalados Tipo A

Os *embalados Tipo A* não devem conter atividades superiores às seguintes:

- a) A_1 para material radioativo sob forma especial
- b) A_2 para material radioativo sob outras formas, observando-se os subitens 5.2.2.1 a 5.2.2.11 para a determinação dos valores de A_1 e A_2 .

5.2.6 Limites para Embalados Tipo B

Os *embalados Tipo B*, em conformidade com o que estiver autorizado e especificado nos certificados de aprovação dos respectivos *projetos*, não devem conter:

- a) atividades superiores às autorizadas;
- b) radionuclídeos diferentes daqueles autorizados;
- c) conteúdos em estado físico ou químico ou em forma diferente daqueles autorizados.

5.2.7 Limites para Embalados Contendo Material Físsil

5.2.7.1 Os *embalados* de qualquer tipo, contendo material físsil, estão sujeitos aos limites de atividade aplicáveis ao respectivo tipo, especificados nos itens 5.2.3 a 5.2.6.

5.2.7.2 Os *embalados* contendo material físsil sujeitos à aprovação de *projeto*, em conformidade com o que estiver autorizado e especificado nos certificados de aprovação dos respectivos *projetos*, não devem conter:

- a) massa de material físsil superior à autorizada;
- b) qualquer radionuclídeo ou material físsil diferente daquele autorizado;
- c) conteúdos em forma, estado físico ou químico, ou em arranjo espacial diferentes daqueles autorizados.

6. REQUISITOS DE PROJETO PARA EMBALADOS

6.1 REQUISITOS GERAIS

6.1.1 Transporte por Qualquer Via

Os *embalados*, em geral, devem ser projetados de modo que:

- a) sejam fácil e seguramente manuseáveis e transportáveis, levando-se em consideração a massa, o volume e a forma dos mesmos;
- b) possam ser adequadamente fixados no *meio de transporte*;
- c) os dispositivos de içamento não falhem quando usados conforme projetado e, se por acaso esses dispositivos falharem, que não seja prejudicada a capacidade do *embalado* em satisfazer os demais requisitos desta Norma. A avaliação deve incluir fatores de segurança apropriados para abranger o caso de içamento repentino;
- d) quaisquer acessórios solidários na superfície externa do *embalado*, passíveis de utilização para içamento, sejam capazes de suportar o peso do *embalado* em conformidade com o disposto na alínea c), ou sejam removíveis ou impossibilitados de uso durante o transporte;
- e) tanto quanto praticável, tenham suas superfícies externas livres de saliências, de forma a poderem ser facilmente descontaminadas;
- f) na medida do possível, seja evitada a coleta e retenção de água na sua superfície mais externa;
- g) sejam capazes de suportar os efeitos de qualquer aceleração, vibração ou ressonância de vibração possíveis durante transporte de rotina, sem qualquer prejuízo para a eficácia dos dispositivos de fechamento dos recipientes ou para a integridade do *embalado* como um todo;
- h) complementando a alínea g, tenham porcas, parafusos e outros dispositivos de fixação impossibilitados de afrouxarem ou serem soltos involuntariamente, mesmo após uso repetido;

- i) tenham os materiais da *embalagem* e de quaisquer componentes ou estruturas, física e quimicamente compatíveis entre si e com o *conteúdo radioativo*, levando-se, também, em conta, o comportamento desses materiais sob o efeito de radiação;
- j) todas as válvulas, através das quais possa haver vazamento de material radioativo, tenham proteção contra operações não autorizadas;
- k) quaisquer dispositivos a serem agregados ao *embalado* durante transporte, sem constituírem partes integrantes do mesmo, não reduzam a sua segurança.

6.1.2 Transporte por Via Aérea

Os *embalados* a serem transportados por via aérea devem satisfazer os seguintes requisitos adicionais de projeto:

- a) a temperatura das superfícies acessíveis, sem levar em conta insolação, não deve exceder 50°C em uma temperatura ambiente de 38°C;
- b) a integridade da contenção dos *embalados* não deve diminuir quando submetida a temperaturas ambientes variando de - 40°C a + 55°C;
- c) no caso de conterem materiais radioativos líquidos devem ser capazes de suportar, sem vazamento, uma pressão interna que acarrete uma pressão diferencial não inferior a 95 kPa (0,95 kgf/cm²).

6.2 REQUISITOS PARA EMBALADOS EXCEPTIVOS

O *embalado exceptivo*, com *conteúdo radioativo* limitado de acordo com o item 5.2.3, deve ser projetado de modo a satisfazer:

- a) a condição de *nível de radiação* em qualquer ponto de sua superfície externa, no máximo, igual a 5μSv/h (0,5 mrem/h);
- b) os requisitos gerais especificados no item 6.1.1.; e
- c) no caso de conter material físsil, os requisitos adicionais estabelecidos na subseção 6.6.

6.3 REQUISITOS PARA EMBALADOS INDUSTRIAIS

O *embalado industrial*, com *conteúdo radioativo* limitado de acordo com o item 5.2.4, deve ser classificado, por nível de integridade, em um dos 3 (três) seguintes tipos:

- a) Tipo EI-1
- b) Tipo EI-2
- c) Tipo EI-3

6.3.1 Embalado Industrial Tipo EI-1

O *embalado industrial* para ser qualificado como Tipo EI-1 ("IP-1" no trato internacional) deve ser projetado de modo a satisfazer:

- a) os requisitos gerais especificados no item 6.1.1 e, adicionalmente, os do item 6.1.2 se transportado por via aérea; e,
- b) no caso de conter material físsil, os requisitos adicionais constantes da subseção 6.6.

6.3.2 Embalado Industrial Tipo EI-2

O *embalado industrial* para ser qualificado como Tipo EI-2 ("IP-2" no trato internacional) deve ser projetado de modo a:

- a) satisfazer os requisitos para o Tipo EI-1, referidos no item 6.3.1; e
- b) evitar, quando submetido aos ensaios de queda livre e de empilhamento referidos nos itens A4.2.3 e A4.2.4 do Anexo A, ou, alternativamente, aos ensaios especificados para o Grupo III de *Embalagens* nas "Recomendações sobre o Transporte de Mercadorias Perigosas" ("Recommendations on the Transport of Dangerous Goods") preparadas por um comitê de especialistas das Nações Unidas:

I - vazamento ou dispersão do *conteúdo radioativo*;

- II - perda de integridade de blindagem que possa resultar em aumento superior a 20% no nível de radiação em qualquer superfície externa do *embalado*.

6.3.3 Embalado Industrial Tipo EI-3

O *embalado industrial* para ser qualificado como Tipo EI-3 (“IP-3” no trato internacional) deve ser projetado de modo a atender às seguintes disposições:

- a) satisfazer os requisitos para o Tipo EI-1, referidos no item 6.3.1;
- b) ter a menor dimensão externa igual ou superior a 10 cm;
- c) incorporar, na parte externa, um dispositivo tal como um selo, não facilmente quebrável, o qual, enquanto intacto, sirva de evidência de que o *embalado* não foi aberto;
- d) capacitar quaisquer dispositivos de amarração na superfície externa para absorver, sob condições normais ou de *acidente*, as forças neles aplicadas, sem que seja prejudicada a aptidão do *embalado* em satisfazer os requisitos desta Norma;
- e) levar em conta para os componentes da *embalagem*, a faixa de temperatura de - 40°C a + 70°C, com particular atenção aos pontos de congelamento de *conteúdo radioativo* líquido e à degradação potencial de materiais da *embalagem*, dentro desse intervalo de temperatura;
- f) incluir um *sistema de contenção* firmemente cerrado por um dispositivo de fechamento hermético, impossível de abrir involuntariamente ou por pressão interna surgida.
- g) ter, no caso em que o *sistema de contenção* referido na alínea f) constitui uma unidade separada da *embalagem*, o respectivo dispositivo de fechamento hermético independente de qualquer outra parte da *embalagem*;
- h) considerar para qualquer componente do *sistema de contenção*, conforme aplicável, a decomposição radiolítica de líquidos e outros materiais vulneráveis, bem como a geração de gases por radiólise e por reação química;
- i) capacitar o *sistema de contenção* para reter o seu *conteúdo radioativo* sob uma redução da pressão ambiente até 25 kPa (0,25 kgf/cm²);
- j) prover todas as válvulas, exceto as válvulas de alívio de pressão, de um envoltório para retenção de vazamento;
- l) capacitar qualquer blindagem contra radiação encerrando um componente do *conteúdo radioativo*, especificada como parte do *sistema de contenção*, para impedir a liberação involuntária desse componente de seu interior;
- m) capacitar, no caso em que o conjunto “blindagem-componente encerrado” referido na alínea l) constitui uma unidade separada da *embalagem*, a blindagem para ser firmemente cerrada por um dispositivo de fechamento hermético independente de qualquer outra estrutura da *embalagem*;
- n) prever folga de enchimento suficiente para, no caso de *conteúdo radioativo* líquido, acomodar variações na temperatura do mesmo, efeitos dinâmicos e dinâmica de enchimento; e,
- o) evitar, quando submetido aos ensaios de queda livre, de empilhamento, de jato de água e de penetração prescritos nos itens A4.2.2 a A4.2.5 do anexo A, os seguintes eventos:
 - I - vazamento ou dispersão de *conteúdo radioativo*; e
 - II - perda de integridade de blindagem que possa resultar em aumento superior a 20% no nível de radiação em qualquer superfície externa do *embalado*.

6.3.4 Tanques e Contêineres Qualificados como Embalados Industriais Tipos EI-2 e EI-3

6.3.4.1 O contêiner-tanque pode ser usado como *embalado industrial* Tipos EI-2 e EI-3, desde que projetado para:

- a) satisfazer os requisitos para o *embalado industrial* Tipo EI-1, referidos no item 6.3.1;
- b) conformar com padrões, no mínimo, equivalentes aos prescritos no Capítulo 12 do documento: “Recomendações sobre Transporte de Mercadorias Perigosas”, preparado no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU);
- c) resistir a uma pressão de ensaio de 265 kPa (2,65 kgf/cm²);

- d) capacitar qualquer blindagem adicional para suportar as tensões estáticas e dinâmicas resultantes de condições normais de manuseio e de transporte; e
- e) evitar perda de blindagem que possa resultar em aumento superior a 20% no *nível de radiação* em qualquer superfície externa do contêiner-tanque.

6.3.4.2 O *tanque*, outro que não contêiner-tanque, pode ser usado como *embalado industrial* Tipos EI-2 e EI-3 para transportar materiais BAE-I e BAE-II líquidos e gasosos como prescrito na Tabela V, desde que conforme com os padrões, no mínimo, equivalentes aos referidos em 6.3.4.1.

6.3.4.3 O *contêiner* pode ser usado como *embalagem industrial* Tipos EI-2 e EI-3, desde que projetado para:

- a) satisfazer os requisitos para o *embalado industrial* Tipo EI-1 referidos no item 6.3.1; e
- b) conformar com os requisitos prescritos no documento da Organização Internacional de Normalização ISO 1496/1-1978: "Série I - Contêineres - Especificações e Ensaios - Parte I: Contêineres de Carga em Geral", cuja aplicação é aceitável pela *CNEN*; e
- c) evitar perda de blindagem que possa resultar em aumento superior a 20% no *nível de radiação* em qualquer superfície externa do *contêiner*, quando submetido aos ensaios prescritos no documento referido na alínea b.

6.4 REQUISITOS PARA EMBALADOS TIPO A

O *embalado Tipo A*, com *conteúdo radioativo* limitado de acordo com o item 5.2.5, deve ser projetado de modo a satisfazer:

- a) os requisitos para *embalados industriais* Tipo EI-3, conforme o item 6.3.3; e
- b) os requisitos adicionais relativos ao caso em que o *conteúdo radioativo* está sob forma líquida ou gasosa, especificados nos itens 6.4.1 e 6.4.2.

6.4.1 Conteúdo Radioativo sob Forma Líquida

O *embalado Tipo A*, projetado para conter líquidos deve ser:

- a) adequado para satisfazer as condições estabelecidas no item 6.3.3 alínea o, quando submetido aos ensaios adicionais de queda livre e de penetração, especificados no item A4.2.6 do Anexo A;
- b) provido, no caso do volume líquido não exceder 50 ml, de material absorvente suficiente para absorver duas vezes o volume do conteúdo líquido, e adequadamente posicionado de modo a entrar em contacto com o líquido na eventualidade de vazamento; e,
- c) provido, no caso do volume líquido exceder a 50 ml, de:
 - I - material absorvente suficiente como estabelecido na alínea b); ou de
 - II - um *sistema de contenção* com componentes de contenção primária interna e de contenção secundária externa, projetados para assegurar a retenção do conteúdo líquido pelo sistema, mesmo se houver vazamento da contenção primária.

Os requisitos estabelecidos nas alíneas b) e c) não se aplicam ao caso de um *embalado Tipo B* projetado e aprovado para líquidos e que contenha os mesmos líquidos com atividade igual ou inferior aos valores limites de A_2 para os *conteúdos radioativos* autorizados.

6.4.2 Conteúdo Radioativo sob Forma Gasosa

6.4.2.1 O *embalado Tipo A* projetado para conter gases comprimidos ou *gases não comprimidos* deve impedir a liberação ou dispersão do *conteúdo radioativo*, quando submetido aos ensaios adicionais de queda livre e de penetração, especificados no item A4.2.6 do Anexo A para demonstrar capacidade para resistir a condições normais de transporte.

6.4.2.2 Está isento do disposto no subitem 6.4.2.1, o *embalado Tipo A* projetado para conteúdos que não excedam 40 TBq (1000 Ci) de trício ou para gases nobres sob forma gasosa que não excedam A_2 .

6.5 REQUISITOS PARA EMBALADOS TIPO B

O *embalado Tipo B*, com *conteúdo radioativo* limitado de acordo com o item 5.2.6, deve ser projetado de modo a:

- a) satisfazer os requisitos para *embalados industriais* Tipo EI-3, conforme o item 6.3.3, exceto parcialmente quanto ao disposto em sua alínea g), prevalecendo o especificado na alínea h) desta subseção 6.5;
- b) manter, se submetido aos ensaios prescritos no item A4.3 do Anexo A, blindagem suficiente para assegurar que o *nível de radiação* a 1 (um) metro da superfície externa do *embalado* não exceda 10 mSv/h (1 rem/h) com o máximo de *conteúdo radioativo* que pode comportar;
- c) continuar capacitado, conforme comprovado através dos ensaios referidos nos itens A4.2.1 a A4.2.5 do Anexo A, ao cumprimento sem falhas dos requisitos aplicáveis de contenção e blindagem, quando sujeito ao calor gerado internamente pelo seu *conteúdo radioativo*, em situação normal de transporte e sem ser cuidado por uma semana, sob temperatura ambiente de 38°C e sob condições de insolação constantes da Tabela XII;
- d) levar em conta, com relação ao referido na alínea c), os efeitos de calor capazes de:
 - I - alterar o arranjo, a forma geométrica ou o estado físico do *conteúdo radioativo* ou, caso o material radioativo esteja contido num recipiente metálico (por exemplo, elementos combustíveis de reator nuclear), causar a fusão ou deformação do recipiente ou do material radioativo; ou
 - II - reduzir a eficiência da *embalagem* por dilatação térmica diferencial ou por fissuramento ou fusão do material da blindagem contra radiação; ou
 - III - em combinação com umidade, acelerar a corrosão.
- e) não apresentar, em uma temperatura ambiente de 38°C, a temperatura das superfícies acessíveis superior a 50°C, a menos que seja transportado sob *uso exclusivo*, exceto por via aérea (ver item 6.1.2, alínea a);
- f) permanecer eficaz a proteção térmica, incluída com o objetivo de satisfazer os requisitos do ensaio térmico prescrito no item A4.3.2, quando o *embalado* é submetido aos ensaios referidos nos itens A4.2.1 a A4.2.5, e nos subitens A4.3.1, alíneas a e b) ou subitens A4.3.1, alíneas b e c), do Anexo A, conforme aplicável;
- g) capacitar a proteção térmica mencionada na alínea f, quando no exterior do *embalado*, a manter sua eficácia em face de eventos comuns no transporte ou manuseio normais, ou em *acidentes*, tais como rasgos, cortes, deslizamentos, abrasões, ou manuseio severo, eventos esses não simulados nos ensaios do Anexo A prescritos;
- h) restringir o vazamento ou dispersão do *conteúdo radioativo* a, no máximo, $10^{-6}A_2$ por hora com aplicação dos subitens 5.2.2.7 a 5.2.2.11 para misturas de diferentes radionuclídeos presentes, quando o *embalado* é submetido aos ensaios referidos nos itens A4.2.1 a A4.2.5 do Anexo A;
- i) restringir, levando em conta as limitações de *contaminação não fixada* externa prescritas na Tabela III, o vazamento acumulado do *conteúdo radioativo* durante uma semana, no máximo a $10A_2$ para o criptônio 85 e A_2 para os demais radionuclídeos, com aplicação dos subitens 5.2.2.7 a 5.2.2.11 para misturas de diferentes radionuclídeos presentes (exceto para o criptônio 85, para o qual pode ser usado um valor efetivo $A_2 = 100 \text{ TBq (2.000 Ci)}$), quando o *embalado* é submetido aos ensaios especificados no Anexo A, itens A4.3, A4.3.1 b, A4.3.2 e A4.3.3, e, ainda, alternativamente:
 - I - ao ensaio prescrito no subitem A4.3.1 c se o *embalado* tem massa inferior a 500 kg e densidade global inferior a 1000 kg/m^3 baseada nas dimensões externas, e *conteúdo radioativo* superior a $1000A_2$ não como material radioativo sob forma especial; ou
 - II - ao ensaio prescrito no subitem A4.3.1 a para os demais *embalados* não incluídos no inciso I.

6.5.1 Requisitos para Embalados Tipo B (U)

O *embalado Tipo B (U)*, além do atendimento às disposições prescritas para qualquer *embalado Tipo B* em 6.5, alíneas a) a i), deve ser projetado de modo a satisfazer os seguintes requisitos adicionais:

- a) não haver ruptura do *sistema de contenção*, se contiver combustível nuclear irradiado com atividade superior a 37 Pbq (10^6 Ci), quando o *embalado* é submetido ao ensaio de imersão em água especificado no Anexo A, item A4.4.;
- b) conformar com os limites de liberação de atividade permitidos, sem depender de filtros nem de um sistema mecânico de resfriamento;
- c) não incluir um sistema de alívio de pressão para o *sistema de contenção* passível de permitir a liberação de material radioativo para o meio ambiente sob as condições dos ensaios especificados no Anexo A, itens A4.2 e A4.3;
- d) evitar, sob *pressão máxima de operação normal*, que o nível de tensões no *sistema de contenção* atinja valores passíveis de prejudicar o cumprimento dos requisitos aplicáveis, quando o *embalado* é submetido aos ensaios prescritos no Anexo A, itens A4.2 e A4.3;
- e) não apresentar uma *pressão máxima de operação normal* superior a 700 kPa (7 kgf/cm^2);
- f) impedir que a temperatura máxima de qualquer superfície facilmente acessível, durante o transporte em condições normais, exceda a 85°C na ausência de insolação, exceptuando-se o caso de transporte por via aérea, sujeito ao disposto no item 6.1.2. Podem ser levados em conta barreiras ou anteparos para proteção dos trabalhadores em *transporte*; sem necessidade de submissão de tais barreiras ou anteparos a qualquer ensaio; e
- g) permanecer eficaz para uma variação de temperatura ambiente de -40°C a $+38^\circ\text{C}$.

6.5.2 Requisitos para Embalados Tipo B (M)

6.5.2.1 O *embalado Tipo B (M)* deve ser projetado de modo a satisfazer:

- a) os requisitos especificados para *embalados Tipo B* na subseção 6.5, alíneas a a i), com a ressalva de que, no caso de transporte realizado unicamente em território brasileiro ou entre o Brasil e determinados países, podem ser admitidas condições de temperatura ambiente e de insolação diferentes das prescritas nas alíneas c), d) e e), sujeitas à aprovação da *CNEN*; e
- b) tanto quanto praticável, os requisitos estabelecidos para *embalados Tipo B (U)* no item 6.5.1.

6.5.2.2 O *embalado Tipo B (M)* pode ter ventilação intermitente durante o transporte, desde que os controles operacionais para tal ventilação sejam aprovados pela *CNEN*.

6.6 REQUISITOS PARA EMBALADOS CONTENDO MATERIAL FÍSSIL

O *embalado* contendo material físsil, limitado de acordo com o item 5.2.7, além do atendimento aos requisitos de projeto prescritos para o respectivo tipo primário de *embalado* nas subseções 6.1 a 6.5, conforme aplicável, deve satisfazer os requisitos especificados nos itens 6.6.1 a 6.6.5, exceto se estiver enquadrado no disposto no item 6.6.6.

6.6.1 Disposições Suplementares

O *embalado* contendo material físsil deve ser projetado tendo em vista a observância das seguintes disposições suplementares:

- a) transporte e armazenamento em conformidade com os controles especificados na seção 7;
- b) acondicionamento e movimentação com subcriticalidade nuclear sempre mantida (ver itens 6.6.2 a 6.6.5), sob condições normais e em *acidentes*, levando-se em conta contingências tais como:
 - I - vazamento de água para dentro ou para fora do *embalado*;
 - II - perda de eficiência de absorvedores ou moderadores de nêutrons incorporados;
 - III - possível rearranjo do *conteúdo radioativo* no interior do *embalado*, seja pelo movimento do *meio de transporte* ou como resultado de vazamento;
 - IV - redução de espaço entre *embalados* ou *conteúdos radioativos*;
 - V - eventual imersão do *embalado* em água ou neve; e
 - VI - possíveis efeitos de mudança de temperatura.
- c) se submetido aos ensaios especificados nos itens A4.2.2 a A4.2.5 do Anexo A:
 - I - nem o volume nem qualquer espaçamento que tenham servido de base para a avaliação do controle de criticalidade nuclear, conforme o subitem 6.6.4.2 alínea a),

sofram redução superior a 5%, e a construção da *embalagem* não admita a introdução de um cubo de 10 cm de aresta; e

- II - não haja vazamento de água para dentro ou para fora de qualquer parte do *embalado*, a menos que um vazamento tenha sido admitido para fins do disposto nos subitens 6.6.3.4, 6.6.4.1 e 6.6.4.2; e
- III - a configuração do *conteúdo radioativo* e a geometria do *sistema de contenção* não sejam alteradas, de forma a aumentar significativamente a multiplicação de nêutrons.

6.6.2 Embalados Danificados e Não Danificados

Para fins de avaliação da subcriticalidade do *embalado* contendo material físsil, considerar:

- a) *embalado* não danificado, como sendo a condição do *embalado* tal como projetado para ser apresentado para transporte; e
- b) *embalado* danificado, como sendo a condição, avaliada ou demonstrada, do *embalado* se tivesse sido submetido a qualquer das seguintes combinações de ensaios do Anexo A que seja a mais restritiva:
 - I - os ensaios prescritos nos itens A4.2.2 a A4.2.5, seguidos dos especificados nos itens A4.3.1 e A4.3.2 e complementados pelos prescritos no item A4.5; ou
 - II - os ensaios prescritos nos itens A4.2.2 a A4.2.5, seguidos do especificado no item A4.3.3.

6.6.3 Embalados Individuais Isolados

6.6.3.1 Para fins de determinação da subcriticalidade de *embalados* individuais isolados contendo material físsil, com a ressalva do disposto no subitem 6.6.3.2, deve ser admitido que possa escapar água para dentro ou para fora de todos os espaços vazios do *embalado*, inclusive daqueles no interior do *sistema de contenção*.

6.6.3.2 No caso do *projeto* do *embalado* incorporar dispositivos especiais para evitar escapamento de água para dentro ou para fora de determinados espaços vazios, mesmo como resultado de erro humano, pode ser admitido não haver escapamento com relação a esses espaços vazios.

6.6.3.3 Os dispositivos especiais referidos em 6.6.3.2 devem incluir:

- a) múltiplas barreiras de água, de alto padrão, capacitadas a permanecer estanques se o *embalado* for danificado conforme o item 6.6.2, alínea b);
- b) alto grau de controle de qualidade na produção e manutenção de *embalagens*;
- c) ensaios especiais para demonstrar a hermeticidade de cada *embalado* antes do transporte; ou
- d) outros aspectos sujeitos à *aprovação multilateral*.

6.6.3.4 O *embalado* individual contendo material físsil, danificado ou não danificado, deve ser subcrítico sob as condições especificadas no item 6.6.2 e nos subitens 6.6.3.1 a 6.6.3.3, levando-se em conta as características físicas e químicas do *conteúdo radioativo*, bem como qualquer alteração nessas características passível de ocorrer quando o *embalado* é danificado, e com observância das seguintes condições relativas à moderação e reflexão de nêutrons:

- a) a disposição dos materiais no interior do *sistema de contenção* seja tal que:
 - a configuração e moderação resultem na máxima multiplicação de nêutrons; e
 - haja reflexão total do *sistema de contenção* por uma espessura de 20 cm de água (ou equivalente), ou essa maior reflexão possa adicionalmente ser proporcionada pelos materiais envolventes da *embalagem*; e, suplementando,
- b) se qualquer fração dos materiais escapar do *sistema de contenção*, que a disposição desses materiais seja tal que:
 - I - a configuração e moderação resultem na máxima multiplicação de nêutrons; e
 - II - haja reflexão total desses materiais por uma espessura de 20 cm de água (ou equivalente).

6.6.4 Arranjo de Embalados

6.6.4.1 O arranjo de *embalados* contendo material físsil, durante transporte ou armazenamento, deve ser subcrítico.

6.6.4.2 Para fins de determinação da subcriticalidade de um arranjo de *embalados* contendo material físsil, deve ser calculado um número “N”, admitindo-se que, se os *embalados* forem empilhados juntos em qualquer arrumação, com a pilha revestida em todos os lados por uma espessura refletora de 20 cm de água (ou equivalente), sejam satisfeitas as seguintes condições:

- a) 5 vezes “N” *embalados* não danificados, sem nada entre eles, constituiriam um conjunto subcrítico; e,
- b) 2 vezes “N” *embalados* danificados, com moderação hidrogenada entre eles resultando na maior multiplicação de nêutrons possível, formariam um conjunto subcrítico.

6.6.5 Hipóteses para Avaliação da Subcriticalidade

Na avaliação da subcriticalidade de material físsil em sua configuração de transporte, devem ser adotadas as seguintes posições:

- a) para material físsil irradiado cujos dados reais de irradiação são conhecidos, a avaliação pode ser feita com base nesses dados, levando em conta variações significativas na composição;
- b) para material físsil irradiado cujos dados reais de irradiação não são conhecidos, a avaliação deve ser feita com base nas seguintes hipóteses:
 - I - se a multiplicação de nêutrons decresce com a irradiação, o material deve ser considerado como não irradiado; ou
 - II - se a multiplicação de nêutrons aumenta com a irradiação, o material deve ser considerado como irradiado ao ponto correspondente à máxima multiplicação de nêutrons; e
- a) para material físsil não especificado, tal como resíduos ou refugos, cuja composição, massa, concentração, razão de moderação ou densidade não são conhecidas ou não podem ser identificadas, a avaliação deve ser feita com base na hipótese de que cada parâmetro desconhecido tem o valor que resulta na máxima multiplicação de nêutrons sob condições reais de transporte.

6.6.6 Embalados com Isenção

O *embalado* contendo material físsil que satisfizer qualquer um dos requisitos adiante especificados nas alíneas a) a f) está isento do cumprimento dos requisitos estabelecidos nos itens 6.6.1 a 6.6.5, devendo ser considerado como material radioativo não físsil para efeitos desta Norma, sujeito, apenas, às prescrições pertinentes à sua natureza e propriedades radioativas:

- a) *embalado* contendo individualmente, no máximo, 15 g de material físsil, desde que a menor dimensão externa não seja inferior a 10 cm. No caso de transporte a granel, a limitação de quantidade de material físsil aplica-se à *expedição* carregada no *meio de transporte*;
- b) *embalado* contendo soluções ou misturas hidrogenadas homogêneas que satisfaçam as condições listadas na Tabela XIII. No caso de transporte a granel, as limitações de quantidade constantes dessa tabela aplicam-se à *expedição* carregada no *meio de transporte*;
- c) *embalado* contendo urânio enriquecido a 1% em massa, e com um conteúdo total de plutônio e urânio-233 até 1% da massa de urânio-235, desde que o material físsil esteja distribuído homogeneamente no material e que, se o urânio-235 presente estiver sob forma metálica de óxido ou carbonetos, não forme um arranjo reticular dentro do *embalado*;
- d) *embalado* contendo, no máximo, 5 g de material físsil em qualquer volume de 10 litros, desde que o material radioativo esteja encerrado em *embalagem* capaz de manter as limitações de distribuição de material físsil sob condições ocorrentes durante transporte normal;
- e) *embalado* contendo individualmente, no máximo, 1 kg de plutônio total, do qual, no máximo, 20% da massa pode consistir de plutônio-239, plutônio-241, ou qualquer combinação desses radionuclídeos;
- f) *embalado* contendo soluções líquidas de nitrato de urânio enriquecido em urânio-235 a, no máximo, 2% em massa, com um conteúdo de plutônio e urânio-233 total de até 0,1% da

massa de urânio-235 e com a relação atômica entre nitrogênio e urânio (N/U), no mínimo, igual a 2 (dois).

7. RADIOPROTEÇÃO E SEGURANÇA NO TRANSPORTE

As atividades associadas ao transporte de materiais radioativos devem ser planejadas e realizadas em conformidade com os requisitos de radioproteção e segurança prescritos nesta Norma, bem como nas normas e documentos complementares especificados na subseção 2.3, conforme aplicável.

7.1 DISPOSIÇÕES GERAIS

7.1.1 Controles e Requisitos Operacionais

No transcurso das operações de transporte de materiais radioativos devem ser implementadas medidas relativas a:

- a) avaliação e controle da exposição à radiação para trabalhadores ocupacionalmente expostos, através de monitoração individual e de área, de supervisão médica e afastamento adequado do material radioativo; e
- b) requisitos e controles para embalados, modos e *meios de transporte*, especialmente com relação a contaminações e vazamentos, exposições à radiação e possibilidades de criticalidade nuclear, abrangendo, conforme aplicável, limitações de níveis de atividades, *níveis de radiação* e *índices de transporte*, além de rotulação e marcação, segregação e acondicionamento adequados, e de inspeções.

7.1.2 Informações e Treinamento para Trabalhadores

Os trabalhadores envolvidos no *transporte* devem:

- a) ser informados sobre os riscos radiológicos associados ao *transporte*; e
- b) estar adequadamente treinados, na medida do necessário e conforme o tipo de trabalho e as precauções a serem observadas, para a execução de suas tarefas em condições de segurança.

7.1.3 Programas de Garantia da Qualidade

7.1.3.1 Devem ser estabelecidos e implementados programas de *garantia da qualidade* relativos ao projeto, manufatura, ensaios, documentação, uso, manutenção e inspeção de *embalados*, bem como sobre operações de transporte e armazenamento em trânsito, de forma a assegurar conformidade com os requisitos desta Norma.

7.1.3.2 A comprovação de que as especificações de *projeto* foram inteiramente implementadas deve estar disponível para a *CNEN*.

7.1.3.3 O fabricante, *expedidor* ou usuário de qualquer *projeto* de *embalado* deve estar preparado para facilitar as inspeções, pela *CNEN*, da *embalagem* durante a fabricação e o uso, devendo, também, demonstrar que:

- a) os métodos e materiais empregados na fabricação estão de acordo com as especificações de *projeto* aprovadas; e
- b) todas *embalagens* fabricadas de acordo com o *projeto* aprovado são periodicamente inspecionadas e, se necessário, reparadas, bem como mantidas em boas condições, de tal forma que continuem a satisfazer a todas especificações e requisitos relevantes, mesmo depois de uso repetido.

7.1.4 Outras Propriedades Perigosas

Na preparação do *embalado*, colocação de marcas, rótulos e placas de aviso, armazenamento e transporte de materiais radioativos devem ser levadas em consideração, além das propriedades radioativas do conteúdo, quaisquer outras propriedades perigosas (tais como:

explosividade, inflamabilidade, piroforicidade, corrosividade e toxicidade química), de forma a estar em conformidade com os regulamentos de produtos perigosos vigentes no país e nos países pelos quais esses materiais serão transportados e, quando aplicável, com os regulamentos de transporte de organizações similares, bem como com esta Norma.

7.1.5 Transporte de Outras Mercadorias

7.1.5.1 Um *embalado*, ressalvando o disposto no subitem 7.1.5.2, não deve conter outros itens, exceto artigos e documentos necessários à utilização do material radioativo.

7.1.5.2 Um *embalado* contendo material BAE ou OCS pode conter, além dos artigos e documentos referidos no subitem 7.1.5.1, outros itens, desde que seja assegurado não haver interação dos mesmos com a *embalagem* ou seu conteúdo, passível de reduzir a segurança do *embalado*.

7.1.5.3 *Tanques* usados para o transporte de material radioativo não devem ser utilizados para o armazenamento ou transporte de outras mercadorias.

7.1.5.4 É permitido o transporte de outras mercadorias junto com *expedições* transportadas sob *uso exclusivo*, desde que as respectivas providências sejam controladas somente pelo *expedidor* e que não seja proibido por outros regulamentos.

7.1.5.5 As *expedições* devem ser segregadas de outras mercadorias perigosas durante transporte ou armazenamento, em conformidade com a regulamentação em vigência no país e nos países pelos quais os materiais serão transportados e, quando aplicável, com os regulamentos de transporte de organizações similares, bem como com esta Norma.

7.1.6 Importação de Material Radioativo

No caso de importação de material radioativo, o importador deve solicitar autorização do DIN/CNEN em formulários apropriados.

7.1.7 Vistorias

7.1.7.1 As operações que envolvem vistorias para exame de conteúdo de *embalados*, inclusive as alfandegárias, só devem ser realizadas em lugares que disponham de meios adequados para controle das exposições à radiação e na presença de técnicos qualificados em radioproteção.

7.1.7.2 O *embalado* que for aberto para vistoria deve ser restaurado à sua condição inicial sob as mesmas condições prescritas no subitem 7.1.7.1, antes de ser encaminhado ao *destinatário*.

7.1.8 Embalados sem Identificação

Nos casos em que, durante vistorias ou inspeções, nem o *expedidor* nem o *destinatário* possam ser identificados, o *embalado* deve ser colocado em local seguro e a *CNEN* imediatamente informada.

7.1.9 Acidentes de Transporte

7.1.9.1 No evento de um *acidente* durante o transporte de material radioativo, devem ser executadas medidas de emergência, estabelecidas ou aprovadas pela *CNEN*, para proteger a saúde humana, bens e o meio ambiente.

7.1.9.2 A escolha das rotas para *transporte* deve levar em consideração todos os riscos de *acidentes* prováveis, radiológicos ou não.

7.1.9.3 Quando existir a probabilidade de ocorrência de um *acidente* com graves conseqüências para pessoas e o meio ambiente, deve ser estabelecido um plano de emergência específico, aprovado pela *CNEN*, a ser implementado pelo *expedidor* e *transportador* em conjunto.

7.1.10 Aprovação Especial de Transporte

A *expedição* que não satisfizer todos os requisitos aplicáveis desta Norma, somente deve ser transportada mediante *Aprovação Especial de Transporte*.

7.2 AVALIAÇÃO E CONTROLE DA EXPOSIÇÃO

7.2.1 Monitorações Radiológicas

7.2.1.1 A natureza e a extensão dos procedimentos para avaliação e controle da exposição devem ser relacionadas à magnitude e à probabilidade de ocorrência da exposição.

7.2.1.2 Em função da dose equivalente efetiva (H_E) anualmente recebida por trabalhadores em *transporte* ocupacionalmente expostos, estimada ou verificada, devem ser adotados os seguintes procedimentos, conforme o caso:

- a) para H_E inferior a 5 mSv/ano (500 mrem/ano), não é necessário modificar a rotina normal de trabalho, nem executar monitorações radiológicas;
- b) para H_E entre 5 mSv/ano (500 mrem/ano) e 15 mSv/ano (1.500 mrem/ano) é obrigatória a realização periódica, conforme necessário, de monitoração ambiental e avaliação dos *níveis de radiação* nos locais de trabalho e nos *meios de transporte*; e
- c) para H_E entre 15 mSv/ano (1.500 mrem/ano) e 50 mSv/ano (5.000 mrem/ano) é obrigatória a implementação de programas de monitoração individual e de área, bem como supervisão médica especial.

7.2.2 Distâncias de Segregação

7.2.2.1 Para fins de controle da exposição à radiação, o material radioativo deve ser suficientemente segregado de trabalhadores em *transporte* e de indivíduos do público em geral.

7.2.2.2 Exclusivamente para fins de cálculo das distâncias de segregação ou taxas de dose associadas em áreas regularmente ocupadas ou de regular acesso, devem ser obedecidos os seguintes valores limites para a dose equivalente efetiva (H_E), a serem utilizados juntamente com parâmetros e modelos matemáticos hipotéticos, porém realísticos:

- a) para trabalhadores em *transporte*, o valor limite de H_E de 5 mSv/ano (500 mrem/ano); e
- b) para indivíduos do público, o valor limite de H_E de 1 mSv/ano (100 mrem/ano) aplicável ao grupo crítico.

7.3 REQUISITOS E CONTROLES PARA EMBALADOS, MODOS E MEIOS DE TRANSPORTE

7.3.1 Contaminação e Vazamento

7.3.1.1 A *contaminação não fixada* em qualquer superfície externa de um *embalado* deve ser mantida tão baixa quanto praticável, não excedendo, em condições normais de *transporte*, os limites especificados na Tabela III.

7.3.1.2 A *contaminação não fixada* nas superfícies internas e externas de *pacotes de embalados* e *contêineres* com material radioativo não deve exceder os limites prescritos na Tabela III.

7.3.1.3 Os *meios de transporte* e equipamentos usados rotineiramente no transporte de material radioativo, para fins de avaliação do nível de contaminação, devem ser monitorados, com periodicidade compatível com a probabilidade de contaminação e a frequência de *transporte*.

7.3.1.4 Com a ressalva do disposto no subitem 7.3.1.5, os *meios de transporte* ou equipamentos que tenham ficado contaminados acima dos limites especificados na Tabela III, durante o transporte de material radioativo, devem ser prontamente descontaminados por técnico qualificado em radioproteção, não devendo ser usados novamente até que:

- a) a *contaminação não fixada* volte a se enquadrar dentro dos limites prescritos na Tabela III; e
- b) *nível de radiação* resultante da *contaminação fixada* nas superfícies, após a descontaminação, seja inferior a $5\mu\text{Sv/h}$ ($0,5\text{ mrem/h}$).

7.3.1.5 Os *meios de transporte* usados para o transporte de material BAE e OCS sob *uso exclusivo* são isentos dos requisitos estabelecidos no subitem 7.3.1.4, desde que permaneçam sob *uso exclusivo* e não sejam utilizados para transportar outras mercadorias antes de serem descontaminados.

7.3.1.6 Se houver suspeita ou evidência de que um *embalado* está danificado ou vazando, deve ser restringido o acesso ao mesmo e requisitado, com a brevidade possível, um técnico qualificado em radioproteção para:

- a) avaliar a extensão da contaminação e o *nível de radiação* no *embalado*;
- b) examinar, além do *embalado*, o *meio de transporte* usado, as áreas adjacentes de carga e descarga e, se preciso, todos os outros materiais que tenham sido, também, conduzidos naquele *meio de transporte*; e
- c) quando necessário, prescrever a adoção imediata de medidas adicionais para proteção da vida humana, de acordo com as normas vigentes, a fim de minimizar e superar as consequências de tal dano ou vazamento.

7.3.1.7 *Embalados* com vazamentos que resultem em níveis de atividade superiores aos limites especificados na Tabela III, em condições normais de transporte, podem ser removidos sob supervisão, porém não devem ser transportados até que tenham sido reparados ou reconicionados e descontaminados.

7.3.2 Transporte de Embalados Exceptivos

7.3.2.1 O *embalado exceptivo*, apresentado para transporte de pequena quantidade de material radioativo cuja atividade não exceda os limites estabelecidos na Tabela IV, está sujeito aos seguintes controles:

- a) *nível de radiação* em qualquer ponto de sua superfície externa, no máximo igual a $5\mu\text{Sv/h}$ ($0,5\text{ mrem/h}$) e *índice de transporte* desprezível;
- b) *contaminação não fixada* em qualquer ponto de sua superfície externa, no máximo, igual aos limites de atividade especificados na Tabela III para *embalados exceptivos*;
- c) atendimento ao disposto no item 7.1.4 se, além das propriedades radioativas, co-existirem outras propriedades perigosas;
- d) obediência aos requisitos gerais de projeto especificados no item 6.1.1;
- e) enquadramento nas disposições do item 6.6.6, no caso de conter material físsil;
- f) documentação de transporte em conformidade com o disposto na subseção 8.2.

7.3.2.2 O material radioativo que está encerrado ou é parte integrante de um instrumento ou outro artigo manufaturado (como um relógio ou dispositivo eletrônico), e cuja atividade não excede os limites estabelecidos na Tabela IV para cada item individual e *embalado* (colunas 2 e 3), pode ser transportado como *embalado exceptivo* desde que:

- a) *nível de radiação* a 10 cm de qualquer ponto da superfície externa do referido instrumento ou artigo sem *embalagem* não exceda a $0,1\text{ mSv/h}$ (10 mrem/h); e
- b) cada instrumento ou artigo (exceto dispositivos ou relógios radioluminescentes) seja marcado com a indicação: "RADIOATIVO".

7.3.2.3 O material radioativo sob forma diferente da referida no subitem 7.3.2.2, e cuja atividade não excede os limites estabelecidos na Tabela IV (coluna 4), pode ser transportado como *embalado exceptivo* desde que:

- a) *embalado* seja capaz de reter o seu conteúdo sob condições prováveis de ocorrerem no transporte de rotina; e
- b) *embalado* possua a marca indicativa “RADIOATIVO” sobre uma superfície interna, facilmente visível ao se abrir o *embalado*.

7.3.2.4 Um artigo manufaturado no qual o único material radioativo é o urânio natural, ou urânio empobrecido ou tório natural, pode ser transportado como *embalado exceptivo*, desde que a superfície externa do urânio ou do tório seja protegida por um revestimento inativo de metal ou de outro material resistente.

7.3.2.5 Uma *embalagem* vazia que tenha contido material radioativo pode ser transportada como sendo *embalado exceptivo* desde que:

- a) esteja em boas condições e seguramente fechada;
- b) a superfície externa de todo urânio ou tório em sua estrutura seja protegida por um revestimento inativo de metal ou de outro material resistente;
- c) nível de *contaminação fixada* interna seja inferior a 1/1000 (um milésimo) dos níveis especificados na Tabela III para *embalados exceptivos*; e
- d) quaisquer rótulos de risco referentes aos *conteúdos radioativos* antes encerrados não estejam mais visíveis.

7.3.3 Transporte de Embalados Industriais

7.3.3.1 O *embalado industrial*, apresentado para transporte de material BAE ou OCS, está sujeito aos seguintes controles:

- a) conteúdo de material BAE ou OCS, especificados na seção 4, restrito de modo a que o *nível de radiação* externo a 3 m, sem blindagem, seja, no máximo, igual a 10 mSv/h (1 rem/h) e o *índice de transporte*, no máximo, igual a 10;
- b) *contaminação não fixada* em qualquer ponto de sua superfície externa, no máximo, igual aos limites aplicáveis prescritos na Tabela III;
- c) atendimento ao disposto no item 7.1.4 se, além das propriedades radioativas, co-existirem outras propriedades perigosas;
- d) garantia de cumprimento do prescrito no subitem 7.1.5.2, no caso de *conteúdo radioativo* junto com outras mercadorias;
- e) classificação por nível de integridade, conforme subseção 6.3, compatível com o conteúdo de material BAE ou OCS, de acordo com a Tabela V;
- f) obediência aos requisitos de projeto especificados nos itens 6.3.1, 6.3.2 ou 6.3.3, conforme a classificação do *embalado*;
- g) atendimento aos requisitos de projeto estabelecidos no item 6.3.4, para os casos de *tanque* e de *contêiner* qualificados como *embalado* Tipo EI-2 ou Tipo EI-3, conforme aplicável;
- h) cumprimento das disposições aplicáveis constantes dos itens 6.6.1 a 6.6.5, no caso de conter material físsil;
- i) marcação e rotulação em conformidade com os itens 7.3.7 e 7.3.8;
- j) observância dos requisitos adicionais relativos ao(s) modo(s) de transporte usado(s), de acordo com os itens 7.3.13 a 7.3.16 e conforme aplicável; e
- k) documentação de transporte em conformidade com o disposto na subseção 8.2.

7.3.3.2 Material BAE-I e OCS-I podem ser transportados a granel nas seguintes condições:

- a) com exceção de minérios contendo apenas radionuclídeos de ocorrência natural, o transporte deve ser realizado de modo que, em condições normais de transporte, não haja vazamento do *meio de transporte* nem qualquer perda de blindagem;
- b) cada *meio de transporte* deve estar sob *uso exclusivo*, exceto quando transportando somente OCS-I no qual a contaminação nas superfícies acessíveis e inacessíveis não seja superior a

4 Bq/cm² (10⁻⁴ μCi/cm²) para emissores beta ou gama ou 0,4 Bq/cm² (10⁻⁵ μCi/m²) para emissores alfa; e

- c) para OCS-I no qual se suspeita a existência de *contaminação não fixada* em superfícies inacessíveis, superior aos valores especificados no item 4.18 a) I, devem ser adotadas medidas para assegurar que o material radioativo não contamine o *meio de transporte*.

7.3.3.3 Material BAE-II, BAE-III e OCS-II não podem ser transportados a granel, devendo ser contidos em *embalados industriais* adequados em conformidade com o especificado na Tabela V, de forma que, em condições normais de transporte, não haja vazamento de *conteúdo radioativo*, nem qualquer perda de blindagem proporcionada pela *embalagem*.

7.3.3.4 A atividade total de material BAE e OCS, em um único *meio de transporte*, não deve exceder os limites estabelecidos na Tabela VI, conforme disposto no item 5.2.4, alínea b.

7.3.4 Determinação do Índice de Transporte

7.3.4.1 O *Índice de transporte IT* a ser utilizado para o controle da exposição à radiação devida a *embalados, pacotes de embalados, tanques e contêineres* usados como *pacotes de embalados*, ou material BAE-I e OCS-I a granel, deve ser obtido de acordo com o seguinte procedimento, conforme aplicável:

- a) determinar o *nível de radiação máximo (NRM)* a 1 m da superfície externa da carga considerada, e multiplicá-lo por 100 (cem) se expresso em mSv/h, ou por 1 (um) se expresso em mrem/h;
- b) para minérios e concentrados de urânio e tório, a determinação prescrita na alínea anterior pode ser substituída pela adoção dos seguintes valores para o *NRM* em qualquer ponto a 1 m da superfície externa da carga:
- I - 0,4 mSv/h (40 mrem/h) para minérios e concentrados físicos de urânio e tório;
 - II - 0,3 mSv/h (30 mrem/h) para concentrados químicos de tório; e
 - III - 0,02 mSv/h (2 mrem/h) para concentrados químicos de urânio, exceptuando o hexafluoreto de urânio.
- c) para *embalados e pacotes de embalados*, o *IT* correspondente será o nº igual ao valor resultante do disposto na alínea a);
- d) no caso de *tanques e contêineres* e material BAE-I e OCS-I, a fim de levar em conta a dimensão da carga, o *IT* correspondente será o nº igual ao resultado da multiplicação do valor estabelecido conforme as alíneas a) ou b) pelo fator apropriado pela Tabela VII;
- e) os *IT* obtidos devem ser arredondados para mais até a primeira casa decimal (p.ex: 1,13 torna-se 1,2), exceto quando se tratar de valores inferiores a 0,05, que podem ser considerados iguais a zero.

7.3.4.2 O *Índice de Transporte (IT)* a ser utilizado para o controle da criticalidade nuclear nos arranjos de *embalados* contendo material físsil deve ser obtido dividindo-se o nº 50 (cinquenta) pelo valor de N determinado de acordo com o disposto no subitem 6.6.4.2 (isto é, *IT* = 50/N). Esse *IT* pode ser zero, desde que um número muito grande de *embalados* seja subcrítico (isto é, N é praticamente igual a infinito).

7.3.4.3 O *IT* para cada *expedição* deve ser determinado de acordo com as disposições da Tabela VIII.

7.3.5 Limitações no Índice de Transporte e Níveis de Radiação para Embalados e Pacotes de Embalados

7.3.5.1 O *Índice de Transporte (IT)* de qualquer *embalado* ou *pacote de embalado* individual não deve ser superior a 10 (dez), exceto para *expedição* transportada sob *uso exclusivo*.

7.3.5.2 Aplicam-se aos *pacotes de embalados* os seguintes requisitos adicionais:

- a) *embalados* contendo material físsil para os quais o *IT* para controle da criticalidade nuclear é zero e *embalados* com material radioativo não físsil podem ser transportados juntos num mesmo *pacote*, desde que cada *embalado* contido satisfaça os demais requisitos aplicáveis desta Norma;
- b) *embalados* contendo material físsil para os quais o *IT* para controle da criticalidade nuclear seja superior a zero não podem ser transportados em um *pacote*;
- c) a determinação do *IT* de um *pacote* rígido por medição direta do *nível de radiação* somente deve ser efetuada pelo *expedidor* original dos *embalados* contidos no *pacote*.

7.3.5.3 O *nível de radiação* máximo (*NRM*) em qualquer ponto da superfície externa de um *embalado* ou *pacotes de embalados* não deve exceder a 2 mSv/h (200 mrem/h), exceto nos seguintes casos:

- a) quando transportados sob *uso exclusivo* por ferrovia ou rodovia nas condições especificadas nos subitens 7.3.13.3 e 7.3.14.3; ou
- b) quando transportados sob *uso exclusivo* e mediante *aprovação especial de transporte* em *embarcação* ou por via aérea nas condições prescritas nos subitens 7.3.15.1 ou 7.3.16.3, respectivamente.

7.3.5.4 O *NRM* em qualquer posição normalmente ocupada por pessoas não deve exceder a 0,02 mSv/h (2 mrem/h), a menos que tais pessoas usem dosímetros individuais.

7.3.5.5 Para *expedição* transportada sob *uso exclusivo* por ferrovia ou rodovia o *NRM* não deve exceder a:

- a) 10 mSv/h (1.000 mrem/h) em qualquer ponto da superfície externa de qualquer *embalado* ou *pacote*;
- b) 2 mSv/h (200 mrem/h) em qualquer ponto das superfícies externas do *veículo*, incluindo as superfícies superior e inferior ou, no caso de *veículo* aberto, em qualquer ponto dos planos verticais projetados das bordas externas do *veículo*, da superfície superior da carga e da superfície externa inferior do *veículo* (ver subitens 7.3.13.3 e 7.3.14.3); e
- c) 0,1 mSv/h (10 mrem/h) em qualquer ponto a 2 m dos planos verticais representados pelas superfícies laterais externas do *veículo* ou, no caso de *veículo* aberto, em qualquer ponto a 2 m dos planos verticais projetados das bordas externas do *veículo*.

7.3.6 Categorias para Rotulação de Embalados e Pacotes

Os *embalados* e *pacotes de embalados*, para fins de reconhecimento imediato do respectivo risco potencial, devem ser enquadrados em uma das categorias para rotulação constantes das Tabelas IX e X, conforme aplicável, de acordo com as condições especificadas nessas tabelas e com observância das seguintes disposições:

- a) para cada *embalado*, levar em conta as condições limitantes relativas ao *IT* e as relativas ao *NRM* superficial. Caso o exame desses 2 conjuntos de condições conduza a diferentes categorias para o *embalado*, incluí-lo na mais elevada. Nesse sentido, a categoria I - BRANCA é considerada a mais baixa;
- b) na determinação do *IT*, proceder de acordo com o disposto no item 7.3.4, observando a limitação do subitem 7.3.5.2 alínea c);
- c) para *IT* superior a 10, transportar o *embalado* ou *pacote* sob *uso exclusivo*;
- d) se o *NRM* superficial for superior a 2 mSv/h (200 mrem/h), sem exceder a 10 mSv/h (1.000 mrem/h), transportar o *embalado* ou *pacote* somente sob *uso exclusivo* e de acordo com os requisitos estabelecidos nos subitens 7.3.13.3, 7.3.14.3, 7.3.15.1 e 7.3.16.3, conforme aplicável;
- e) enquadrar o *embalado* transportado mediante *aprovação especial de transporte* na categoria III-AMARELA; e
- f) incluir o *pacote* que contiver *embalados* sob *aprovação especial de transporte* na categoria III-AMARELA.

7.3.7 Rotulação

7.3.7.1 Excepto como disposto no subitem 7.3.9.3, cada *embalado*, *pacote*, *tanque* ou *contêiner* usado como *pacote*, com categoria para rotulação definida consoante o item 7.3.6, deve exibir os rótulos de risco correspondentes de acordo com os modelos e cores indicados nas Figuras 2, 3 ou 4, conforme aplicável.

7.3.7.2 Os rótulos referidos no subitem anterior devem ser afixados em duas faces externas opostas do *embalado* ou *pacote*, ou nas quatro faces externas do *tanque* ou *contêiner*.

7.3.7.3 Cada *embalado* que contenha materiais radioativos com características adicionais de perigo deve exibir, também, rótulos específicos para indicar essas características, conforme exigido pelos regulamentos para transporte de produtos perigosos aplicáveis (ver item 7.1.4).

7.3.7.4 Cada rótulo de identificação conforme os modelos e cores indicados nas Figuras 2, 3 ou 4 deve ser preenchido com as seguintes inscrições:

a) sobre o CONTEÚDO:

Exceto para material BAE-I, indicar o nome do radionuclídeo conforme consta na Tabela I, usando os símbolos ali prescritos. Para mistura de radionuclídeos, relacionar os nuclídeos, mais restritivos na medida em que o espaço sobre a linha do rótulo assim o permita. Para material BAE ou OCS, após o nome do radionuclídeo, indicar o grupo, usando os termos “BAE-II” (“LSA-II”), “BAE-III” (“LSA-III”), “OCS-I” (“SCO-I”) e “OCS-II” (“SCO-II”), conforme aplicável. Para material BAE-I, basta assinalar a expressão “BAE-I” (“LSA-I”), dispensando o nome do radionuclídeo.

b) sobre a ATIVIDADE:

Indicar a atividade máxima de *conteúdo radioativo* durante o transporte, expressa em unidades becquerel (Bq) ou curie (Ci) com o prefixo adequado do Sistema Internacional de Unidades. Para material físsil, pode ser assinalada a massa em gramas (g), ou seus múltiplos, em lugar da atividade.

para *pacotes*, e para *tanques* e *contêineres* usados como *pacotes*: indicar sobre CONTEÚDO e ATIVIDADE no rótulo, a informação de acordo com as alíneas a) e b), respectivamente, totalizando o conteúdo inteiro do *pacote*, *tanque* ou *contêiner*. Nos rótulos para *pacotes* ou *contêineres* que contêm *embalados* com diferentes radionuclídeos, alternativamente, escrever “VEJA DOCUMENTOS DE TRANSPORTE”.

c) sobre o ÍNDICE DE TRANSPORTE:

Indicar de acordo com a Tabela VIII. Não há necessidade de assinalar o *IT* para a categoria I-BRANCA.

7.3.7.5 Quaisquer rótulos que não se relaciona com o material radioativo transportado devem ser removidos ou cobertos.

7.3.8 Marcação

7.3.8.1 Cada *embalado* com massa total superior a 50 kg deve ter o seu peso bruto admissível marcado externamente de maneira legível e durável.

7.3.8.2 Cada *embalado* em conformidade com os requisitos de projeto para *embalados Tipo A*, prescritos na subseção 6.4, deve ostentar externamente, de forma legível e durável, a marca “TIPO A”.

7.3.8.3 Cada *embalado* em acordo com um *projeto* aprovado segundo o disposto na subseção 8.6 deve ser, legível e duravelmente, marcado em sua parte externa com o seguinte:

- a) a marca de identificação atribuída ao *projeto* pela *autoridade competente*, conforme o Anexo B;
- b) nº de série que identifique cada *embalagem* em conformidade com o *projeto*; e
- c) no caso de *projeto* de *embalado Tipo B(U)* ou *embalado Tipo B(M)*, a marca “TIPO B(U)” ou “TIPO B(M)”.

7.3.8.4 Cada *embalado* em conformidade com os requisitos de projetos para *embalados Tipo B(U)* ou *embalados Tipo B(M)*, prescritos na subseção 6.5, no exterior do seu recipiente mais externo, que é resistente aos efeitos de fogo e água, deve ser claramente marcado por meio de alto relevo, carimbo ou outros meios também resistentes àqueles dois agentes, com o símbolo do trifólio mostrado na Figura 1.

7.3.9 Colocação de Placas de Aviso em Tanques e Contêineres

7.3.9.1 *Tanques* e grandes *contêineres* contendo *embalados* que não sejam *embalados exceptivos*, devem exibir quatro placas de aviso em conformidade com o modelo e cores indicados na Figura 5.

7.3.9.2 As placas de aviso referidas no subitem anterior devem ser afixadas, verticalmente, em cada face lateral e cada face de extremidade do *tanque* ou do *contêiner*, sendo obrigatória a remoção de quaisquer eventuais placas de aviso que não se relacionem com o conteúdo.

7.3.9.3 Como alternativa ao emprego conjunto da placa de aviso, referida no subitem 7.3.9.1, e do rótulo, conforme o subitem 7.3.7.1, é permitido usar somente rótulos ampliados, obedecendo aos modelos das Figuras 2, 3 ou 4, porém com as dimensões mínimas prescritas no modelo da Figura 5.

7.3.9.4 No caso da *expedição* no *tanque* ou *contêiner* ser de material BAE-I ou OCS-I a granel ou ser sob *uso exclusivo* contendo *embalados*, classificável sob um único número da ONU, esse nº da ONU apropriado à *expedição* (ver Apêndice I) deve ser indicado em algarismos negros, não inferiores a 65 mm de altura, da seguinte maneira:

- a) na metade inferior das placas de aviso conforme a Figura 5, contra o fundo branco; ou
- b) em placas de aviso suplementares conforme modelo da Figura 6, a serem afixadas imediatamente adjacentes às placas de aviso principais, nas quatro faces do *tanque* ou *contêiner*.

7.3.10 Segregação

7.3.10.1 Os *embalados*, *pacotes*, *contêineres* e *tanques* com material radioativo, durante transporte, devem ser segregados de:

- a) locais ocupados por trabalhadores e por indivíduos do público, com observância do disposto no item 7.2.2;
- b) filme fotográfico virgem, com afastamento tal que o mesmo não receba uma exposição superior a 0,1 mSv (10 mrem); e
- c) outros produtos perigosos, de acordo com o subitem 7.1.5.5.

7.3.10.2 Os *embalados* ou *pacotes* de categoria II-AMARELA ou III-AMARELA não devem ser transportados em compartimentos ocupados por passageiros, exceto aqueles exclusivamente reservados para pessoas com autorização especial para acompanhar tais *embalados* ou *pacotes*.

7.3.11 Acondicionamento para Transporte

7.3.11.1 As *expedições* devem ser acondicionadas com segurança.

7.3.11.2 Exceto no caso de *expedições* sob *Aprovação Especial de Transporte*, é permitido o acondicionamento misto de *embalados* contendo distintos tipos de material radioativo, inclusive material fissil, bem como de *embalados* de diferentes tipos com diferentes *índices de transporte*.

7.3.11.3 No caso de *Aprovação Especial de Transporte* só é permitido o acondicionamento misto referido no subitem anterior, se assim estiver especificado na aprovação.

7.3.11.4 *Embalados* e *pacotes* podem ser transportados no meio de carga geral constituída de cargas embaladas, sem nenhum requisito especial para acondicionamento, desde que:

- a) não haja exigência em contrário feita pela *CNEN* na aprovação do *transporte*;
- b) fluxo térmico médio na superfície do *embalado* ou *pacote* não exceda a 15 W/m^2 ; e
- c) as cargas imediatamente envolventes não estejam contidas em sacos ou bolsas.

7.3.11.5 O carregamento para transporte de *tanques* e *contêineres*, bem como o agrupamento de *embalados*, *pacotes*, *tanques* e *contêineres* devem ser controlados através da observância dos seguintes requisitos:

- a) nº total de *embalados*, *pacotes*, *tanques* e *contêineres*, em um único *meio de transporte*, limitado de forma a que a soma total dos respectivos *índices de transporte* não exceda os valores prescritos na Tabela XI. Para *expedições* de material BAE-I não há limite para a soma dos *índices de transporte*; e
- b) *nível de radiação*, em condições normais de transporte, igual, no máximo, a 2 mSv/h (200 mrem/h) em qualquer ponto da superfície externa do *meio de transporte*, e a $0,1 \text{ mSv/h}$ (10 mrem/h) a 2 m dessa superfície externa.

7.3.11.6 Qualquer *embalado* ou *pacote* com *índice de transporte* superior a 10 deve ser transportado somente sob *uso exclusivo*.

7.3.12 Inspeções antes de Embarques

7.3.12.1 Desde o ponto de partida até a destinação final do *embalado*, antes do embarque do mesmo em um *meio de transporte*, devem ser realizadas as verificações prescritas nos subitens 7.3.12.2 e 7.3.12.3, conforme aplicável.

7.3.12.2 Antes de cada embarque do *embalado* deve ser assegurado, por meio de inspeção e/ou testes:

- a) que os dispositivos de içamento em desacordo com o disposto no item 6.1.1 alínea c) foram removidos ou tornados inoperantes;
- b) que, tratando-se de *embalado* contendo material físsil ou *embalado Tipo B*, foram satisfeitos todos os requisitos constantes dos respectivos certificados de aprovação de *transporte*, bem como os requisitos pertinentes desta Norma; e
- c) que, no caso específico de *embalado Tipo B*:
 - I - seja o *embalado* mantido sob observação até que tenham sido alcançadas condições de equilíbrio suficientes para demonstrar conformidade com os requisitos de transportes relativos a temperatura e pressão, a menos que seja isento desses requisitos através de *aprovação unilateral*; e
 - II - todos os dispositivos de fechamento, válvulas e outras aberturas do *sistema de contenção*, através dos quais o *conteúdo radioativo* possa escapar, estejam adequadamente fechados e, se aplicável, selados do modo pelo qual as demonstrações de conformidade com os requisitos constantes do item 6.5, alíneas h) e i) foram feitas.

7.3.12.3 Antes do primeiro embarque do *embalado*, além do disposto no subitem anterior, deve ser assegurado, por meio de inspeções e/ou testes:

- a) que, se a pressão de projeto do *sistema de contenção* excede a 35 kPa ($0,35 \text{ Kg/cm}^2$), esse sistema satisfaça os requisitos de projeto aprovados relativos à capacidade em manter sua integridade sob pressão;
- b) que, tratando-se de *embalado* contendo material físsil ou *embalado Tipo B*, a eficiência da blindagem e do *sistema de contenção*, e, onde necessário, as características de transferência de calor, estejam dentro dos limites aplicáveis ou especificados para o *projeto* aprovado; e
- c) que, no caso específico de *embalado* contendo material físsil, com absorvedores neutrônicos incluídos para atender a requisitos constantes da subseção 6.6, testes confirmem a presença e a distribuição daqueles absorvedores.

7.3.13 Requisitos Adicionais para Transporte Rodoviário

7.3.13.1 O *veículo* rodoviário transportando *embalados*, *pacotes*, *tanques* ou *contêineres* rotulados de acordo com as Figuras 2, 3 ou 4, ou *expedições* sob *uso exclusivo*, deve exibir uma placa de aviso, como indicado na Figura 5, na face externa de cada uma das duas paredes laterais e da parede traseira da carroceria, sendo obrigatória a remoção de quaisquer rótulos ou placas de aviso que não se relacionem com a carga transportada.

7.3.13.2 No caso do *veículo* rodoviário referido no subitem anterior ter carroceria sem paredes, as placas de aviso podem ser afixadas diretamente nos *embalados*, *pacotes*, *tanques* ou *contêineres*, desde que sejam claramente visíveis.

7.3.13.3 Para *expedição* transportada sob *uso exclusivo*, por rodovia, devem ser obedecidos os limites estabelecidos para o *nível de radiação* máximo (*NRM*) no subitem 7.3.5.5, podendo, porém ser excedido o limite de 2 mSv/h (200 mrem/h), prescrito no subitem 7.3.5.3, desde que:

- a) durante transporte normal, o *veículo* seja equipado com uma cobertura que previna o acesso de pessoas não autorizadas ao seu interior; e
- b) sejam tomadas medidas para fixar o *embalado* ou *pacote*, de modo que não sofra deslocamento dentro do *veículo* durante transporte normal; e
- c) não haja quaisquer outras operações de carga ou descarga entre o início e o fim do transporte.

7.3.13.4 No caso de *expedição* por rodovia que não satisfaça a condição de *uso exclusivo* e demais condições especificadas no subitem anterior, devem ser obedecidos os limites para o *IT* e o *NRM* estabelecidos, respectivamente, nos subitens 7.3.5.1 e 7.3.5.3.

7.3.13.5 No caso da *expedição* transportada dentro ou sobre o *veículo* rodoviário ser de material BAE-I ou OCS-I a granel, ou ser sob *uso exclusivo* contendo *embalados*, classificável sob um único número da ONU, esse nº da ONU apropriado à *expedição* (ver Apêndice I) deve ser indicado conforme disposto no subitem 7.3.9.4.

7.3.13.6 No *veículo* rodoviário transportando *embalados*, *pacotes*, *tanques* ou *contêineres* com rótulos de categoria II-AMARELA ou III-AMARELA, não deve ser permitida a presença de outras pessoas além do motorista e seus ajudantes.

7.3.13.7 No *veículo* rodoviário transportando material radioativo deve ser obedecido o disposto no subitem 7.3.5.4 com relação ao motorista e seus ajudantes.

7.3.14 Requisitos Adicionais para Transporte Ferroviário

7.3.14.1 O *veículo* ferroviário transportando *embalados*, *pacotes*, *tanques* ou *contêineres* rotulados de acordo com as Figuras 2, 3 ou 4, ou *expedições* sob *uso exclusivo*, deve exibir uma placa de aviso, como indicado na Figura 5, nas faces externas das duas paredes laterais, sendo obrigatória a remoção de quaisquer rótulos ou placas de aviso que não se relacionem com a carga transportada.

7.3.14.2 No caso do *veículo* ferroviário referido no subitem anterior não ter paredes laterais, as placas de aviso podem ser afixadas diretamente nos *embalados*, *pacotes*, *tanques* ou *contêineres*, desde que sejam claramente visíveis.

7.3.14.3 Para *expedição* transportada sob *uso exclusivo*, por ferrovia, devem ser obedecidos os limites estabelecidos para o *nível de radiação* máximo *NRM* no subitem 7.3.5.5, podendo, porém, ser excedido o limite de 2 mSv/h (200 mrem/h), prescrito no subitem 7.3.5.3, desde que:

- a) durante transporte normal, o *veículo* seja equipado com uma cobertura que previna o acesso de pessoas não autorizadas ao seu interior; e
- b) sejam tomadas medidas para fixar o *embalado* ou *pacote*, de modo que não sofra deslocamento dentro do *veículo* durante transporte normal; e

- c) não haja quaisquer outras operações de carga ou descarga entre o início e o fim do transporte.

7.3.14.4 No caso de *expedição* por ferrovia que não satisfaça a condição de *uso exclusivo* e demais condições especificadas no subitem anterior, devem ser obedecidos os limites para o *IT* e o *NRM* estabelecidos, respectivamente, nos subitens 7.3.5.1 e 7.3.5.3.

7.3.14.5 No caso da *expedição* transportada dentro ou sobre o *veículo* ferroviário ser de material BAE-I ou OCS-I a granel, ou ser sob *uso exclusivo* contendo *embalados*, classificável sob um único número da ONU, esse nº da ONU apropriado à *expedição* (ver Apêndice I) deve ser indicado conforme disposto no subitem 7.3.9.4.

7.3.15 Requisitos Adicionais para Transporte Aquaviário

7.3.15.1 *Embalados* com *nível de radiação* superficial maior do que 2 mSv/h (200 mrem/h) só podem ser transportados em *embarcação* nas seguintes condições:

- a) mediante *Aprovação Especial de Transporte*; ou
- b) embarcado em ou sobre um *veículo* sob *uso exclusivo* e em conformidade com a observação e do rodapé da Tabela XI.

7.3.15.2 O transporte de *expedições* por meio de *embarcação* especialmente projetada ou afretada para carregar material radioativo, é isento dos requisitos prescritos no subitem 7.3.11.5 alínea a), desde que cumpridas as seguintes condições:

- a) haja um plano de radioproteção para o transporte, preparado pelo *expedidor* e aprovado pela *autoridade competente* do país da bandeira da *embarcação* e, quando requerido, pela *autoridade competente* de cada porto de escala;
- b) tenham sido pré-estabelecidos, para o percurso inteiro do *transporte*, os arranjos relativos ao acondicionamento de carga incluindo quaisquer *expedições* a serem carregadas nos portos de escala da rota; e
- c) sejam supervisionadas por pessoas qualificadas, com experiência em transporte de material radioativo, as operações de carga, manuseio, acondicionamento e descarga das *expedições*.

7.3.16 Requisitos Adicionais para Transporte Aéreo

7.3.16.1 É proibido o transporte de *embalados Tipo B(M)* e *expedições* sob *uso exclusivo* em *aeronave de passageiros*.

7.3.16.2 É proibido o transporte aéreo de:

- a) *embalados Tipos B(M)* ventilados;
- b) *embalados* com resfriamento externo por meio de sistema de resfriamento auxiliar;
- c) *embalados* sujeitos a controles operacionais durante o transporte;
- d) materiais radioativos pirofóricos líquidos; e
- e) materiais radioativos capazes de produzir calor ou gás sob condições normais de transporte.

7.3.16.3 *Embalados* com *nível de radiação* superficial maior do que 2 mSv/h (200 mrem/h), cujo transporte por rodovia ou ferrovia é permitido sob *uso exclusivo* nas condições prescritas nos subitens 7.3.13.3 e 7.3.14.3, só podem ser transportados por via aérea mediante *aprovação especial de transporte*.

7.3.17 Armazenagem em Trânsito

7.3.17.1 *Embalados*, *pacotes*, *contêineres* e *tanques* com material radioativo, durante a armazenagem em trânsito, devem ser segregados de:

- a) locais ocupados por trabalhadores e por indivíduos do público, com observância do disposto no item 7.2.2;

- b) filme fotográfico virgem, com afastamento tal que o mesmo não receba uma exposição superior a 0,1 mSv (10 mrem); e
- c) outros produtos perigosos, de acordo com o subitem 7.1.5.5.

7.3.17.2 O número de *embalados*, *pacotes*, *tanques* e *contêineres* de categorias II-AMARELA e III-AMARELA depositados em qualquer área de armazenagem deve ser limitado de modo a que a soma total dos *índices de transporte* em qualquer grupo individual desses *embalados*, *pacotes*, *tanques* ou *contêineres* não exceda a 50 (cinquenta).

7.3.17.3 Os grupos de *embalados*, *pacotes*, *tanques* e *contêineres* referidos no subitem anterior devem ser armazenados de modo a manterem entre si uma distância mínima de 6 m.

7.3.17.4 No caso do *índice de transporte* de um único *embalado*, *pacote*, *tanque* ou *contêiner* exceder a 50, ou quando o *índice de transporte* total em um *meio de transporte* for superior a 50, conforme permitido na Tabela XI, a armazenagem deve ser realizada de modo a manter um afastamento mínimo de 6 m de outros grupos de *embalados*, *pacotes*, *tanques* ou *contêineres* ou de outro *meio de transporte* carregado com material radioativo.

7.3.17.5 As *expedições* nas quais o *conteúdo radioativo* consiste de material BAE-I estão isentas das limitações prescritas nos subitens 7.3.17.2 a 7.3.17.4.

7.3.17.6 Exceto no caso de *expedição* sob *Aprovação Especial de Transporte*, é permitido a armazenagem mista de diferentes tipos de material radioativo inclusive material físsil, bem como de *embalados* de diferentes tipos com diferentes *índices de transporte*.

7.3.17.7 No caso de *Aprovação Especial de Transporte*, só é permitida a armazenagem mista referida no subitem anterior, se assim estiver especificado na aprovação.

7.4 INSPEÇÕES NA CNEN

7.4.1 A CNEN, ou entidades por ela credenciadas, realizará inspeções para verificar o cumprimento dos requisitos estabelecidos nesta e demais normas aplicáveis ao *transporte*.

7.4.2 *Expedidores*, *transportadores*, fabricantes e usuários de *embalados* devem facilitar o livre acesso dos inspetores da CNEN, ou por ela autorizados, às suas instalações e *meios de transporte*, durante a construção, ensaio e uso de *embalagens* e *embalados*, de forma a ser verificado, conforme aplicável:

- a) se os métodos de construção e ensaio, bem como os materiais utilizados estão em conformidade com as especificações de *projeto*; e
- b) se as *embalagens* são periodicamente inspecionadas, separadas e mantidas em boas condições, de modo a poderem continuar sendo usadas consoantes os respectivos requisitos e especificações, mesmo após uso repetido.

8. RESPONSABILIDADES E REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

8.1 RESPONSABILIDADES DO EXPEDIDOR

8.1.1 É da responsabilidade exclusiva do *expedidor*, com relação a cada *expedição*:

- a) preparar os documentos de transporte (ver subseção 8.2);
- b) assegurar a colocação de placas de aviso, rotulagem e marcação em *embalados* (ver itens 7.3.7, 7.3.8 e 7.3.9);
- c) fornecer informações, documentos e instruções operacionais pertinentes, ao *transportador* (ver subseção 8.3);
- d) enviar notificações às *autoridades competentes* (ver subseção 8.5);

- e) requerer às *autoridades competentes* aprovação relativamente a:
 - I - *transporte* normal;
 - II - *transporte* sob condições especiais;
 - III - programa de monitoração para *transporte* por *embarcações* de uso especial;
 - IV - cálculo de valores de A_1 e A_2 não constantes da Tabela I;
- f) submeter à aprovação da *CNEN*, quando aplicável, o Plano de Proteção Física de acordo com as disposições da Norma *CNEN-NE-2.01*: “Proteção Física das Unidades Operacionais da Área Nuclear”;
- g) assegurar, com antecedência e através de documento hábil, a cooperação do *transportador* no cumprimento dos requisitos de proteção física e de radioproteção aplicáveis;
- h) fornecer ao *transportador* equipamento de radioproteção a ser usado pelo pessoal de bordo no transporte aquaviário, em caso de emergência.

8.1.2 O *expedidor* deve manter em sua posse uma cópia de cada certificado de aprovação exigido conforme esta Norma, bem como das instruções relativas ao fechamento apropriado do *embalado* e outros preparativos para o embarque da *expedição*, antes de ser efetuado qualquer transporte nos termos dos referidos certificados.

8.1.3 Antes do primeiro transporte de qualquer *embalado* que requeira aprovação de *autoridade competente*, o *expedidor* deve assegurar que cópias do certificado de aprovação do *projeto* desse *embalado* tenham sido submetidas à *autoridade competente* de cada país no qual ou para o qual a *expedição* vai ser transportada. O *expedidor* não necessita aguardar confirmação de recebimento pela *autoridade competente*, nem esta é obrigada a fornecer tal confirmação.

8.1.4 Os eventuais certificados de aprovação das *autoridades competentes* não necessitam obrigatoriamente acompanhar a *expedição*, devendo o *expedidor* estar preparado para fornecê-los ao *transportador* em tempo hábil, antes do carregamento, descarregamento e qualquer transbordo.

8.1.5 O *expedidor* deve informar à *CNEN* os números de série de cada *embalagem* fabricada de acordo com *projetos* aprovados de *embalados tipo B(U)* e *embalados tipo B(M)* e para materiais físsis, em conformidade com os itens 8.6.2, 8.6.3 e 8.6.4 respectivamente.

8.2 DOCUMENTOS DE TRANSPORTE

8.2.1 O *expedidor* deve incluir na documentação de transporte, para cada *expedição*, as seguintes informações, conforme aplicável e na ordem dada:

- a) o nome do material ou item para transporte, conforme especificado no Apêndice I;
- b) o nº da classe “7” das Nações Unidas;
- c) as palavras “MATERIAL RADIOATIVO”, a menos que já estejam contidas no nome referido na alínea b);
- d) o nº ONU atribuído ao material, conforme especificado no Apêndice I;
- e) para material BAE (“LSA”), a notação BAE-I (“LSA-I”), BAE-II (“LSA-II”) ou BAE-III (“LSA-III”), conforme o caso;
- f) para OCS (“SCO”) a notação OCS-I (“SCO-I”) ou OCS-II (“SCO-II”), conforme o caso;
- g) o nome ou o símbolo de cada radionuclídeo;
- h) a descrição da forma física e química do material radioativo, ou a indicação de que se trata de material radioativo sob forma especial. É aceitável uma descrição química genérica para a forma química.
- i) a atividade máxima do *conteúdo radioativo* durante transporte expressa em becquerel (Bq) ou curie (Ci), com o prefixo SI (Sistema Internacional de Unidades) apropriado; para material físsil, a massa em grama (e seus múltiplos) pode ser usada ao invés da atividade;
- j) a categoria do *embalado*, ou seja, I-BRANCA, II-AMARELA ou III-AMARELA;
- k) o índice de transporte IT (somente categoria II-AMARELA e III-AMARELA);

- l) a caracterização de todos itens e materiais transportados consoante o disposto no item 7.3.2, como sendo “MATERIAL RADIOATIVO, EMBALADO EXCEPTIVO”, associada aos respectivos nomes para transporte de acordo com o Apêndice I;
- m) para *expedições* contendo somente *embalados* com material físsil enquadrados no disposto no item 6.6.6, as palavras “FÍSSIL EXCEPTIVO”;
- n) a marca de identificação, para cada certificação de aprovação da *autoridade competente* aplicável à *expedição*;
- o) para *expedições* de *embalados* em um *pacote* ou *contêiner*, a descrição detalhada do conteúdo de cada *embalado* e, conforme apropriado, de cada *pacote* ou *contêiner* na *expedição*. Se quaisquer *embalados* tiverem de ser removidos do *pacote* ou *contêiner* em um local intermediário de descarga, a documentação de transporte adequada deve estar disponível; e
- p) para *expedições* por via rodoviária, uma ficha contendo o resultado da monitoração efetuada na carga e no *veículo*, conforme Anexo C.

8.2.2 O *expedidor* deve acrescentar, no final do documento de transporte que contém as informações referidas no item 8.2.1, um ATESTADO seu (modelo no Anexo D), devidamente datado e assinado, nos seguintes termos:

“Atesto que os itens e materiais contidos nesta expedição estão precisa e completamente descritos acima pelos respectivos nomes para transporte, bem como devidamente classificados, acondicionados, marcados e rotulados, encontrando-se, sob todos aspectos, em condições apropriadas para transporte por (inserir os modos de transporte envolvidos), de acordo com os regulamentos e normas governamentais nacionais e internacionais aplicáveis.”

8.2.3 Se o propósito de Atestado referido no item 8.2.2 já constituir uma condição para transporte no âmbito de um Acordo Internacional particular, o *expedidor* não necessita apresentar tal Atestado para a parte do transporte coberta pelo Acordo.

8.2.4 O documento de transporte, incluindo o Atestado especificado no item 8.2.2, deve ser preparado em 4 (quatro) vias de igual teor, assim distribuídas:

- 1ª via - para o próprio *expedidor*;
- 2ª via - para ser encaminhada à CNEN, pelo *expedidor*;
- 3ª via - para posse do *transportador*;
- 4ª via - para ser encaminhada ao *destinatário*, juntamente com a *expedição*.

8.3 INFORMAÇÕES AO TRANSPORTADOR

8.3.1 O *expedidor* deve incluir, junto aos documentos de transporte, informações relativas a ações a serem adotadas pelo *transportador*, se for o caso.

8.3.2 As informações referidas no item 8.3.1 devem ser redigidas nos idiomas considerados necessários pelo *transportador* ou *autoridades competentes* envolvidas, com inclusão, no mínimo, dos seguintes tópicos:

- a) requisitos operacionais suplementares para o carregamento, armazenamento, transporte, descarregamento e manuseio do *embalado*, *pacote*, *contêiner* ou *tanque*, inclusive quaisquer medidas de acondicionamento especiais para a segura dissipação de calor, ou uma declaração de que tais requisitos operacionais não são necessários;
- b) restrições impostas ao modo ou ao *meio de transporte*, bem como instruções sobre o itinerário; e
- c) medidas de emergência apropriadas à *expedição*, com designação de, pelo menos, um técnico em radioproteção a ser convocado, em caso de necessidade.

8.4 RESPONSABILIDADES DO TRANSPORTADOR

O *transportador* deve, com relação a cada *expedição*:

- a) exigir do *expedidor* as informações e documentos constantes da subseção 8.3;
- b) satisfazer os requisitos específicos aplicáveis ao *meio de transporte* constantes dos regulamentos de transporte de produtos perigosos vigentes no País, bem como em cada um dos países nos quais ou para os quais o material radioativo deva ser transportado, particularmente nos casos em que o material, além de radioativo, possui outras características perigosas ou segue junto com outros produtos perigosos;
- c) implementar as ações de *garantia da qualidade* referentes ao trânsito, armazenamento em trânsito e transbordos;
- d) fornecer informações claras e por escrito para a equipe envolvida no *transporte* sobre:
 - I - itinerário detalhado a ser seguido;
 - II - instruções específicas de estacionamento e paradas noturnas;
 - III - providências a serem tomadas em situações de emergência, inclusive, conforme aplicável, a convocação de, pelo menos, um técnico em radioproteção previamente designado pelo *expedidor*;
- e) obedecer aos requisitos de radioproteção e de proteção física aplicáveis, em particular, no que diz respeito ao manuseio de *embalados*, de acesso ao *meio de transporte* de pessoas estranhas à sua equipe, e aos eventuais estacionamentos e paradas noturnas;
- f) providenciar a correta utilização, no *meio de transporte*, do símbolo internacional de presença de radiação (Figura 1).

8.5 NOTIFICAÇÃO DE AUTORIDADES COMPETENTES

8.5.1 O *expedidor* deve notificar a *CNEN*, bem como as *autoridades competentes* dos outros países nos quais se efetuará o trânsito, de qualquer *expedição* a seguir relacionada:

- a) *embalados Tipo B(U)* contendo materiais radioativos com atividade superior ao menor dos seguintes valores:
 - I - $3 \times 10^3 A_1$ ou $3 \times 10^3 A_2$, conforme apropriado; ou
 - II - 1000 TBq (25kCi);
- b) *embalados Tipo B(M)*; e
- c) sob *aprovação especial de transporte*.

8.5.2 A notificação de *expedição*, referida no item 8.5.1, deve estar em poder de cada *autoridade competente*, no mínimo, 15 (quinze) dias antes do início da viagem, incluindo o seguinte:

- a) informações suficientes para permitir a identificação do *embalado*, com todos os números de marcas de identificação dos certificados de aprovação aplicáveis;
- b) data do embarque, data prevista de chegada e itinerário proposto;
- c) nome do material radioativo ou radionuclídeo;
- d) descrição da forma química e física do material radioativo ou informação de que se trata de material radioativo sob forma especial;
- e) atividade máxima do *conteúdo radioativo* expressa em becquerel (Bq) ou curie (Ci), ou a massa em grama (g) no caso de material físsil.

8.5.3 Não há necessidade de notificação de autoridade competente em separado, se as informações requeridas no item 8.5.2 tiverem sido incluídas no requerimento para aprovação do transporte.

8.6 APROVAÇÕES DE PROJETO

8.6.1 Material Radioativo Sob Forma Especial

8.6.1.1 Deve ser requerida *aprovação unilateral* para qualquer *projeto* de material radioativo sob forma especial.

8.6.1.2 O requerimento de aprovação de *projeto* deve incluir, no mínimo, as seguintes informações:

- a) descrição detalhada do material radioativo indispensável ou, no caso de cápsula, do seu conteúdo, incluindo referências específicas relativas aos respectivos estados físicos e químicos;
- b) descrição detalhada do *projeto* de qualquer cápsula a ser usada; e
- c) relação dos ensaios realizados, com os respectivos resultados, ou evidências baseadas em métodos de cálculo ou na experiência tecnológica, demonstrativas de que o material radioativo sob forma especial satisfaz os padrões de desempenho estabelecidos nesta Norma.

8.6.1.3 No caso de deferimento do requerido consoante o item 8.6.1.2, será emitido pela *CNEN* um certificado de aprovação numerado e com marca de identificação, conforme disposto no Anexo B.

8.6.2 Projeto de Embalado Tipo B(U)

8.6.2.1 Deve ser requerida *aprovação unilateral* para qualquer *projeto de embalado Tipo B(U)*, exceto para *projeto de embalado* contendo material físsil, sujeito, nesse caso, à *aprovação multilateral*.

8.6.2.2 O requerimento de aprovação de *projeto de embalado Tipo B(U)* deve incluir, no mínimo, as seguintes informações:

- a) descrição detalhada do *conteúdo radioativo* proposto, com referências específicas relativamente aos estados físico e químico, e à natureza das radiações emitidas;
- b) descrição detalhada do *projeto do embalado*, incluindo desenhos técnicos completos, e uma lista dos materiais e métodos de construção a serem usados;
- c) relação dos ensaios realizados, com os respectivos resultados, ou evidências baseadas em métodos de cálculos ou na experiência tecnológica demonstrativos de que o *projeto* satisfaz os padrões de desempenho estabelecidos nesta Norma;
- d) instruções de operação e manutenção propostos para o uso da *embalagem*;
- e) no caso de *embalados* projetados para *pressão máxima de operação normal* superior a 100 kPa (kgf/cm²), lista das especificações, amostras a serem tomadas e os ensaios a serem efetuados com relação aos materiais de construção do *sistema de contenção*;
- f) para conteúdo radioativo constituído de combustível irradiado, especificação de toda as hipóteses de análise de segurança relativas às características do combustível, com as respectivas justificativas dessas hipóteses;
- g) disposições especiais para acondicionamento, necessárias para garantir a dissipação segura do calor do *embalado*; devem ser levados em consideração os vários modos de transporte que serão empregados e o tipo de *meio de transporte* ou *contêiner*; e
- h) uma ilustração reproduzível, com no máximo 21 cm por 30 cm de dimensões, mostrando a constituição do *embalado*.

8.6.2.3 No caso de deferimento do requerido consoante o item 8.6.2.2, será emitido pela *CNEN* um certificado de aprovação numerado e com marca de identificação, conforme disposto no Anexo B, especificando que o *projeto* atende aos requisitos estabelecidos para *embalados Tipo B(U)*.

8.6.3 Projeto de Embalado Tipo B(M)

8.6.3.1 Deve ser requerida *aprovação multilateral* para qualquer *projeto de embalado Tipo B(M)*.

8.6.3.2 O requerimento de aprovação de *embalado Tipo B(M)* deve incluir, no mínimo, além das informações relacionadas em 8.6.2.2, as seguintes informações:

- a) lista dos requisitos específicos estabelecidos no item 6.5.1, para *embalados Tipo B(U)*, que não são atendidos pelo *embalado*;

- b) controles operacionais suplementares propostos, aplicáveis durante o *transporte*, não estabelecidos nesta Norma mas necessários para garantir a segurança do *embalado*, ou para compensar as deficiências citadas em 8.6.3.2 a), tais como intervenção humana para efetuar medições de temperatura, pressão e ventilação periódica, levando-se em consideração a possibilidade de atrasos fortuitos;
- c) declaração relativa a quaisquer restrições nos procedimentos de *transporte*, e a quaisquer procedimentos especiais relativos ao carregamento, trânsito, descarregamento e manuseio; e
- d) condições máximas e mínimas (temperatura, radiação solar) possíveis de ocorrência durante o *transporte* e que devem ser levadas em consideração no *projeto*.

8.6.3.3 No caso de deferimento do requerido consoante o item 8.6.3.2, será emitido pela *CNEN* um certificado de aprovação numerado e com marca de identificação, conforme disposto no Anexo B, especificando que o *projeto* atende aos requisitos estabelecidos para *embalados Tipo B(M)*.

8.6.4 Projeto de Embalado contendo Material Físsil

8.6.4.1 Deve ser requerida *aprovação multilateral* para qualquer *projeto* de *embalado* contendo material físsil.

8.6.4.2 O requerimento de aprovação de *projeto* de *embalado* contendo material físsil deve conter todas as informações necessárias para assegurar às *autoridades competentes* que o *projeto* satisfaz os requisitos estabelecidos nos itens 6.6.1 a 6.6.5.

8.6.4.3 No caso de deferimento do requerido consoante o item 8.6.4.2, será emitido pela *CNEN* um certificado de aprovação numerado e com marca de identificação, conforme disposto no Anexo B, especificando que o *projeto* atende aos requisitos estabelecidos para *embalados* contendo material físsil.

8.7 APROVAÇÕES DE TRANSPORTE

8.7.1 Aprovação Normal de Transporte

8.7.1.1 O requerimento de *aprovação normal de transporte* deve incluir, no mínimo, as seguintes informações:

- a) data de embarque e a duração prevista do *transporte*;
- b) descrição do *conteúdo radioativo* real do *embalado*;
- c) *meio de transporte*, procedimentos de transporte e itinerários prováveis ou propostos; e
- d) detalhes sobre os procedimentos que serão adotados para implementar as precauções e os controles administrativos ou operacionais especiais.

8.7.1.2 No caso de deferimento do requerido consoante o item 8.7.1.1, será emitido um certificado de aprovação numerado e com marca de identificação, conforme disposto no Anexo B.

8.7.1.3 A *CNEN* pode autorizar o *transporte* doméstico de material radioativo, dispensando a requisição de certificado de aprovação de *transporte*, mediante a inclusão de disposições específicas com relação às condições de *transporte* no certificado de aprovação do *projeto* do *embalado*.

8.7.2 Aprovação Especial de Transporte

8.7.2.1 O requerimento solicitando aprovação especial de transporte deve incluir, no mínimo, as seguintes informações:

- a) as informações referidas em B2.4 (Anexo B);
- b) descrição das circunstâncias e das razões pelas quais a *expedição* não satisfaz, totalmente, os requisitos aplicáveis desta Norma;

- c) descrição das precauções especiais ou controles administrativos ou operacionais especiais, propostos pelo *expedidor* para compensar o não cumprimento dos requisitos aplicáveis desta Norma; e
- d) todas as informações necessárias para demonstrar que o nível geral da segurança no *transporte* é, no mínimo, equivalente àquele que seria obtido se todos os requisitos aplicáveis desta Norma tivessem sido atendidos.

8.7.2.2 No caso de deferimento do requerido consoante o item 8.7.2.1, será emitido um certificado de aprovação numerado e com marca de identificação, conforme disposto no Anexo B.

8.7.3 Aprovação Multilateral

Deve ser requerida aprovação multilateral para:

- a) *transporte de embalado Tipo B(M)*, especialmente projetado para permitir ventilação intermitente controlada;
- b) *transporte de embalado Tipo B(M)*, contendo material radioativo com uma atividade superior a $3 \times 10^3 A_1$ ou a $3 \times 10^3 A_2$, conforme aplicável, ou superior a 1000 TBq (25 kCi), devendo-se adotar o menor dos limites;
- c) *transporte de embalados* contendo material físsil quando a soma dos *índices de transporte* dos *embalados* individuais exceder 50, conforme estabelecido no item 7.3.11.5;
- d) planos de radioproteção para *transporte* em *embarcações* de uso especial, conforme estabelecido no item 7.3.15.2; e
- e) *transporte* internacional de *expedições* sujeitas a *aprovação especial de transporte*.

9. DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS

As *embalagens* cujos *projetos* tenham sido aprovados antes de 24/8/77 ou de acordo com as Resoluções CNEN-09/77, de 24/8/77, ou CNEN-05/81, de 27/7/81, são sujeitas às disposições transitórias estabelecidas nos itens 9.1 e 9.2.

9.1 ANTES DA RESOLUÇÃO CNEN-09/77

9.1.1 A *embalagem* aprovada antes da Resolução CNEN-09/77 e de acordo com os requisitos da edição de 1967 do “Regulamento para o Transporte Seguro de Materiais Radioativos”, da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), pode continuar em uso desde que sujeita à aprovação multilateral, não sendo mais permitida a construção desse tipo de *embalagem*.

9.1.2 A *embalagem* referida em 9.1.1 deve receber um número de série a ser marcado no seu exterior de acordo com o item 7.3.8.3.

9.1.3 Quaisquer modificações no *projeto*, na natureza ou na quantidade do *conteúdo radioativo*, que possam, a critério da *autoridade competente*, afetar significativamente a segurança do *embalado* constituído com *embalagem* referida em 9.1.1, devem se ajustar aos requisitos desta Norma.

9.2 APÓS A RESOLUÇÃO CNEN-09/77

9.2.1 A *embalagem* aprovada de acordo com a Resolução CNEN-09/77 ou a Resolução CNEN-05/81 pode continuar em uso até 31 de dezembro de 1990, após o que estará sujeita à *aprovação multilateral*.

9.2.2 A *embalagem* referida em 9.2.1 deve receber um número de série a ser marcado no seu exterior, conforme o item 7.3.8.3.

9.2.3 Quaisquer modificações no *projeto*, na natureza ou na quantidade do *conteúdo radioativo* que possam, a critério da *autoridade competente*, afetar significativamente a segurança do *embalado* constituído com *embalagem* referida em 9.2.1, devem se ajustar aos requisitos desta Norma.

9.2.4 Qualquer *embalagem* fabricada após 31 de dezembro de 1995 deverá satisfazer totalmente os requisitos desta Norma.

ANEXO A

ENSAIOS

A1. DEMONSTRAÇÃO DA CONFORMIDADE

A1.1 A demonstração da conformidade com os padrões de desempenho exigidos nesta Norma deve ser conduzida de acordo com os seguintes requisitos:

- a) os ensaios com amostras de material BAE-III, material radioativo sob forma especial ou com amostras e protótipos de *embalados* devem ser realizados, simulando, tanto quanto possível, os *conteúdos radioativos* e os procedimentos de preparação e de *transporte* que são normalmente empregados;
- b) devem ser feitas referências a demonstrações anteriores satisfatórias, realizadas de maneira suficientemente similar;
- c) os ensaios podem ser realizados com modelos em escalas apropriadas, incorporando as características significativas do item a ser ensaiado, quando a experiência tecnológica existente demonstrar que os resultados de tais ensaios são adequados aos propósitos do *projeto*; neste caso, deve ser levado em consideração a necessidade de ajuste de determinados parâmetros do ensaio, tais como o diâmetro da barra de penetração ou a carga de compressão; e
- d) a demonstração da conformidade pode ser realizada mediante cálculos ou argumentação lógica, quando os procedimentos de cálculo e os parâmetros empregados são confiáveis e conduzem a resultados conservativos.

A1.2 Após a realização dos ensaios com amostras ou protótipos devem ser empregados métodos adequados para a avaliação dos resultados, de modo que seja assegurado o atendimento aos padrões de desempenho exigidos nesta Norma.

A2. ENSAIOS PARA MATERIAL BAE-III

A2.1 Uma amostra representando o conteúdo do *embalado* (material sólido) deve ser imersa em água à temperatura ambiente, durante 7 (sete) dias; o volume de água empregado no ensaio deve ser tal que, ao fim do sétimo dia, o volume de água que não foi absorvido e que não reagiu com a amostra ensaiada, seja, pelo menos, igual a 10% do volume da amostra.

A2.2 A água deve possuir, inicialmente, um PH entre 6 e 8, e uma condutividade elétrica não superior a 1 mS.m^{-1} ($10 \text{ }\mu\text{mho.cm}^{-1}$) a 20°C .

A2.3 A atividade total do volume de água que não foi absorvido e que não reagiu com a amostra deve ser medida após o período de 7 (sete) dias de imersão, não devendo exceder $0,1\text{A}_2$.

A3. ENSAIOS PARA MATERIAL RADIOATIVO SOB FORMA ESPECIAL

A3.1 DISPOSIÇÕES GERAIS

A3.1.1 Tipos de Ensaios

As amostras devem ser submetidas aos seguintes ensaios:

- a) ensaio de impacto;
- b) ensaio de percussão;
- c) ensaio de flexão; e
- d) ensaio térmico.

A3.1.2 É permitido a utilização de diferentes tipos de amostras para cada um dos ensaios relacionados em A3.1.1.

A3.1.3 Após a realização de cada um dos ensaios estabelecidos em A3.2, deve ser realizado, com a amostra, um ensaio para a avaliação da lixiviação ou para avaliação do vazamento volumétrico, mediante um método não menos sensível do que aqueles estabelecidos em A3.3.1 para material sólido não dispersível e em A3.3.2 para material encapsulado.

A3.2 MÉTODOS DE ENSAIO

A3.2.1 Ensaio de Impacto

A amostra deve cair, em queda livre, de uma altura de 9 m, sobre uma superfície plana e horizontal tal que, qualquer aumento da sua resistência ao deslocamento ou à deformação sob o impacto da amostra, não aumente significativamente o dano à amostra.

A3.2.2 Ensaio de Percussão

- a) A amostra deve ser disposta sobre uma placa de chumbo suportada por uma superfície lisa e sólida, e deve ser golpeada por uma face plana de uma barra de aço de modo a produzir um impacto equivalente ao que seria produzido por uma massa de 1,4 kg em queda livre a partir de 1 m de altura;
- b) a face plana da barra de aço deve possuir um diâmetro de 25 mm, e a borda arredondada com um raio de $3,0 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$;
- c) a placa de chumbo, com um número de dureza na escala Vickers entre 3,5 e 4,5 e com uma espessura não superior a 25 mm, deve cobrir uma área superior àquela coberta pela amostra; e
- d) a barra de aço deve golpear a amostra de modo a produzir o máximo de dano e, após cada impacto, a placa de chumbo deve ser substituída por uma outra intacta.

A.3.2.3 Ensaio de Flexão

- a) Este ensaio aplica-se, somente, a fontes longas e delgadas, cujo comprimento não seja inferior a 10 cm, e que apresentam uma razão entre o comprimento e a mínima largura não inferior a 10;
- b) a amostra deve ser rigidamente fixada na posição horizontal, de tal modo que metade do seu comprimento sobressaia do dispositivo de fixação;
- c) a orientação da amostra deve ser tal que esta sofra o máximo de dano quando a sua extremidade livre é golpeada pela face plana de uma barra de aço com 25 mm de diâmetro, e com a borda arredondada com um raio de $3,0 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$; e
- d) a barra de aço deve atingir a amostra de modo a produzir um impacto equivalente ao produzido por uma massa de 1,4 kg em queda livre, a partir de 1 m de altura.

A3.2.4 Ensaio Térmico

A amostra deve ser aquecida, no ar, a uma temperatura de 800°C e ser mantida nesta temperatura durante 10 minutos, após o que deve resfriar naturalmente.

A3.2.5 Ensaios Alternativos

As amostras de um material radioativo sob forma especial encerrado em cápsulas seladas estão isentas dos seguintes ensaios:

- a) os ensaios estabelecidos em A3.2.1 e A3.2.2, desde que sejam alternativamente sujeitas ao ensaio de impacto Classe 4 estabelecido na Norma Internacional ISO 2919 1980 (E), “Fontes Radioativas Seladas-Classificação”; e
- b) ensaio estabelecido em A3.2.4, desde que sejam alternativamente sujeitas ao ensaio térmico Classe 6 estabelecido na Norma Internacional acima citada.

A3.3 MÉTODOS PARA A AVALIAÇÃO DA LIXIVIAÇÃO E VAZAMENTO VOLUMÉTRICO

A3.3.1 O seguinte método de avaliação da lixiviação aplica-se a amostras de material radioativo sólido não dispersível:

- a) a amostra deve ser imersa em água à temperatura ambiente durante 7 dias. O volume de água empregado no ensaio deve ser tal que, ao fim do sétimo dia, o volume de água que não foi absorvido e que não reagiu com a amostra ensaiada seja, pelo menos, igual a 10% do volume da amostra; a água deve possuir, inicialmente, um PH entre 6 e 8, e uma condutividade elétrica não superior a 1 mS.m^{-1} ($10 \text{ }\mu\text{mho.cm}^{-1}$) a 20°C ;
- b) em seguida, deve-se aquecer a água, juntamente com a amostra, até a temperatura de $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, a qual deve ser mantida durante 4 horas;
- c) depois, deve-se determinar a atividade da água;
- d) em seguida, a amostra deve ser armazenada, no mínimo, durante 7 dias em ar parado a 30°C e a uma umidade relativa não inferior a 90%;
- e) a amostra deve, então, ser imersa em água nas mesmas condições estabelecidas em a), a uma temperatura de $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante 4 horas; e
- f) novamente deve-se determinar a atividade da água.

A3.3.2 O seguinte método de avaliação de lixiviação aplica-se a amostras de material radioativo encerrado em cápsulas seladas:

- a) imergir a amostra em água à temperatura ambiente, com um PH entre 6 e 8 e uma condutividade elétrica não superior a 1 mS.m^{-1} ($10 \text{ }\mu\text{mho.cm}^{-1}$) a 20°C ;
- b) em seguida, aquecer a água, juntamente com a amostra, até a temperatura de $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, a qual deve ser mantida durante 4 horas;
- c) em seguida, deve-se determinar a atividade da água;
- d) retirar a amostra e armazená-la durante 7 dias em ar parado, a uma temperatura não inferior a 30°C ; e
- e) repetir os procedimentos prescritos em a), b) e c).

A3.3.3 Para a avaliação alternativa do vazamento volumétrico em amostras de material radioativo contido em cápsulas seladas, a *CNEN* considera aceitável a aplicação de qualquer dos métodos de ensaio estabelecidos na Norma Internacional ISO/TR-4826-1979(E), “Fontes Radioativas Seladas - Método de Ensaio de Vazamento”.

A4. ENSAIOS PARA EMBALADOS

A4.1 PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS PARA OS ENSAIOS

A4.1.1 Antes dos ensaios, a amostra do embalado deve ser examinada de modo a identificar possíveis defeitos ou danos, incluindo os seguintes:

- a) divergência com relação ao *projeto*;
- b) defeitos de construção;
- c) corrosão e outras deteriorações; e
- d) distorção de características.

A4.1.2 O *sistema de contenção* do *embalado* deve estar claramente especificado.

A4.1.3 As características externas da amostra do *embalado* devem estar claramente identificadas de modo a tornar simples e precisas as referências a quaisquer partes da amostra.

A4.2 ENSAIOS PARA DEMONSTRAR A CAPACIDADE DE RESISTÊNCIA EM CONDIÇÕES NORMAIS DE TRANSPORTE

A4.2.1 Disposições Gerais

A4.2.1.1 As amostras devem ser submetidas aos seguintes ensaios, na ordem indicada:

- a) ensaio de jato de água;
- b) ensaio de queda livre;
- c) ensaio de empilhamento; e
- d) ensaio de penetração.

A4.2.1.2 Pode-se empregar uma única amostra para todos os ensaios citados em A4.2.1.1, desde que:

- a) intervalo de tempo entre o ensaio com o jato de água e os demais seja tal que a água possa embeber a amostra o máximo possível, sem que a parte externa da amostra fique apreciavelmente seca;
- b) na ausência de qualquer evidência em contrário, o intervalo de tempo deve ser considerado como sendo de 2 horas se o jato de água é aplicado simultaneamente nas quatro direções; e
- c) caso o jato de água seja aplicado sucessivamente nas quatro direções, não há necessidade de se considerar um intervalo de tempo.

A4.2.2 Ensaio de Jato de Água

A amostra deve ser submetida a um jato de água que simule uma chuva com uma precipitação de aproximadamente 5 cm por hora, durante, no mínimo, 1 hora.

A4.2.3 Ensaio de Queda Livre

A amostra deve cair, em queda livre, sobre um alvo, conforme especificado em A3.2.1, de modo a sofrer o máximo de dano com relação aos aspectos de segurança a serem ensaiados, de acordo com os seguintes requisitos:

- a) a altura da queda, do ponto mais inferior da amostra até a superfície superior do alvo, deve ser, no mínimo, igual àquela estabelecida na Tabela XIV;
- b) para *embalados* contendo material frágil, o ensaio deve ser precedido por uma queda livre de 30 cm em cada canto ou, no caso de embalado cilíndrico, em cada quarto das arestas circulares;
- c) para *embalados* de madeira ou de fibras aglomeradas com massas inferiores a 50 kg, uma amostra distinta deve ser submetida a uma queda livre de 30 cm em cada um dos cantos; e
- d) para *embalados* cilíndricos de fibras aglomeradas com massa inferiores a 100 kg, uma amostra distinta deve ser submetida a uma queda livre de 30 cm em cada quarto das arestas circulares.

A4.2.4 Ensaio de Empilhamento

A menos que a forma da *embalagem* não permita empilhamento, a amostra deve ser submetida a uma carga de compressão igual a maior das duas seguintes:

- a) a equivalente a 5 vezes a massa do *embalado* real; ou
- b) a equivalente a 13 kPa (0,13 kgf.cm⁻²) multiplicada pela área da projeção vertical do *embalado* (em cm²).

A carga de compressão deve ser aplicada uniformemente aos dois lados opostos da amostra, um dos quais é a base sobre a qual o embalado repousa normalmente.

A4.2.5 Ensaio de Penetração

A amostra deve ser colocada sobre uma superfície rígida, plana e horizontal que não deve se deslocar significativamente durante o ensaio a ser realizado mediante os seguintes procedimentos:

- a) uma barra de aço com uma massa de 6 kg e com uma extremidade hemisférica com 3,2 cm de diâmetro é deixada cair, com o seu eixo verticalmente orientado, no centro da parte mais frágil da amostra, de modo que, caso a barra penetre suficientemente na amostra, esta atinja o sistema de contenção; as deformações da barra devem ser desprezíveis após o ensaio; e
- b) a altura de queda da barra de aço, da sua extremidade inferior até a superfície externa da amostra, deve ser de 1 cm.

A4.2.6 Ensaios Adicionais para *Embalados Tipo A* Projetados para Gases e Líquidos

Uma ou mais amostras distintas devem ser submetidas a cada um dos seguintes ensaios, a menos que possa ser demonstrado que, para a amostra em questão, um dos ensaios é mais rigoroso; neste caso, uma das amostras deve ser submetida ao ensaio mais rigoroso:

a) Ensaio de Queda Livre

A amostra deve cair, em queda livre, sobre um alvo, conforme especificado em A3.2.1, de modo a sofrer o máximo de dano; a altura de queda da parte mais inferior da amostra até a superfície superior do alvo deve ser de 9 m; e

b) Ensaio de Penetração

A amostra deve ser submetida ao ensaio estabelecido em A4.2.5, exceto que a altura de queda deve ser de 1,7 metros.

A4.3 ENSAIOS PARA DEMONSTRAR A CAPACIDADE DE RESISTÊNCIA EM CONDIÇÕES ACIDENTAIS DE TRANSPORTE

A amostra deve ser submetida aos efeitos cumulativos resultantes dos ensaios estabelecidos em A4.3.1 e A4.3.2, nesta ordem; após os ensaios, a amostra em questão, ou uma amostra distinta, deve ser submetida ao ensaio de imersão estabelecido em A4.3.3 ou, conforme aplicável, ao ensaio estabelecido em A4.4.

A4.3.1 Ensaio Mecânico

O ensaio mecânico consiste de três ensaios de queda livre distintos: cada amostra deve ser submetida às quedas aplicáveis, conforme estabelecido na subseção 6.5, alínea b), da Norma; a ordem de submissão a esses ensaios deve ser tal que, após o ensaio mecânico, a amostra fique de tal modo danificada que, no ensaio térmico que se seguirá, seja produzido o máximo de dano:

a) Queda I

A amostra deve cair sobre um alvo conforme especificado em A3.2.1, de modo a sofrer o máximo de dano, de uma altura de 9 m do ponto mais inferior da amostra até a superfície superior do alvo;

b) Queda II

- I - a amostra deve cair sobre uma barra de aço rigidamente fixada perpendicularmente no alvo conforme especificado em A3.2.1, de modo a sofrer o máximo de dano;
- II - a altura da queda, do ponto de impacto na amostra até a superfície superior da barra, deve ser de 1 m; a barra deve ser de aço doce, com 20 cm de comprimento e possuir uma seção circular com $15 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm}$ de diâmetro, deve-se utilizar uma barra mais comprida quando for possível produzir um dano maior;
- III - a extremidade superior da barra deve ser plana e horizontal, e a sua aresta deve ser arredondada com um raio não superior a 6 mm.

c) Queda III

- I - a amostra a ser submetida a um ensaio dinâmico de esmagamento deve ser posicionada no alvo conforme especificado em A3.2.1, de modo a sofrer um máximo de dano quando sujeita ao impacto de uma massa de 500 kg em queda livre de uma altura de 9 m; e
- II - a massa deve consistir de uma placa sólida de aço doce, quadrada, com 1 m de lado, e deve cair horizontalmente sobre a amostra; a altura da queda a considerar é a distância entre a superfície inferior da placa e o ponto mais superior da amostra.

A4.3.2 Ensaio Térmico

O ensaio térmico deve-se desenvolver do seguinte modo:

- a) envolver completamente a amostra a ser ensaiada, exceto para um sistema de suporte simples, num fogo resultante da combustão de um combustível hidrocarbonado com ar, durante 30 minutos, em condição ambiental suficientemente calma para prover um coeficiente de emissividade média, no mínimo, igual a 0,9;
- b) a temperatura média da chama deve ser de 800°C e a fonte de combustível deve se estender, horizontalmente, além da superfície externa da amostra, no mínimo 1 m, e, no máximo 3 m; a amostra deve ser posicionada a 1 m de distância da superfície da fonte;
- c) pode-se empregar qualquer outro ensaio cujas características térmicas sejam equivalentes às citadas em a) e b);
- d) após cessar a aplicação do calor externo, a amostra deve resfriar naturalmente, e qualquer combustão de materiais da mesma deve prosseguir naturalmente;
- e) para fins de demonstração, o coeficiente de absorção superficial deve ser de 0,8, ou igual ao valor comprovado do *embalado* nas condições de exposição ao fogo acima citadas; o coeficiente de convecção deve ser igual àquele justificado pelo projetista caso o *embalado* fosse exposto ao fogo com as características citadas;
- f) com relação às condições iniciais do ensaio térmico, a demonstração da conformidade deve ser realizada considerando-se a hipótese de que o *embalado* estava a uma temperatura de equilíbrio ambiental de 38°C; os efeitos da radiação solar podem ser desprezados antes e durante o ensaio, mas devem ser levados em consideração na subsequente avaliação da resposta do *embalado*.

A4.3.3 Ensaio de Imersão em Água

A amostra deve ser imersa sob uma camada de água com, no mínimo, 15 m de altura, durante um período mínimo de 8 horas, numa posição capaz de acarretar o máximo de dano. Para fins de demonstração, uma pressão manométrica externa no mínimo igual a 150 kPa (1,5 kgf.cm⁻²) deve ser adotada.

A4.4 ENSAIO DE IMERSÃO PARA EMBALADOS CONTENDO COMBUSTÍVEL IRRADIADO

A amostra deve ser imersa sob uma camada de água com, no mínimo, 200 m de altura, durante um período mínimo de 1 hora. Para fins de demonstração, uma pressão manométrica externa, no mínimo, igual a 2 Mpa (20 kgf.cm⁻²) deve ser adotada.

A4.5 ENSAIO DE VAZAMENTO PARA EMBALADOS CONTENDO MATERIAL FÍSSIL

A4.5.1 Este ensaio não se aplica às embalagens para as quais o vazamento de água, tanto para dentro como para fora da amostra, possa resultar na maior reatividade para fins de avaliação, conforme os itens 6.6.2, 6.6.3 e 6.6.4.

A4.5.2 Antes do ensaio, a amostra deve ser submetida aos ensaios estabelecidos em A4.3.1 b , e/ou em A4.3.1 a ou c , conforme exigido na subseção 6.5, alínea i da Norma, e ao ensaio estabelecido em A4.3.2.

A4.5.3 A amostra deve ser imersa sob uma camada de água com, no mínimo, 90 cm de altura, durante um período, no mínimo, de 8 horas, numa posição capaz de acarretar o máximo de vazamento.

A4.6 VERIFICAÇÃO DA INTEGRIDADE DO SISTEMA DE CONTENÇÃO E DA EMBALAGEM

Após a realização dos ensaios estabelecidos em A4.2, A4.3 e A4.5, deve-se:

- a) identificar e registrar defeitos e danos;
- b) verificar se a integridade do sistema de contenção e da blindagem está de acordo com as exigências estabelecidas na seção 6 desta Norma para os *embalados* ensaiados; e
- c) verificar a validade das hipóteses estabelecidas na subseção 6.6 desta Norma para um ou mais *embalados* contendo material físsil, com relação à configuração mais reativa, ao grau de moderação desse material físsil e a qualquer vazamento.

ANEXO B

MARCA DE IDENTIFICAÇÃO E CONTEÚDO DE CERTIFICADOS DE APROVAÇÃO

B1. MARCA DE IDENTIFICAÇÃO

B1.1 Os certificados de aprovação, emitidos por *autoridade competente*, levam uma marca de identificação do tipo “RIV/número/código”, de acordo com as seguintes disposições:

- a) RIV representa o código de registro internacional de veículo do país emitente do certificado;
- b) número é atribuído pela *autoridade competente*; para um determinado *projeto* ou *transporte*, esse número é único e específico; a marca de identificação do certificado de aprovação para um *transporte* é claramente relacionada à marca de identificação do certificado de aprovação do *projeto*;
- c) os seguintes códigos são usados, na ordem listada, para indicar os tipos de certificados de aprovação emitidos:
 - AF *projeto de embalado Tipo A* contendo material físsil
 - B(U) *projeto de embalado Tipo B(U)*
 - B(U)F *projeto de embalado Tipo B(U)* contendo material físsil
 - B(M) *projeto de embalado Tipo B(M)*
 - B(M)F *projeto de embalado Tipo B(M)* contendo material físsil
 - IF *projeto de embalado industrial* contendo material físsil
 - S *material radioativo sob forma especial*
 - T *aprovação normal de transporte*
 - X *aprovação especial de transporte*
- d) nos certificados de aprovação de *projetos de embalados* que satisfazem os requisitos desta Norma, o código é seguido pelo número 85.

B1.2 Os códigos são aplicados da seguinte maneira:

- a) cada certificado e cada *embalado* portará uma marca de identificação apropriada, compreendendo os símbolos estabelecidos em B1.1; para *embalados*, entretanto, somente o código do *projeto* é indicado, ou seja, os símbolos “T” e “X” não aparecem na marca de identificação do *embalado*; quando as aprovações de *projeto* e de *transporte* estão combinadas, os códigos indicativos não precisam ser repetidos.

Exemplos:

A/132/B(M)F-85	<i>projeto de embalado Tipo B(M)</i> aprovado para conter material físsil, requerendo <i>aprovação multilateral</i> , para o qual a <i>autoridade competente</i> da Áustria atribuiu o nº de <i>projeto</i> 132 (indicado tanto no <i>embalado</i> como no certificado de aprovação do <i>projeto</i>);
A/132/B(M)F-85T	<i>aprovação normal de transporte</i> , emitida para o <i>embalado</i> com a marca de identificação do exemplo anterior (indicada somente no certificado);
A/137/X-85	<i>aprovação especial de transporte</i> , emitida pela <i>autoridade competente</i> da Áustria, à qual foi atribuída o nº 137 (indicado somente no certificado);
A/139/IF-85	<i>projeto de embalado industrial</i> contendo material físsil, aprovado pela <i>autoridade competente</i> da Áustria, ao qual foi atribuído o nº 139 (indicado tanto no <i>embalado</i> como no certificado de aprovação do <i>projeto</i>);

- b) se a *aprovação multilateral* é realizada por validação, somente é usada a marca de identificação do país de origem do *projeto* ou do *transporte*; no caso de emissão de *aprovação multilateral* mediante a emissão de certificados por sucessivos países, cada certificado leva a marca de identificação apropriada e, o *embalado* cujo *projeto* é assim aprovado, leva todas as marcas de identificação apropriadas;

Exemplo:

D/182/B(M)F-85 marcas de identificação de um *embalado*, inicialmente aprovado pela *autoridade competente* alemã (RFA), e posteriormente aprovado pela *autoridade competente* brasileira (CNEN) com um certificado de aprovação distinto; marcas de identificação adicionais são assinaladas da mesma maneira no *embalado*;

BR/20/B(M)F-85

- c) a revisão de um certificado é indicado entre parênteses após a marca de identificação no certificado;

Exemplos:

D/182/B(M)F-85 (Rev 2)

D/182/B(M)F-85 (Rev 0)

No segundo exemplo, caso de emissão original, a expressão entre parênteses é facultativa e outras palavras podem ser usadas, tal como “emissão original”; o nº de revisão é emitido somente pela *autoridade competente* que emitiu a aprovação original;

- d) outros símbolos, quando exigidos por regulamentação nacional, podem ser acrescentados entre parênteses;

Exemplo: D/182/B(M)F-85 (SP 503)

- e) não é necessário alterar a marca de identificação no *embalado* cada vez que é realizada uma revisão do certificado de aprovação do *projeto*; alterações são feitas, somente, quando a revisão de *projeto* de um *embalado* acarretar em mudança na marca de identificação do *projeto*.

B2. CONTEÚDO DOS CERTIFICADOS DE APROVAÇÃO

B2.1 CERTIFICADO PARA MATERIAL RADIOATIVO SOB FORMA ESPECIAL

O certificado de aprovação para material radioativo sob forma especial inclui, no mínimo, as seguintes informações:

- tipo do certificado;
- marca de identificação da *autoridade competente*;
- data de emissão e de expiração;
- lista de regulamentos nacionais e internacionais aplicáveis;
- identificação do material radioativo sob forma especial;
- descrição do material radioativo sob forma especial;
- especificações de *projeto* para os materiais radioativos sob forma especial, com referência eventual a desenhos;
- descrição do *conteúdo radioativo* com indicação das atividades e, eventualmente, o estado físico e forma química;
- nome do requerente, se exigido pela *autoridade competente*;
- nome e assinatura de funcionário em nome da *autoridade competente*.

B2.2 CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DE PROJETO DE EMBALADO

O certificado de aprovação de *projeto* de *embalado* inclui, no mínimo, as seguintes informações:

- tipo do certificado,
- marca de identificação da *autoridade competente*;
- data da emissão e de expiração;
- restrições eventuais aos modos de *transporte*;
- lista de regulamentos nacionais e internacionais aplicáveis;
- a seguinte declaração:

“Este certificado não dispensa o *expedidor* de cumprir as prescrições estabelecidas pela autoridades dos países nos quais o *embalado* será transportado”.

- g) referências a certificados para outros *conteúdos radioativos*, validação de outras *autoridades competentes*, ou dados e informações técnicas adicionais julgados necessários pela *autoridade competente*;
- h) declaração de autorização para remessa se a autorização for requerida de acordo com o item 8,7.1 da Norma, se aplicável;
- i) identificação da embalagem;
- j) descrição da *embalagem* por referência a desenhos ou especificações do *projeto*; eventualmente, a critério da *autoridade competente*, também uma ilustração reprodutível de, no mínimo, 21 cm x 30 cm, mostrando a constituição do *embalado*, acompanhada de uma breve descrição da *embalagem*, compreendendo materiais de construção, massa bruta, dimensões externas gerais e aspecto.
- k) descrição do projeto por referência a desenhos;
- l) breve descrição do *conteúdo radioativo* autorizado, incluindo quaisquer restrições relativas ao mesmo que possam não evidentes pela natureza da *embalagem*; tal descrição inclui a forma física e química, as atividades envolvidas (dos diversos isótopos), quantidades em gramas (para material físsil) e se trata de material radioativo sob forma especial;
- m) adicionalmente, para *embalados* contendo material físsil, os requisitos constantes em B2.4K);
- n) para *embalados* tipo B(M), declaração indicando quais os requisitos estabelecidos no item 6.5.1 desta Norma que não são satisfeitos pelo *embalado*, e informações complementares que possam ser úteis a outras *autoridades competentes*;
- o) lista detalhada dos controles operacionais suplementares estabelecidos para preparação, carga, movimentação, acondicionamento, descarga e manuseio da *expedição*, incluindo disposições especiais de acondicionamento para segura dissipação de calor,
- p) referência às informações fornecidas pelo requerente relativas às ações específicas a serem tomadas antes do *transporte*;
- q) declaração relativa às condições ambientais adotadas para fins de *projeto*, se essas condições não estiverem em conformidade com aquelas indicadas nos itens 6.5 c) e 6.5.1 g) desta Norma, se aplicáveis;
- r) descrição do programa de *garantia de qualidade* conforme o item 7.1.3;
- s) medidas de emergência julgadas necessárias pela *autoridade competente*;
- t) a critério da *autoridade competente*, referência à identidade do requerente;
- u) nome e assinatura de funcionário em nome da *autoridade competente*;

B2.3 CERTIFICADO DE APROVAÇÃO NORMAL DE TRANSPORTE

Cada certificado de *aprovação normal de transporte* inclui, no mínimo, as seguintes informações:

- a) tipo do certificado;
- b) marca de identificação da *autoridade competente*;
- c) data de emissão e de expiração;
- d) lista de regulamentos nacionais e internacionais aplicáveis;
- e) quaisquer restrições quanto ao modo de transporte, ao tipo de equipamento de transporte e às instruções sobre o itinerário;
- f) a seguinte declaração:

“Este certificado não dispensa o *expedidor* de cumprir as prescrições estabelecidas pelas autoridades dos países nos quais o *embalado* será transportado”;

- g) lista detalhada dos controles operacionais suplementares estabelecidos para preparação, carregamento, movimentação, acondicionamento, descarregamento e manuseio da *expedição*, incluindo disposições especiais de acondicionamento para a segura dissipação de calor;

- h) referência às informações fornecidas pelo requerente relativas às ações específicas a serem tomadas antes do *transporte*;
- i) referência ao certificado de aprovação de *projeto* aplicável;
- j) breve descrição do *conteúdo radioativo* real, com as restrições relativas ao conteúdo que possam não ser evidentes pela natureza da *embalagem*; a descrição inclui a forma física e química, as atividades envolvidas (dos diversos isótopos), quantidades em gramas (para material físsil) e se trata de material radioativo sob forma especial;
- k) as medidas de emergência julgadas necessárias pela *autoridade competente*;
- l) o critério da *autoridade competente*, referência à identidade do *expedidor* e do *transportador*;
- m) nome e assinatura de funcionário em nome da *autoridade competente*.

B2.4 CERTIFICADO DE APROVAÇÃO ESPECIAL DE TRANSPORTE

O certificado de *aprovação especial de transporte* inclui, no mínimo, as seguintes informações:

- a) tipo de certificado;
- b) marca de identificação da *autoridade competente*;
- c) data de emissão e expiração;
- d) procedimentos de *transporte*;
- e) quaisquer restrições quanto ao modo de transporte, ao tipo de equipamento de transporte e às instruções sobre o itinerário;
- f) lista de regulamentos nacionais e internacionais aplicáveis;
- g) a seguinte declaração:
 “Este certificado não dispensa o *expedidor* de cumprir as prescrições estabelecidas pelas autoridades dos países nos quais o *embalado* será transportado”;
- h) referências a certificados para outros *conteúdos radioativos*, validação de outras *autoridades competentes*, ou dados e informações técnicas adicionais julgados necessários pela *autoridade competente*;
- i) descrição da *embalagem* por referência a desenhos ou especificações de *projeto*; eventualmente, a critério da *autoridade competente*, uma ilustração reproduzível de, no máximo, 21 cm x 30 cm, mostrando a constituição do *embalado*, acompanhada de uma breve descrição da *embalagem*, compreendendo materiais de construção, massa bruta, dimensões externas gerais e aspecto;
- j) breve descrição do *conteúdo radioativo* autorizado, com as restrições relativas ao conteúdo que possam não ser evidentes pela natureza da *embalagem*; a descrição inclui a forma física e química, as atividades envolvidas (dos diversos isótopos, se apropriado), quantidades em gramas (para materiais físseis) e se trata de material radioativo sob forma especial;
- k) adicionalmente, para *embalados* contendo material físsil:
 - i) descrição detalhada do *conteúdo radioativo* autorizado;
 - ii) valor do *índice de transporte* para controle de criticalidade nuclear;
 - iii) outras características especiais que tenham permitido admitir a ausência de água em certos espaços vazios para avaliação de criticalidade;
 - iv) qualquer determinação (baseada no item 6.6.5 desta Norma) na qual é admitido o decréscimo da multiplicação de nêutrons para avaliação da criticalidade como resultado de dados reais de irradiação;
- l) lista detalhada dos controles operacionais suplementares estabelecidos para preparação, carga, movimentação, acondicionamento, descarga e manuseio da *expedição*, incluindo disposições especiais de acondicionamento para segura dissipação de calor;
- m) o critério da *autoridade competente*, as razões para o *transporte* sob condições especiais;
- n) descrição das medidas compensatórias a serem aplicadas como resultado do *transporte* sob condições especiais;
- o) referência às informações fornecidas pelo requerente relativas à utilização do *embalado*, ou ações específicas a serem tomadas antes do *transporte*;

- p) declaração relativa às condições ambientais adotadas para fins de *projeto*, se essas condições não estiverem em conformidade com aquelas indicadas nos itens 6.5 c) e 6.5.1 g) desta Norma, se aplicáveis;
- q) medidas de emergência julgadas necessárias pela *autoridade competente*;
- r) a critério da *autoridade competente*, referência à identidade do requerente, do *expedidor* e do *transportador*;
- s) nome e assinatura de funcionário em nome da *autoridade competente*.

ANEXO C

FICHA DE MONITORAÇÃO DA CARGA E DO VEÍCULO RODOVIÁRIO				
MONITORAÇÃO DA CARGA				
EMBALADO (TIPO)	RÓTULO	TAXA DE EXPOSIÇÃO μ Ci / Kg h		
		NA SUPERFÍCIE	A 1 METRO	
PONTOS	TAXA DE EXPOSIÇÃO μ Ci / kg h			ESPECIFICAÇÃO DO LOCAL
	SUPERF.	2 METROS	CABINE DO MOTORISTA	
CROQUIS DA MONITORAÇÃO NO VEÍCULO				
EQUIPAMENTOS DE MONITORAÇÃO	MARCA	MODELO	Nº SÉRIE	
SINALIZAÇÃO DO VEÍCULO <input type="checkbox"/> 2 SÍMB. LATERAIS <input type="checkbox"/> 1 SÍMB. TRASEIRA				IT
SUPERVISOR DE RADIOPROTEÇÃO			DATA	
NOME :			/ /	
REG. CNEN Nº				

ANEXO D

DECLARAÇÃO DO EXPEDIDOR DE MATERIAIS RADIOATIVOS (ONU-CLASSE 7)			NÚMERO ON
ESTA REMESSA ESTÁ DENTRO DAS LIMITAÇÕES PRESCRITAS PARA:			
VEÍCULO DE PASSAGEIRO E CARGA <input type="checkbox"/>		VEÍCULO APENAS DE CARGA <input type="checkbox"/>	
NATUREZA E ATIVIDADE MÁXIMA DO CONTEÚDO			
RADIONUCLÍDEO	FORMA	ATIVIDADE	
NOME OU SÍMBOLO DO PRINCIPAL CONTEÚDO RADIOATIVO. <input style="width: 100%;" type="text"/>	<input type="checkbox"/> SOBFORMA ESPECIAL <input type="checkbox"/> BAE - I <input type="checkbox"/> BAE - II <input type="checkbox"/> BAE - III <input type="checkbox"/> OCS - I <input type="checkbox"/> OCS - II <input type="checkbox"/> OUTRAS FORMAS (ESPECIFICAR)	FORMA QUÍMICA E ESTADO FÍSICO (GASOSO, LÍQUIDO OU SÓLIDO). <input style="width: 100%;" type="text"/>	
EM BECQUEREL <input style="width: 100%;" type="text"/>			
EMBALADO			
NÚMERO DE EMBALADOS <input style="width: 100%;" type="text"/>	CATEGORIA	ÍNDICE DE TRANSPORTE	TIPO
	I - BRANCO <input type="checkbox"/> II - AMARELO <input type="checkbox"/> III - AMARELO <input type="checkbox"/> III - AMARELO SOB USO EXCLUSIVO <input type="checkbox"/>	APENAS PARA CATEGORIAS DE RÓTULO AMARELO. <input style="width: 100%;" type="text"/>	EXCEPTIVO <input type="checkbox"/> E I - I <input type="checkbox"/> E I - II <input type="checkbox"/> E I - III <input type="checkbox"/> TIPO A <input type="checkbox"/> TIPO B (U) <input type="checkbox"/> TIPO B (M) <input type="checkbox"/>
CERTIFICADOS ADICIONAIS OBTIDOS PELO EXPEDIDOR:		MARCA E IDENTIFICAÇÃO DA AUTORIDADE COMPETENTE (PAÍS/Nº/COD)	
<input type="checkbox"/> - CERTIFICADO P/MAT. RADIOATIVO SOB FORMA ESPECIAL		<input type="checkbox"/> _____	
<input type="checkbox"/> - CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DE PROJETO DE EMBALADO		<input type="checkbox"/> _____	
<input type="checkbox"/> - CERTIFICADO DE APROVAÇÃO NORMAL DE TRANSPORTE		<input type="checkbox"/> _____	
<input type="checkbox"/> - CERTIFICADO DE APROVAÇÃO ESPECIAL DE TRANSPORTE		<input type="checkbox"/> _____	
MATERIAL FÍSSIL <input type="checkbox"/>		MATERIAL NÃO FÍSSIL <input type="checkbox"/>	
INFORMAÇÕES ESPECIAIS DE MANUSEIO			
"ATESTO QUE OS ITENS E MATERIAIS CONTIDOS NESTA EXPEDIÇÃO ESTÃO PRECISA E COMPLETAMENTE DESCRITOS ACIMA PELOS RESPECTIVOS NOMES PARA TRANSPORTE, BEM COMO DEVIDAMENTE CLASSIFICADOS ACONDICIONADOS, MARCADOS E ROTULADOS, ENCONTRANDO-SE, SOB TODOS ASPECTOS, EM CONDIÇÕES APROPRIADAS PARA TRANSPORTE POR (*) DE ACORDO COM OS REGULAMENTOS E NORMAS GOVERNAMENTAIS NACIONAIS E INTERNACIONAIS APLICÁVEIS"			
NOME E ENDEREÇO COMPLETO DO EXPEDIDOR		NOME E TÍTULO DA PESSOA QUE ASSINA A DECLARAÇÃO:	
<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>	
DATA:		ASSINATURA:	
LOCAL DE EMBARQUE:		DESTINO:	
OBS.: A INOBSERVÂNCIA DOS PRECEITOS CONTIDOS NO DECRETO Nº 88.821, DE 6 DE OUTUBRO DE 1983, E NA RESOLUÇÃO CNEN-13/88 SUJEITA O INFRATOR A PENALIDADES LEGAIS. ESTA DECLARAÇÃO SÓ TERÁ VALIDADE SE ASSINADA PELO EXPEDIDOR DA CARGA NO PAÍS. (* - INSERIR OS MODOS DE TRANSPORTE ENVOLVIDOS)			

APÊNDICE I

NÚMEROS E NOMES DE MATERIAIS RADIOATIVOS **(EXTRATO DA CLASSIFICAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS)**

NÚMERO	NOME E DESCRIÇÃO
2908	Material Radioativo - Embalagens vazias
2909	Material Radioativo - Artigos manufaturados de Urânio Natural ou empobrecidos ou Tório natural
2910	Material Radioativo - Pequenas quantidades
2911	Material Radioativo - Instrumentos e artigos
2912	Material Radioativo de Baixa Atividade Específica (BAE) ; S.O.N. (d)
2913	Material Radioativo - Objetos contaminados na Superfície (OCS)
2918	Material Radioativo Físsil ; S.O.N. (d)
2974	Material Radioativo sob Forma Especial ; S.O.N. (d)
2975 (a)	Tório metálico - Pirofórico
2976(b)	Nitrato de Tório - Sólido
2977(c)	Hexafluoreto de Urânio - Físsil Contendo mais de 0,7 por cento de U-235
2978(c)	Hexafluoreto de Urânio - Baixa Atividade Específica Contendo menos de 0,7 por cento de U-235
2979 (a)	Urânio metálico - Pirofórico
2980 (c)	Solução de Nitrato de Uranila Hexahidratado
2981 (b)	Nitrato de Uranila - Sólido
2982	Material Radioativo ; S.O.N. (d)

- a) **Substância sujeita a combustão espontânea**
Substância sujeita a aquecimento espontâneo sob condições normais encontradas em transporte, ou sujeita a aquecimento em contato com o ar, levando daí à combustão.
- b) **Substância oxidante**
Substância que, embora não necessariamente combustível, pode, geralmente pela produção de oxigênio, causar ou contribuir para a combustão de outro material.
- c) **Substância corrosiva.**
Substância que, por ação química, causa dano severo quando em contato com tecido vivo, ou, no caso de vazamento, danifica ou mesmo destrói outra carga ou o *meio de transporte*; pode ainda proporcionar outros riscos.
- d) **S.O.N. - sem outra nota**

TABELA I: VALORES DE A₁ E A₂ PARA RADIONUCLÍDEOS

ELEMENTO E NÚMERO ATÔMICO	RADIONUCLÍDEO	A ₁ (TBq)	A ₁ (Ci) Approx ^(a)	A ₂ (TBq)	A ₂ (Ci) Approx ^(a)
Actínio-89	Ac-225*	0,6	10	1 x 10 ⁻²	2 x 10 ⁻¹
	Ac-227	40	1000	2 x 10 ⁻⁵	5 x 10 ⁻⁴
	Ac-228	0,6	10	0,4	10
Alumínio-13	Al-26	0,4	10	0,4	10
Amerício-95	Am-241	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
	Am-242m	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
	Am-243	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
Antimônio-51	Sb-122	0,3	8	0,3	8
	Sb-124	0,6	10	0,5	10
	Sb-125	2	50	0,9	20
	Sb-126	0,4	10	0,4	10
Argônio-18	Ar-37	40	1000	40	1000
	Ar-39	20	500	20	500
	Ar-41	0,6	10	0,6	10
	Ar-42*	0,2	5	0,2	5
Arsênio-33	As-72	0,2	5	0,2	5
	As-73	40	1000	40	1000
	As-74	1	20	0,5	10
	As-76	0,2	5	0,2	5
	As-77	20	500	0,5	10
Astatínio-85	At-211	30	800	2	50
Bário-56	Ba-131	2	50	2	50
	Ba-133m	10	200	0,9	20
	Ba-133	3	80	3	80
	Ba-140*	0,4	10	0,4	10
Berílio-4	Be-7	20	500	20	500
	Be-10	20	500	0,5	10
Berquélio-97	Bk-247	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
	Bk-249	40	1000	8 x 10 ⁻²	2
Bismuto-83	Bi-205	0,6	10	0,6	10
	Bi-206	0,3	8	0,3	8
	Bi-207	0,7	10	0,7	10
	Bi-210m*	0,3	8	3 x 10 ⁻²	8 x 10 ⁻¹
	Bi-210	0,6	10	0,5	10
	Bi-212*	0,3	8	0,3	8
Bromo-35	Br-76	0,3	8	0,3	8
	Br-77	3	80	3	80
	Br-82	0,4	10	0,4	10
Cádmio-43	Cd-109	40	1000	1	20
	Cd-113m	20	500	9 x 10 ⁻²	2
	Cd-115m	0,3	8	0,3	8
	Cd-115	4	100	0,5	10
Cálcio-20	Ca-41	40	1000	40	1000
	Ca-45	40	1000	0,9	20
	Ca-47	0,9	20	0,5	10

ELEMENTO E NÚMERO ATÔMICO	RADIONUCLÍDEO	A ₁ (TBq)	A ₁ (Ci) Approx ^(a)	A ₂ (TBq)	A ₂ (Ci) Approx ^(a)
Califórnio-93	Cf-248	30	300	3 x 10 ⁻³	8 x 10 ⁻²
	Cf-249	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
	Cf-250	5	100	5 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁻²
	Cf-251	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
	Cf-252	0,1	2	1 x 10 ⁻³	2 x 10 ⁻²
	Cf-253	40	1000	6 x 10 ⁻²	1
	Cf-254	3 x 10 ⁻³	8 x 10 ⁻²	6 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁻²
Carbono-6	C-11	1	20	0,5	10
	C-14	40	1000	2	50
Cério-58	Ce-139	6	100	6	100
	Ce-141	10	200	0,5	10
	Ce-143	0,6	10	0,5	10
	Ce-144*	0,2	5	0,2	5
Césio-55	Cs-129	4	100	4	100
	Cs-131	40	1000	40	1000
	Cs-132	1	20	1	20
	Cs-134m	40	1000	9	200
	Cs-134	0,6	10	0,5	10
	Cs-135	40	1000	0,9	20
	Cs-136	0,5	10	0,5	10
	Cs-137*	2	50	0,5	10
Chumbo-82	Pb-201	1	20	1	20
	Pb-202*	2	50	2	50
	Pb-203	3	80	3	80
	Pb-205	não limitada		não limitada	
	Pb-210*	0,6	10	9 x 10 ⁻³	2 x 10 ⁻¹
	Pb-212*	0,3	8	0,3	8
Cloro-17	Cl-36	20	500	0,5	10
	Cl-38	0,2	5	0,2	5
Cobalto-27	Co-55	0,5	10	0,5	10
	Co-56	0,3	8	0,3	8
	Co-57	8	200	8	200
	Co-58m	40	1000	40	1000
	Co-58	1	20	1	20
	Co-60	0,4	10	0,4	10
Cobre-29	Cu-64	5	100	0,9	20
	Cu-67	9	200	0,9	20
Criptônio-36	Kr-81	40	1000	40	1000
	Kr-85m	6	100	6	100
	Kr-85	20	500	10	200
	Kr-87	0,2	5	0,2	5
Cromo-24	Cr-51	30	800	30	300
Cúrio-96	Cm-240	40	1000	2 x 10 ⁻²	5 x 10 ⁻¹
	Cm-241	2	50	0,9	20
	Cm-242	40	1000	1 x 10 ⁻²	2 x 10 ⁻¹
	Cm-243	3	80	3 x 10 ⁻⁴	8 x 10 ⁻³
	Cm-244	4	100	4 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁻²
	Cm-245	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
	Cm-246	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
	Cm-247	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³

ELEMENTO E NÚMERO ATÔMICO	RADIONUCLÍDEO	A ₁ (TBq)	A ₁ (Ci) Approx ^(a)	A ₂ (TBq)	A ₂ (Ci) Approx ^(a)
	Cm-248	4 x 10 ⁻²	1	5 x 10 ⁻⁵	1 x 10 ⁻³
Disprósio-66	Dy-159	20	500	20	500
	Dy-165	0,6	10	0,5	10
	Dy-166*	0,3	8	0,3	8
Enxofre-16	S-35	40	1000	2	50
Érbio-68	Er-169	40	1000	0,9	20
	Er-171	0,6	10	0,5	10
Escândio-21	Sc-44	0,5	10	0,5	10
	Sc-46	0,5	10	0,5	10
	Sc-47	9	200	0,9	20
	Sc-48	0,3	8	0,3	8
Estanho-50	Sn-113*	4	100	4	100
	Sn-117m	6	100	2	50
	Sn-119m	40	1000	40	1000
	Sn-121m	40	1000	0,9	20
	Sn-123	0,6	10	0,5	10
	Sn-125	0,2	5	0,2	5
	Sn-126*	0,3	8	0,3	8
Estrôncio-38	Sr-82*	0,2	5	0,2	5
	Sr-85m	5	100	5	100
	Sr-85	2	50	2	50
	Sr-87m	3	80	3	80
	Sr-89	0,6	10	0,5	10
	Sr-90*	0,2	5	0,1	2
	Sr-91	0,3	8	0,3	8
	Sr-92	0,8	20	0,5	10
Európio-68	Eu-147	2	50	2	50
	Eu-148	0,5	10	0,5	10
	Eu-149	20	500	20	500
	Eu-150	0,7	10	0,7	10
	Eu-152m	0,6	10	0,5	10
	Eu-152	0,9	20	0,9	20
	Eu-154	0,8	20	0,5	10
	Eu-155	20	500	2	50
	Eu-156	0,6	10	0,5	10
Ferro-26	Fe-52*	0,2	5	0,2	5
	Fe-55	40	1000	40	1000
	Fe-59	0,8	20	0,8	20
	Fe-60	40	1000	0,2	5
Flúor-9	F-18	1	20	0,5	10
Fósforo-15	P-32	0,3	8	0,3	8
	P-33	40	1000	0,9	20
Gadolínio-64	Gd-146*	0,4	10	0,4	10
	Gd-153	10	200	5	100
	Gd-159	4	100	0,5	10
Gálio-31	Ga-67	6	100	6	100
	Ga-68	0,3	8	0,3	8
	Ga-72	0,4	10	0,4	10
Germânio-32	Ge-68*	0,3	8	0,3	8

ELEMENTO E NÚMERO ATÔMICO	RADIONUCLÍDEO	A ₁ (TBq)	A ₁ (Ci) Approx ^(a)	A ₂ (TBq)	A ₂ (Ci) Approx ^(a)
	Ge-71	40	1000	40	1000
	Ge-77	0,3	8	0,3	8
Háfio-72	Hf-172*	0,5	10	0,3	8
	Hf-175	3	80	3	80
	Hf-181	2	50	0,9	20
	Hf-182	4	100	3 x 10 ⁻²	8 x 10 ⁻¹
Hidrogênio-1 Veja Trítio	H-3				
Hólmio-67	Ho-163	40	1000	40	1000
	Ho-166m	0,6	10	0,3	8
	Ho-166	0,3	8	0,3	8
Índio-49	In-111	2	50	2	50
	In-113m	4	100	4	100
	In-114m*	0,3	8	0,3	8
	In-115m	6	100	0,9	20
Iodo-53	I-123	6	100	6	100
	I-124	0,9	20	0,9	20
	I-125	20	500	2	50
	I-126	2	50	0,9	20
	I-129	não limitada		não limitada	
	I-131	3	80	0,5	10
	I-132	0,4	10	0,4	10
	I-133	0,6	10	0,5	10
	I-134	0,3	8	0,3	8
	I-135	0,6	10	0,5	10
Írídio-77	Ir-189	10	200	10	200
	Ir-190	0,7	10	0,7	10
	Ir-192	1	20	0,5	10
	Ir-193m	10	200	10	200
	Ir-194	0,2	5	0,2	5
Íterbio-70	Yb-169	3	80	3	80
	Yb-175	30	800	0,9	20
Ítrio-39	Y-87	2	50	2	50
	Y-88	0,4	10	0,4	10
	Y-90	0,2	5	0,2	5
	Y-91m	2	50	2	50
	Y-91	0,3	8	0,3	8
	Y-92	0,2	5	0,2	5
	Y-93	0,2	5	0,2	5
Lantânio-57	La-137	40	1000	2	50
	La-140	0,4	10	0,4	10
Lutécio-71	Lu-172	0,5	10	0,5	10
	Lu-173	8	200	8	200
	Lu-174m	20	500	8	200
	Lu-174	8	200	4	100
	Lu-177	30	800	0,9	20
Magnésio-12	Mg-28*	0,2	5	0,2	5
Manganês-25	Mn-52	0,3	8	0,3	8
	Mn-53	não limitada		não limitada	
	Mn-54	1	20	1	20

ELEMENTO E NÚMERO ATÔMICO	RADIONUCLÍDEO	A ₁ (TBq)	A ₁ (Ci) Approx ^(a)	A ₂ (TBq)	A ₂ (Ci) Approx ^(a)
	Mn-56	0,2	5	0,2	5
Mercúrio-80	Hg-194*	1	20	1	120
	Hg-195m	5	100	5	100
	Hg-197m	10	200	0,9	20
	Hg-197	10	200	10	200
	Hg-203	4	100	0,9	20
Molibdênio-42	Mo-93	40	1000	7	100
	Mo-99	0,9	10	0,5	10
Neodímio-60	Nd-147	4	100	0,5	10
	Nd-149	0,6	10	0,5	10
Netúnio-93	Np-235	40	1000	40	1000
	Np-236	7	100	1 x 10 ⁻³	2 x 10 ⁻²
	Np-237	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
	Np-239	6	100	0,5	10
Nióbio-41	Nb-92m	0,7	10	0,7	10
	Nb-93m	40	1000	6	100
	Nb-94	0,6	10	0,6	10
	Nb-95	1	20	1	20
	Nb-97	0,6	10	0,5	10
Níquel-28	Ni-59	40	1000	40	1000
	Ni-63	40	1000	30	800
	Ni-65	0,3	8	0,3	8
Nitrogênio-7	N-13	0,6	10	0,5	10
Ósmio-76	Os-185	1	20	1	20
	Os-191m	40	1000	40	1000
	Os-191	10	200	0,9	20
	Os-193	0,6	10	0,5	10
	Os-194*	0,2	5	0,2	5
Ouro-79	Au-193	6	100	6	100
	Au-194	1	20	1	20
	Au-195	10	200	10	200
	Au-196	2	50	2	50
	Au-198	3	80	0,5	10
	Au-199	10	200	0,9	20
Paládio-46	Pd-103	40	1000	40	1000
	Pd-107	não limitada		não limitada	
	Pd-109	0,6	10	0,5	10
Platina-78	Pt-188*	0,6	10	0,6	10
	Pt-191	3	80	3	80
	Pt-193m	40	1000	9	200
	Pt-193	40	1000	40	1000
	Pt-195m	10	200	2	50
	Pt-197m	10	200	0,9	20
	Pt-197	20	500	0,5	10
Plutônio-94	Pu-236	7	100	7 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁻²
	Pu-237	20	500	20	500
	Pu-238	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³

ELEMENTO E NÚMERO ATÔMICO	RADIONUCLÍDEO	A ₁ (TBq)	A ₁ (Ci) Approx ^(a)	A ₂ (TBq)	A ₂ (Ci) Approx ^(a)
	Pu-239	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
	Pu-240	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
	Pu-241	40	1000	1 x 10 ⁻²	2 x 10 ⁻¹
	Pu-242	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
	Pu-244*	0,3	8	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
Polônio-84	Po-208	40	1000	2 x 10 ⁻²	5 x 10 ⁻¹
	Po-209	40	1000	2 x 10 ⁻²	5 x 10 ⁻¹
	Po-210	40	1000	2 x 10 ⁻²	5 x 10 ⁻¹
Potássio-19	K-42	0,2	5	0,2	5
	K-43	1	20	0,5	10
Praseodímio-59	Pr-142	0,2	5	0,2	5
	Pr-143	4	100	0,5	10
Prata-47	Ag-105	2	50	2	50
	Ag-108m	0,6	10	0,6	10
	Ag-110m	0,4	10	0,4	10
	Ag-111	0,6	10	0,5	10
Promécio-61	Pm-143	3	80	3	80
	Pm-144	0,6	10	0,6	10
	Pm-145	30	800	7	100
	Pm-147	40	1000	0,9	20
	Pm-148m	0,5	10	0,5	10
	Pm-149	0,6	10	0,5	10
	Pm-151	3	80	0,5	10
Protoactínio-91	Pa-230	2	50	0,1	2
	Pa-231	0,6	10	6 x 10 ⁻⁵	1 x 10 ⁻³
	Pa-233	5	100	0,9	20
Rádio-88	Ra-223*	0,6	10	3 x 10 ⁻²	8 x 10 ⁻¹
	Ra-224*	0,3	8	6 x 10 ⁻²	1
	Ra-225*	0,6	10	2 x 10 ⁻²	5 x 10 ⁻¹
	Ra-226*	0,3	8	2 x 10 ⁻²	5 x 10 ⁻¹
	Ra-228*	0,6	10	4 x 10 ⁻²	1
Radônio-86	Rn-222*	0,2	5	4 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁻¹
Rênio-75	Re-183	5	100	5	100
	Re-184m	1	20	1	20
	Re-184	1	20	1	20
	Re-186	4	100	0,5	10
	Re-187	não limitada		não limitada	
	Re-188	0,2	5	0,2	5
	Re-189	4	100	0,5	10
	Re-(natural)	não limitada		não limitada	
Ródio-45	Rh-99	2	50	2	50
	Rh-101	4	100	4	100
	Rh-102m	2	50	0,9	20
	Rh-102	0,5	10	0,5	10
	Rh-103m	40	1000	40	1000
	Rh-105	10	200	0,9	20
Rubídio-37	Rb-81	2	50		20

ELEMENTO E NÚMERO ATÔMICO	RADIONUCLÍDEO	A ₁ (TBq)	A ₁ (Ci) Approx ^(a)	A ₂ (TBq)	A ₂ (Ci) Approx ^(a)
	Rb-83	2	50	0,9	50
	Rb-84	1	20	2	20
	Rb-86	0,3	8	0,9	8
	Rb-87			0,3	
	Rb-(natural)	não limitada			
Rutênio-44	Ru-97	4	100	não limitada	100
	Ru-103	2	50	4	20
	Ru-105	0,6	10	0,9	10
	Ru-106*	0,2	5	0,5	5
				0,2	
Samário-62	Sm-145	20	500		500
	Sm-147	não limitada		20	
	Sm-151	40	1000	não limitada	100
	Sm-153	4	100	4	10
				0,5	
Selênio-34	Se-75	3	80		80
	Se-79	40	1000	3	50
				2	
Silício-14	Si-31	0,6	10		10
	Si-32	40	1000	0,5	5
				0,2	
Sódio-11	Na-22	0,5	10		10
	Na-24	0,2	5	0,5	5
				0,2	
Tálio-81	Tl-200	0,8	20		20
	Tl-201	10	200	0,8	200
	Tl-202	2	50	10	50
	Tl-204	4	100	2	10
				0,5	
Tântalo-73	Ta-178	1	20		20
	Ta-179	30	800	1	800
	Ta-182	0,8	20	30	10
				0,5	
Tecnécio-43	Tc-95m	2	50		50
	Tc-96m*	0,4	10	2	10
	Tc-96	0,4	10	0,4	10
	Tc-97m	40	1000	0,4	1000
	Tc-97	não limitada		40	
	Tc-98	0,7	10	não limitada	10
	Tc-99m	8	200	0,7	200
	Tc-99	40	1000	8	20
				0,9	
Telúrio-52	Te-118*	0,2	5		5
	Te-121m	5	100	0,2	100
	Te-121	2	50	5	50
	Te-123m	7	100	2	100
	Te-125m	30	800	7	200
	Te-127m*	20	500	9	10
	Te-127	20	500	0,5	10
	Te-129m*	0,6	10	0,5	10
	Te-129	0,6	10	0,5	10
	Te-131m	0,7	10	0,5	10
	Te-132*	0,4	10	0,5	10
				0,4	
Térbio-65	Tb-157	40	1000	10	200
	Tb-158	1	20	0,7	10
	Tb-160	0,9	20	0,5	10

ELEMENTO E NÚMERO ATÔMICO	RADIONUCLÍDEO	A ₁ (TBq)	A ₁ (Ci) Approx ^(a)	A ₂ (TBq)	A ₂ (Ci) Approx ^(a)
Titânio-22	Ti-44*	0,5	10	0,2	5
Tório-90	Th-227	9	200	1 x 10 ⁻²	2 x 10 ⁻¹
	Th-228*	0,3	8	4 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁻²
	Th-229	0,3	8	3 x 10 ⁻⁵	8 x 10 ⁻⁴
	Th-230	2	50	2 x 10 ⁻⁴	5 x 10 ⁻³
	Th-231	40	1000	0,9	20
	Th-232	não limitada		não limitada	
	Th-234* Th(natural)	0,2 não limitada	5	0,2 não limitada	5
Tritio-1	T (todas as formas)	40	1000	40 e não mais que 1 TBq/l	1000 e não mais que 20Ci/l
Túlio-69	Tm-167	7	100	7	100
	Tm-168	0,8	20	0,8	20
	Tm-170	4	100	0,5	10
	Tm-171	40	1000	10	200
Tungstênio-74	W-178*	1	20	1	20
	W-181	30	800	30	800
	W-185	40	1000	0,9	20
	W-187	2	50	0,5	10
	W-188*	0,2	5	0,2	5
Urânio-92	U-230	40	1000	1 x 10 ⁻²	2 x 10 ⁻¹
	U-232	3	80	3 x 10 ⁻⁴	8 x 10 ⁻³
	U-233	10	200	1 x 10 ⁻³	2 x 10 ⁻²
	U-234	10	200	1 x 10 ⁻³	2 x 10 ⁻²
	U-235	não limitada		não limitada	
	U-236	10	200	1 x 10 ⁻³	2 x 10 ⁻²
	U-238	não limitada		não limitada	
	U(natural)	não limitada		não limitada	
	U(enriquecido) ≤ 5%	não limitada		não limitada	
	U(enriquecido) ≥ 5%	10	200	1 x 10 ⁻³	2 x 10 ⁻²
	U(empobrecido)	não limitada		não limitada	
Vanádio-23	V-48	0,3	8	0,3	8
	V-49	40	1000	40	1000
Xenônio-54	Xe-122*	0,2	5	0,2	5
	Xe-123	0,2	5	0,2	5
	Xe-127	4	100	4	100
	Xe-131m	40	1000	40	1000
	Xe-133	20	500	20	500
	Xe-135	4	100	4	100
Zinco-30	Zn-65	2	50		
	Zn-69m*	2	50	2	50
	Zn-69	4	100	0,5 0,5	10 10
Zircônio-40	Zr-88	3	80		
	Zr-93	40	1000	3	80
	Zr-95	1	20	0,2 0,9	5 20

ELEMENTO E NÚMERO ATÔMICO	RADIONUCLÍDEO	A ₁ (TBq)	A ₁ (Ci) Approx ^(a)	A ₂ (TBq)	A ₂ (Ci) Approx ^(a)
	Zr-97	0,3	8	0,3	8

(a) Os valores em curie são obtidos por arredondamento para menos dos valores em TBq após a conversão para Ci.

Isto garante que os valores de A₁ ou A₂ em Ci são sempre menores que os respectivos valores em TBq.

* Valores de A₁ e / ou A₂ limitados pelos nuclídeos filhos resultantes do decaimento.

TABELA II
VALORES GERAIS PARA A_1 e A_2

CONTEÚDO	A_1		A_2	
	TBq	(Ci) *	TBq	(Ci) *
Apenas nuclídeos emissores beta ou gama	0,2	(5)	0,02	(0,5)
Nuclídeos emissores alfa presentes	0,1	(2)	2×10^{-5}	(5×10^{-4})
Sem dados relevantes disponíveis	0,1	(2)	2×10^{-5}	(5×10^{-4})

*Os valores em curie entre parênteses são valores aproximados e não são superiores aos valores em TBq.

TABELA III

LIMITES DE CONTAMINAÇÃO NÃO FIXADA NAS SUPERFÍCIES

TIPO DE EMBALADO, PACOTE DE EMBALADOS, CONTÊINER OU MEIO DE TRANSPORTE	NÍVEL MÁXIMO PERMISSÍVEL (*) DEVIDO A EMISSORES BETA E GAMMA E A EMISSORES ALFA DE BAIXA TOXICIDADE (**)		NÍVEL MÁXIMO PERMISSÍVEL (*) DEVIDO A TODOS OS OUTROS EMISSORES ALFA	
	Bq/cm ²	(μCi/cm ²)	Bq/cm ²	(μCi/cm ²)
Superfície externa de:				
EMBALADOS EXCEPTIVOS	0,4	(10 ⁻⁵)	0,04	(10 ⁻⁶)
EMBALADOS NÃO EXCEPTIVOS	4	(10 ⁻⁴)	0,4	(10 ⁻⁵)
Superfícies internas e externas de CONTEINERES, PACOTES e MEIOS DE TRANSPORTE transportando ou sendo preparados para transportar:				
EMBALADOS EXCEPTIVOS e/ou EXPEDIÇÕES NÃO RADIOATIVAS	0,4	(10 ⁻⁵)	0,04	(10 ⁻⁶)
EMBALADOS NÃO EXCEPTIVOS ou EMBALADOS NÃO EXCEPTIVOS e EXPEDIÇÕES NÃO RADIOATIVAS	4	(10 ⁻⁴)	0,4	(10 ⁻⁵)

NOTA :

- (*) Esses níveis representam a média de medidas efetuadas numa área de 300 cm² de qualquer parte da superfície.
- (**) Emissores alfa de baixa toxicidade:
 urânio natural; urânio empobrecido; tório natural, urânio-235 ou 238; tório-232; tório-228 e tório-230 quando contidos em minérios ou concentrados físicos ou químicos; radionuclídeos com meia-vida inferior a 10 dias.

TABELA IV

LIMITES DE ATIVIDADE PARA EMBALADOS EXCEPTIVOS

ESTADO FÍSICO DOS CONTEÚDOS	INSTRUMENTOS E ARTIGOS		MATERIAIS
	LIMITES PARA CADA ITEM INDIVIDUAL (a)	LIMITES PARA O EMBALADO (a)	LIMITES PARA O EMBALADO (a)
SÓLIDOS:			
Sob 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 (b)	$10^{-3}A_2$	$10^{-1}A_2$	$10^{-4}A_2$
GASES:			
Trício	$2 \times 10^{-2}A_2$	$2 \times 10^{-1}A_2$	$2 \times 10^{-2}A_2$
Sob Forma Especial	$10^{-3}A_1$	$10^{-2}A_1$	$10^{-3}A_1$
Outras Formas	$10^{-3}A_2$	$10^{-2}A_2$	$10^{-3}A_2$

OBSERVAÇÕES

- a) Para misturas de radionuclídeos devem ser observados os itens 5.2.2.7 a 5.2.2.11.
- b) O limite de concentração para Trício na forma líquida, especificado na Tabela I, não é aplicável.

TABELA V

**REQUISITOS PARA A INTEGRIDADE DE EMBALADOS
INDUSTRIAIS (EI) CONTENDO MATERIAL BAE E/OU OCS**

CONTEÚDO	TIPO DE EMBALADO INDUSTRIAL	
	SOB USO EXCLUSIVO	NÃO SOB USO EXCLUSIVO
BAE-I (*) Sólido Líquido e Gasoso	EI-1 EI-1	EI-1 EI-2
BAE-II Sólido Líquido e Gasoso	EI-2 EI-2	EI-2 EI-3
BAE-III	EI-2	EI-3
OCS-I (*)	EI-1	EI-1
OCS-II	EI-2	EI-2

(*) Sob as condições especificadas no item 7.3.3.2, material BAE-I e OCS-I podem ser transportados a granel.

TABELA VI

**LIMITES DE ATIVIDADE EM MEIOS DE TRANSPORTE
PARA MATERIAL BAE E OCS**

NATUREZA DO MATERIAL	LIMITES DE ATIVIDADE PARA MEIOS DE TRANSPORTE EXCETO EMBARCAÇÃO LACUSTRE OU FLUVIAL (*)	LIMITES DE ATIVIDADE PARA PORÃO OU COMPARTIMENTO DE EMBARCAÇÃO LACUSTRE OU FLUVIAL (*)
BAE-I	Sem limite	Sem limite
BAE-II e BAE-III: sólidos não- combustíveis	Sem limite	100 A ₂
BAE-II e BAE-III: sólidos combustíveis e todos líquidos e gases	100 A ₂	10 A ₂
OCS	100 A ₂	10 A ₂

(*) O limite de concentração para o Trício sob forma líquida, especificado na Tabela I, não é aplicável.

TABELA VII

FATOR DE MULTIPLICAÇÃO PARA CARGAS COM GRANDES DIMENSÕES

DIMENSÃO DA CARGA (A)*	FATOR DE MULTIPLICAÇÃO
$A \leq 1 \text{ m}^2$	1
$1 \text{ m}^2 < A \leq 5 \text{ m}^2$	2
$5 \text{ m}^2 < A \leq 20 \text{ m}^2$	3
$A > 20 \text{ m}^2$	10

* Maior seção transversal da carga.

TABELA VIII**DETERMINAÇÃO DE ÍNDICES DE TRANSPORTE**

ITEM	CONTEÚDO	ÍNDICES DE TRANSPORTE (IT)
EMBALADOS	Material não fissil	O IT para radiação
	Material fissil	O maior entre o IT para radiação e o IT para criticalidade
PACOTES NÃO RÍGIDOS	Embalados	A soma dos IT de todos os embalados contidos.
PACOTES RÍGIDOS	Embalados	A soma dos IT de todos os embalados contidos, ou, para o expedidor original, o IT para radiação ou a soma dos IT de todos os embalados
CONTÊINERES	Embalados ou pacotes de embalados	A soma dos IT de todos os embalados e pacotes de embalados contidos
	Material BAE ou OCS	A soma dos IT ou o maior entre o IT para radiação e o IT para criticalidade
CONTÊINERES SOB USO EXCLUSIVO	Embalados ou pacotes de embalados	A soma dos IT ou o maior entre o IT para radiação e o IT para criticalidade
TANQUES	Material não fissil	O IT para radiação
	Material fissil	O maior entre o IT para radiação e o IT para criticalidade
A GRANEL	Material BAE-I e OCS-I	O IT para radiação

TABELA IX
CATEGORIAS DE EMBALADOS

CONDIÇÕES		CATEGORIA
ÍNDICE DE TRANSPORTE (IT)	NÍVEL DE RADIAÇÃO MÁXIMO EM QUALQUER PONTO DA SUPERFÍCIE EXTERNA (NRM) (mSv/h) (*)	
$IT = 0$	$NRM \leq 0,005$	I - BRANCA
$0 < IT \leq 1$	$0,005 < NRM \leq 0,5$	II - AMARELA
$1 < IT \leq 10$	$0,5 < NRM \leq 2$	III - AMARELA
$IT > 10$	$2 < NRM \leq 10$	III - AMARELA E SOB USO EXCLUSIVO

(*) $1 \text{ mSv/h} = 100 \text{ mrem/h}$

TABELA X

CATEGORIAS DE PACOTES DE EMBALADOS, INCLUINDO CONTÊINERES
QUANDO USADOS COMO PACOTES DE EMBALADOS

ÍNDICE DE TRANSPORTE (IT)	CATEGORIA
$IT = 0$	I - BRANCA
$0 < IT \leq 1$	II - AMARELA
$1 < IT \leq 10$	III - AMARELA
$IT = 10$	III - AMARELA E SOB USO EXCLUSIVO

TABELA XI**LIMITES PARA CONTÊINERES E MEIOS DE TRANSPORTE**

TIPO DE CONTÊINER OU MEIO DE TRANSPORTE	LIMITE DA SOMA TOTAL DE ÍNDICES DE TRANSPORTE NUM ÚNICO CONTÊINER OU NUM MEIO DE TRANSPORTE			
	NÃO SOB USO EXCLUSIVO		SOB USO EXCLUSIVO	
	MATERIAL NÃO FÍSSIL	MATERIAL FÍSSIL	MATERIAL NÃO FÍSSIL	MATERIAL FÍSSIL (a)
CONTÊINER PEQUENO	50	50	-	-
CONTÊINER GRANDE	50	50	sem limite	100 (b)
VEÍCULO	50	50	sem limite	100 (b)
AERONAVE DE PASSAGEIRO	50	50	-	-
AERONAVE DE CARGA	200	50	sem limite	100 (b)
EMBARCAÇÃO LACUSTRE OU FLUVIAL	50	50	sem limite	100 (b)
EMBARCAÇÃO MARÍTIMA (c)				
1. Porão, compartimento ou praça definida do convés:				
- Embalados, pacotes ou pequenos contêineres	50	50	sem limite	100 (b)
- grandes contêineres	200 (d)	50	sem limite	100 (b)
2. Embarcação no todo:				
- Embalados, pacotes ou pequenos contêineres	200 (d)	200 (d)	sem limite (e)	200 (e)
- grandes contêineres	sem limite (d)	sem limite (d)	sem limite	sem limite (d)
3. Embarcação de uso especial (f)	-	-	sem limite	como aprovado (f)

(a) Desde que o transporte seja feito diretamente do *expedidor* para o *destinatário* sem qualquer armazenamento em trânsito.

(b) Nos casos em que o IT total seja superior a 50, a expedição deve ser manuseada e acondicionada de forma a ficar separada pela distância mínima de 6 metros de qualquer outro *embalado*, *pacote*, *tanque* ou *contêiner* contendo material radioativo. O espaço interposto pode ser ocupado por outra carga, de acordo com 7.1.5.4.

- (c) Para *embarcação* marítima, devem ser satisfeitos ambos os requisitos 1 e 2 desta tabela.
- (d) Desde que os *embalados*, *contêineres*, *tanques* ou *pacotes* sejam acondicionados de forma que a soma total dos IT em qualquer grupo individual não exceda a 50, e que cada grupo seja manuseado e acondicionado de forma que os grupos estejam separados entre si pela distância mínima de 6 metros.
- (e) *Embalados* ou *pacotes* transportados em ou sobre um *veículo* e que estejam em conformidade com o subitem 7.3.13.3 podem ser transportados por *embarcação*, desde que não sejam removidos do *veículo*, enquanto o *veículo* estiver a bordo da *embarcação*.
- (f) Para *embarcações* de uso especial, tais como aquelas destinadas ao transporte de combustível irradiado, a soma total dos IT será sujeita a *aprovação multilateral* com base em condições específicas de acordo com o subitem 7.3.15.2.

TABELA XII

DADOS DE INSOLAÇÃO

FORMA E LOCALIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE	INSOLAÇÃO PARA 12 HORAS POR DIA (W/M ²)
Superfícies planas transportadas horizontalmente - Base - Outras Superfícies	nenhuma 800
Superfícies planas não transportadas horizontalmente - Cada Superfície	200 (*)
Superfícies curvas	400 (*)

(*) Alternativamente, pode ser usada uma função seno, adotando-se um coeficiente de absorção e desprezando-se os efeitos de possíveis reflexões de objetos vizinhos.

TABELA XIII

**LIMITAÇÕES EM SOLUÇÕES HIDROGENADAS HOMOGÊNEAS
OU EM MISTURAS DE MATERIAIS FÍSSEIS**

PARÂMETROS	APENAS U-235	QUALQUER OUTRO MATERIAL FÍSSIL (inclusive misturas)
H/X* mínimo	5200	5200
Concentração máxima de nuclídeos físseis (g/l)	5	5
Massa máxima de nuclídeos físseis em um embalado ou meio de transporte (g)	800**	500

* H/X é a relação entre o nº de átomos de hidrogênio e o nº de átomos do material físsil.

** Com um conteúdo total de Pu e U-233, no máximo, igual a 1% da massa de U-235.

TABELA XIV

DISTÂNCIA DE QUEDA LIVRE PARA ENSAIO DE EMBALADOS
EM CONDIÇÕES NORMAIS DE TRANSPORTE

MASSA DO EMBALADO (M) (kg)	DISTÂNCIA DE QUEDA LIVRE (m)
$M < 5000$	1,2
$5000 \leq M < 10000$	0,9
$10000 \leq M < 15000$	0,6
$M \geq 15000$	0,3

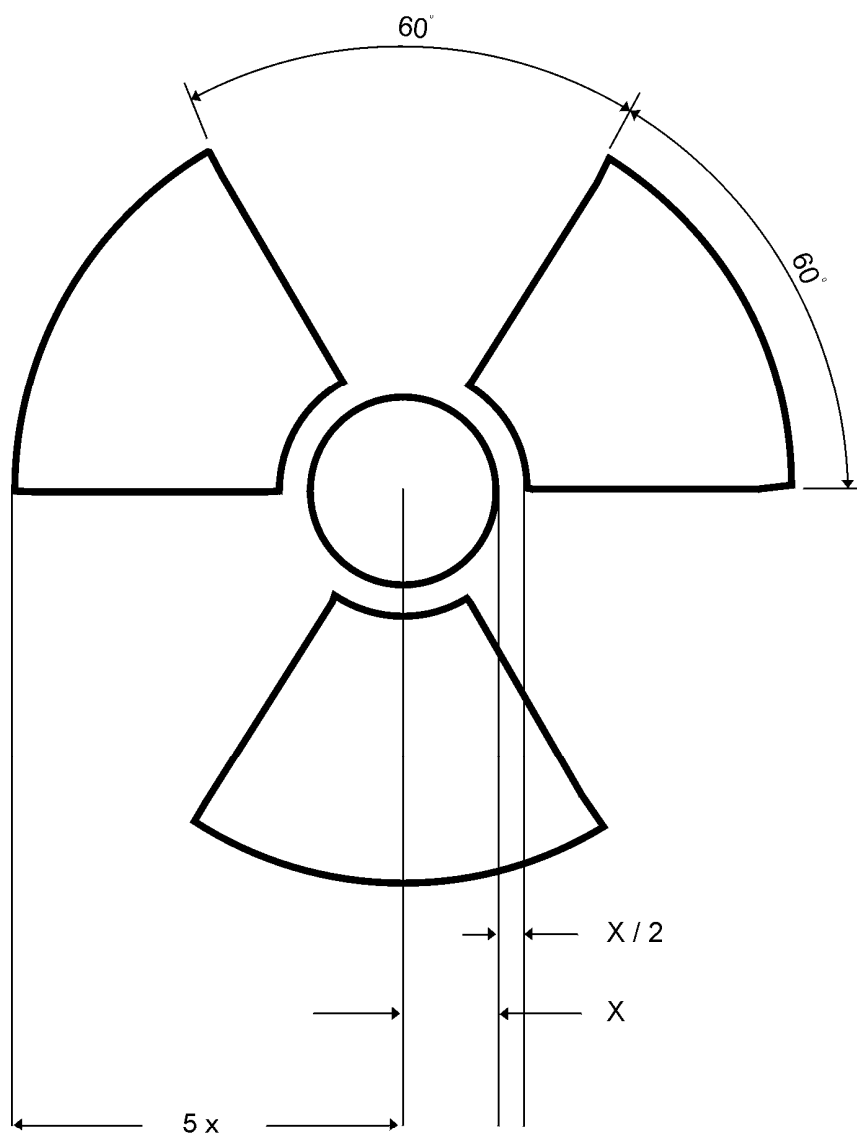


FIGURA 1

SÍMBOLO BÁSICO DO TRIFÓLIO

(O COMPRIMENTO MÍNIMO DE x DEVE SER 4mm)



FIGURA 2

RÓTULO CATEGORIA I - BRANCA

CORES

FUNDO: BRANCO

TRIFÓLIO E LETRAS: PRETO

BARRA DA CATEGORIA: VERMELHO



FIGURA 3

RÓTULO CATEGORIA II - AMARELA

CORES

PARTE SUPERIOR DO FUNDO:	AMARELO
PARTE INFERIOR DO FUNDO:	BRANCO
TRIFÓLIO E LETRAS:	PRETO
BARRA DA CATEGORIA:	VERMELHO



FIGURA 4

RÓTULO CATEGORIA III - AMARELA

CORES

PARTE SUPERIOR DO FUNDO:	AMARELO
PARTE INFERIOR DO FUNDO:	BRANCO
TRIFÓLIO E LETRAS:	PRETO
BARRA DA CATEGORIA:	VERMELHO



FIGURA 5

**PLACA DE AVISO PARA TANQUES E CONTEINERES
A PALAVRA “RADIOATIVO” PODE SER
SUBSTITUÍDA PELO CORRESPONDENTE N° DA ONU.**

CORES

PARTE SUPERIOR DO FUNDO:	AMARELO
PARTE INFERIOR DO FUNDO:	BRANCO
TRIFÓLIO E LETRAS:	PRETO

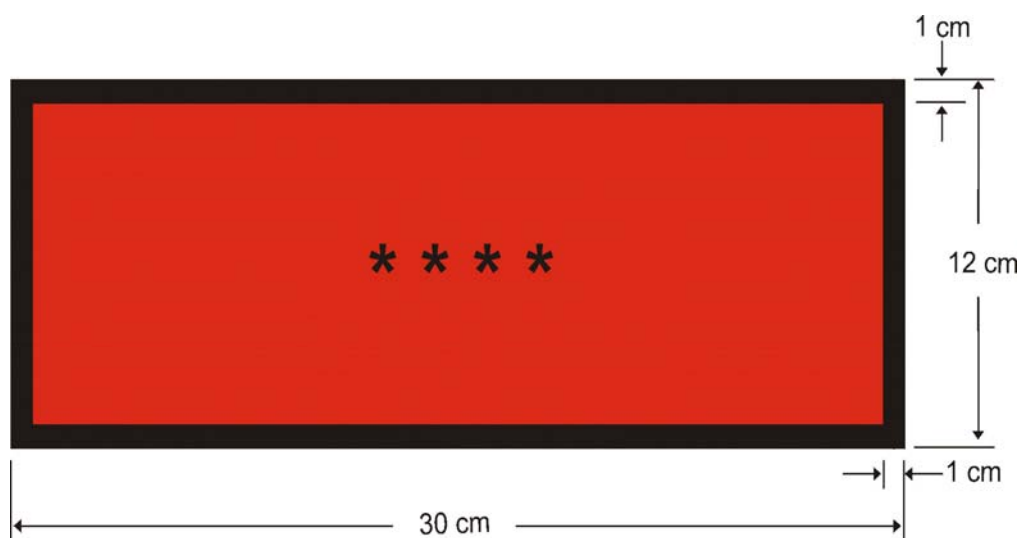


FIGURA 6

PLACA PARA N° UN.

CORES

FUNDO: VERMELHO

BORDA E N°: PRETO

**** - ESPAÇO PARA COLOCAÇÃO DO N° ONU

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR
DIRETORIA EXECUTIVA I
DEPARTAMENTO DE NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

Comissão de Estudo 5.01:

Presidente:	Marcos Grimberg	DNE/CNEN
Membros:	Alair Ramos Correa	SUNAMAN
	Arnaldo Mezrahi	DIN/CNEN
	Carlos Augusto de Frias Feres	DNER
	Celso de Oliveira Paradela	RFFSA
	Clotildes do Amaral Linhares Gomes Leite	P/CNEN
	Edna Elias Xavier	FURNAS
	Gilson Fernandes Cruz	RFFSA
	H. Rhenold Franzen	DEX-III/CNEN
	Ivan Moura Antunes	NUCLEBRÁS
	Lúcio Flávio Raimundo	DAC/MIN. AERONÁUTICA
	Manoel Farias Petersen	PORTOBRÁS
	Maria de Fátima Ferreira Coutinho	DNE/CNEN
	Maria Luiza Barbosa Magalhães Gomes	MIN. DOS TRANSPORTES
	Múcio de Azevedo Nóbrega	FURNAS
	Nildo Ferreira Neves	EBCT
	Ricardo Lisboa da Cunha	FEEMA
	Ricardo Manoel Tenório Katter	SUNAMAN
	Ronaldo Monteiro Pessoa	FURNAS
	Tom Michael Johannes Knöffel	DNE/CNEN
Secretária:	Leila Pelegriini Loureiro	DNE/CNEN