

TRANSPORTE DE NITRATO DE TÓRIO PARA FIRMAS EXTERNAS AO IPEN-CNEN/SP

Cláudio C. Almeida; Massao Kamonseki; Eduardo C. Monteiro; Teresinha M. Silva; Francisco M. F. Vasques;
Demerval L Rodrigues.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP
Av. Prof. Lineu Prestes, 2.242
CP 11049, CEP 05508-000 – Cidade Universitária, São Paulo, Capital - Brasil
calmeida@net.ipen.br

RESUMO

O propósito deste trabalho é mostrar as medidas que foram adotadas, durante o transporte de embalados contendo $\text{Th}(\text{NO}_3)_4 + 4\text{H}_2\text{O}$, produzido na Usina Piloto do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares e removido do local para firma externa no período de 2001. A finalidade destas medidas foi garantir o cumprimento dos princípios básicos de radioproteção. Foram seguidas as recomendações descritas pela norma de “Transporte de Materiais Radioativos” CNEN-NE 5.01, a fim de garantir um nível adequado de controle da eventual exposição de pessoas, bens e meio ambiente com relação a cada transporte liberado. As medidas de radioproteção descrevem os procedimentos de trabalho realizados nos embalados para irradiação externa, contaminação de superfície e determinação do índice de transporte para posterior liberação do veículo dentro das especificações exigidas.

Keywords: radiological protection, working procedures, radioactive materials transportation, fertile products.

I. INTRODUÇÃO

O produto químico radioativo que é transportado para firmas externas é o nitrato de tório, cuja fórmula química é $\text{Th}(\text{NO}_3)_4 + 4\text{H}_2\text{O}$, desde 1985 o IPEN/CNEN/SP produz este material. A matéria-prima para produção do nitrato de tório é o sulfato de tório que era produzido pela Usina Nuclemon, em Santo Amaro, SP, estocado na Indústria Nucleares do Brasil, INB, em Poços de Caldas, e processado na usina piloto do IPEN/CNEN/SP. Para obter-se o nitrato de tório, material utilizado na fabricação de camisinhas de lampião, a matéria prima é processada cumprindo-se procedimentos de pesagem do material radioativo ^{232}Th , tomando-se o cuidado de não haver dispersão do pó na instalação da usina piloto, a fim de não ocorrer contaminação interna dos trabalhadores e do meio ambiente.

O material radioativo a ser transportado está contido no interior de uma embalagem, formando o embalado, isto é, o volume apresentado para transporte. O tipo de embalado a ser utilizado é determinado após o cálculo da atividade total do conteúdo radioativo. Os embalados são: exceptivos, industrial, Tipo A e Tipo B. Os embalados exceptivos, industrial e Tipo A possuem limite de atividades, enquanto os embalados Tipo B não possuem limite de atividade preestabelecidos.

No transporte de nitrato de tório para firmas externas o embalado utilizado é o industrial I Tipo EI-1, já que trata

se de material de baixa atividade específica BAE-I. Nas normas de transporte são especificadas três categorias de rótulos para os embalados. Estas categorias apresentam intervalos de taxas de doses equivalentes, que representam o nível de radiação máximo em qualquer ponto da superfície externa do embalado expresso em $\mu\text{Sv/h}$, e também a uma distância de 1 m. Para cada faixa de nível de radiação máximo tem-se um índice de transporte (IT) correspondente. O índice de transporte representa o nível de radiação máximo a 1 metro da superfície do embalado expresso em $\mu\text{Sv/h}$ multiplicado por 100 sem a unidade, isto é, um número puro. As categorias são I-Branca, II-Amarela, III-Amarela e sob uso exclusivo. Os embalados de nitrato de tório são geralmente classificados como categoria III-Amarela. Após a seleção dessa categoria cada embalado, é rotulado. O rótulo especifica o conteúdo do embalado, o valor da atividade expressa em becquerel (Bq). O número 7 aparece no rótulo para representar a classe do material radioativo.

O IT possui valores correspondentes a cada categoria. O IT para categoria I-Branca é zero, para categoria II-Amarela é maior que zero e menor ou igual a 1, enquanto que para categoria III-Amarela é maior que 1 e menor ou igual a 10, porém a categoria III-Amarela sob uso exclusivo o índice de transporte é maior que 10. Deve-se salientar que o IT de qualquer embalado ou pacote

de embalados individuais não deve ser superior a 10 e o nível máximo de taxa de dose na superfície do embalado ou pacote não deve ser superior a 2 mSv/h. Acima destes valores o material radioativo deverá ser expedido sob uso exclusivo, onde os limites de taxa de dose em qualquer ponto da superfície externa de qualquer embalado ou pacote não deverá ser maior do que 10 mSv/h.

Para o transporte rodoviário o embalado não poderá exceder a taxa de dose de 10 mSv/h na superfície externa deste e 2 mSv/h em qualquer ponto a 2 m do veículo.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais empregados para as monitorações dos embalados contendo solução de nitrato de tório são equipamentos de radioproteção calibrados e certificados [3] pertencentes ao Serviço de Radioproteção do IPEN-CNEN/SP, e papéis de falso-tecido apropriados para teste de esfregaços. As taxas de exposição dos diversos embalados que compõem o lote de produção foram obtidas com detector Geiger-Müller modelo PI-760. Essas taxas de exposição foram convertidas em taxas de dose expressas em $\mu\text{Sv/h}$. Formulários tais como: Declaração do Expedidor de Materiais Radioativos, Ficha de Monitoração da Carga e do Veículo, e Declaração do Motorista, referente as condições do veículo, devem ser preenchidos pelo órgão expedidor IPEN/CNEN/SP. Deve-se ainda afixar sobre o embalado o rótulo de risco categoria III-Amarelo [4], onde são especificados o conteúdo a ser transportado, com atividade expressa em Bq, correspondente a massa de 60 quilos por embalado de material, e o índice de transporte referente a cada embalado em questão.

Cada embalado é monitorado quanto à contaminação superficial, através da realização de um esfregaço. O esfregaço é contado em um monitor modelo Scaler 2000 da marca Ludlum, para determinação da contaminação. Caso haja contaminação superficial, inicia-se um procedimento para descontaminação nos embalados, a fim de garantir níveis de contaminação dentro dos limites estabelecidos na norma [2]. Estando os embalados isentos de contaminação, estas são rotuladas de acordo com a norma de transporte [4].

A cada expedição do material, o motorista do veículo deve portar um envelope de transporte contendo os seguintes itens: ficha de emergência, onde são especificados os primeiros procedimentos a serem realizados em situações de incidentes ou acidentes com o material radioativo; declaração do expedidor de materiais radioativos; nota fiscal; ficha de monitoração da carga e do veículo; e o roteiro a ser seguido, desde sua saída do IPEN-CNEN/SP até seu destino final.

Obedecendo as novas determinações das normas de transporte, os embalados recebem uma identificação do fabricante.

O veículo de transporte deve apresentar os seguintes equipamentos: detector portátil de nível de

radiação, 08 cones, 30 m de corda e seis cartazes de risco de radiação.

Os embalados devem estar afixados no veículo de transporte.

III. RESULTADOS

Nas tabelas abaixo apresentam-se os valores das monitorações realizadas nos embalados, no veículo e na cabine do motorista.

TABELA 1. Valores médios das monitorações indiretas (esfregaços) para determinação da contaminação dos embalados contendo nitrato de tório, expedidos durante o ano de 2001.

Pontos	Descrição	Atividade (Bq / cm ²)
1	Tampa	0,03
2	Lateral direita	0,02
3	Lateral esquerda	0,02
4	Frente	0,02
5	Fundos	0,03

TABELA 2. Taxas de dose e índices de transporte dos embalados.

Superfície ($\mu\text{Sv/h}$)	A 1 Metro ($\mu\text{Sv/h}$)	Índice de transporte
200,0	16,0	1,6
240,0	12,0	1,2
280,0	18,0	1,8
280,0	12,0	1,2
240,0	14,0	1,4
240,0	16,0	1,6
240,0	16,0	1,6
240,0	18,0	1,8
240,0	16,0	1,6
220,0	16,0	1,6
240,0	17,0	1,7
240,0	18,0	1,8

TABELA 3. Taxas de dose no veículo contendo embalados com nitrato de tório ($\mu\text{Sv/h}$) nas 12 expedições.

1	2	3	4	5	6
50,0	3,0	50,0	3,0	40,0	2,5
80,0	4,0	70,0	4,0	10,0	2,0
100,0	10,0	90,0	5,0	50,0	5,0
80,0	8,0	80,0	8,0	10,0	4,0
80,0	8,0	100,0	10,0	40,0	5,0
120,0	10,0	120,0	10,0	80,0	8,0
70,0	12,0	70,0	12,0	12,0	2,0
120,0	6,0	80,0	8,0	12,0	7,0
120,0	8,0	40,0	5,0	15,0	2,0
100,0	5,0	100,0	5,0	5,0	2,0
80,0	6,0	90,0	6,0	8,0	1,0
90,0	6,0	70,0	5,0	20,0	4,0

Na coluna 1 apresentam-se os valores encontrados na lateral esquerda encostada ao veículo; a coluna 2 para a distância de 2 metros, a coluna 3 representa os valores encontrados para lateral direita encostada ao veículo, a coluna 4 para a distância de 2 metros, a coluna 5 representa os valores das taxas de dose encontradas na traseira do veículo e a coluna 6 à distância de 2 metros dessa traseira.

TABELA 4. Taxas de dose encontradas na cabina do motorista, durante as 12 expedições de nitrato de tório no ano 2001.

Quantidade de embalado	Cabina do motorista ($\mu\text{Sv/h}$)
08	15,0
12	40,0
12	40,0
12	40,0
08	16,0
09	18,0
12	28,0
08	18,0
06	10,0
12	40,0
12	30,0
06	10,0

IV. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram transportados 117 embalados de nitrato de tório durante o ano de 2001, correspondente a 12 expedições.

A atividade correspondente a cada lote de 6 embalados apresentou uma média de 1,241 GBq.

A tabela 1 mostra que os embalados liberados apresentam valores de contaminação de superficial dez vezes inferiores aos limites estabelecidos em norma [2].

A tabela 2 evidencia que os níveis de dose encostado na superfície, variaram de 200 a 240 $\mu\text{Sv/h}$, enquanto que os níveis de dose a 1 metro de distância variaram de 12 a 18 $\mu\text{Sv/h}$ e os índices de transportes variaram de 1,2 a 1,8.

Na tabela 3, os maiores valores de dose encontrados para o veículo de transporte, correspondem a 120 $\mu\text{Sv/h}$ na lateral esquerda e 8 $\mu\text{Sv/h}$ a 2 metros de distância; na lateral direita 120 $\mu\text{Sv/h}$ e 10 $\mu\text{Sv/h}$ a 2 metros e 80 $\mu\text{Sv/h}$ na traseira do veículo correspondendo a 8 $\mu\text{Sv/h}$ a 2 metros de distância.

Na tabela 4 estão representadas as taxas de dose na cabina do motorista, sendo 40 $\mu\text{Sv/h}$ a maior taxa de dose encontrada.

V. CONCLUSÃO

Durante a execução deste trabalho avaliou-se que o transporte do material radioativo é realizado dentro dos padrões exigidos pela norma de transporte vigente no país.

De acordo com a experiência acumulada ao longo dos anos, e com base nas análises dos resultados, solicita-se que a fixação dos embalados contendo nitrato de tório seja realizada na parte traseira do veículo, com o intuito de diminuir a dose recebida pelo motorista e seu ajudante. Como otimização de radioproteção solicitou-se que fosse colocada uma blindagem de 0,3mm de chumbo entre o motorista e o compartimento de carga.

REFERÊNCIAS

- [1] International Commission on Radiological Protection; General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers; ICRP-35; 1982.
- [2] Comissão Nacional de Energia Nuclear; Diretrizes Básicas de Radioproteção; CNEN-NE 3.01 ;1988.
- [3] Comissão Nacional de Energia Nuclear; Serviços de Radioproteção; CNEN-NE 3.02; 1988.
- [4] Comissão Nacional de Energia Nuclear; Transporte de Materiais Radioativos; CNEN-NE 5.01;1988.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Eng. Matias Pulga Sanches pelas úteis discussões e ao Dr. Gian Maria A. A. Sordi por sua colaboração na redação deste trabalho.

ABSTRACT

The aim of this article is to show the adopted measures during the transportation of packs containing $\text{Th}(\text{NO}_3)_4 + 4\text{H}_2\text{O}$, made by the Experimental Plant of the Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), that was moved away from the IPEN to a external company, during the year of 2001. The purpose is certify that the radioprotection basic standards were followed. The recommendations described in the standard "Transporte de Materiais Radioativos" - CNEN-NE 5.01 - was observed, in order to certify safe levels of eventual exposition of radiation in people, goods and environment, relative to each allowed transportation. The radioprotection standards describes the work procedures in the packs to be lately irradiated by others companies, surface contamination and evaluation the transportation indexes to final liberation of the vehicle, according to the proper standards.