

PROGRAMA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA OCUPACIONAL E ESTIMATIVA DE DOSE PARA PERÍCIA DO TRABALHO: EXPORTAÇÃO DE TORTA II - FASE SOBREEMBALAGEM DE TAMBORES E ESTUFA DE CONTAINER

Gabriela Fleith Otuki (Alitec) gabriela@alitec.com.br
Gustavo Ferreira Morais (Indústrias Nucleares do Brasil) gustavomorais@inb.gov.br
Mara Ariane Crepaldi de Morais (Alitec) ariane@alitec.com.br
Rafael Zafalon (Indústrias Nucleares do Brasil) rafaelzafalon@inb.gov.br

Resumo: A TORTA II consiste em material radioativo resultante do processamento químico de areias monazíticas na Usina de Santo Amaro – USAM, entre as décadas de 50 a 90, cuja quantidade está estimada em cerca de 16.624 toneladas. “Sua composição química, expressa em teores médios e considerando cálculos sobre base seca, é estimada em 40% de ThO₂, 1,8% de U₃O₈ e 8% de terras raras” (PL-UTM-08 R00 – 2013. pag 7). Em agosto de 2013 foi assinada a venda de aproximadamente 15524 toneladas deste material a uma empresa chinesa, sendo que parte deste material se encontra na Indústrias Nucleares do Brasil (INB) situada em Caldas - MG. O presente documento apresenta o Programa de Proteção Radiológica Ocupacional, estimativa de dose para perícia do trabalho e outras medidas visando a proteção da população e do meio ambiente na operação de embalagem de 19.600 tambores metálicos de 200L, contendo TORTA II, armazenados no galpão C, na UTM, em Caldas–MG, e posterior acondicionamento em contêineres visando transporte rodoviário e marítimo conforme os requisitos aplicáveis das normas.

Palavras-chave: Torta II, Perícia, Programa de Proteção Radiológica Ocupacional, Prática, Radioproteção, Segurança do trabalho.

OCCUPATIONAL RADIATION PROTECTION PROGRAM AND ESTIMATES OF DOSE FOR SKILL WORK: EXPORT OF PIE II - PHASE OVERPACK DRUMS AND GREENHOUSE OF CONTAINER

Abstract: PIE II consists of radioactive material resulting from chemical processing of monazite sand at Usina Santo Amaro - USE, between the decades 50-90, whose amount is estimated at around 16,624 tonnes. "Its chemical composition, expressed in mean levels and considering calculations on a dry basis, is estimated at 40% of ThO₂, U₃O₈ to 1.8% and 8% of rare earths" (PL-08-R00 UTM - 2013 pag 7.) . In August of 2013 was signed the sale of approximately 15524 tonnes of this material to a Chinese company, and part of this material is in the Nuclear Industries of Brazil (INB) located in Caldas - MG. This document presents the Occupational Radiation Protection Program, estimated dose for skill work and other measures to protect the population and the environment in the packaging of 19,600 metal drums of 200L operation, containing PIE II, C stored in the shed, in UTM, in Caldas, MG, and subsequent packing in containers targeting land and sea transport according to the applicable requirements of the standards.

Keywords: Pie II, Skill, Occupational Radiation Protection Program, Practical Radiation Protection, Workplace Safety.

1. INTRODUÇÃO

Toda Prática dentro do território nacional deve ser licenciada e está sujeita as normas e posições regulatórias da CNEN. A Prática envolvendo o armazenamento e transporte de Torta II para o porto para posterior exportação, segue o mesmo rito, afim de evitar a exposição e contaminação dos indivíduos ocupacionalmente expostos, dos indivíduos do público e do meio ambiente.

Há muitos anos, parte da Torta II foi transportada e armazenada na INB de Caldas-MG em tambores metálicos de 200 L e devido ao tempo armazenado, muitos destes tambores não apresentam integridade física suficiente para mais um transporte de acordo com a Norma 5.01 da CNEN, sendo necessária a sobreembalagem dos mesmos em embalagens metálicas de 285 L. Posteriormente a sobreembalagem, estes tambores de 285 L irão estufar os containers para posterior transporte ao porto. Esta operação de sobreembalagem e estufa de containers apresenta riscos aos IOEs (Indivíduo Ocupacionalmente Exposto) de exposição a radiação e o presente documento demonstra as medidas de proteção radiológica ocupacional para esta prática.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

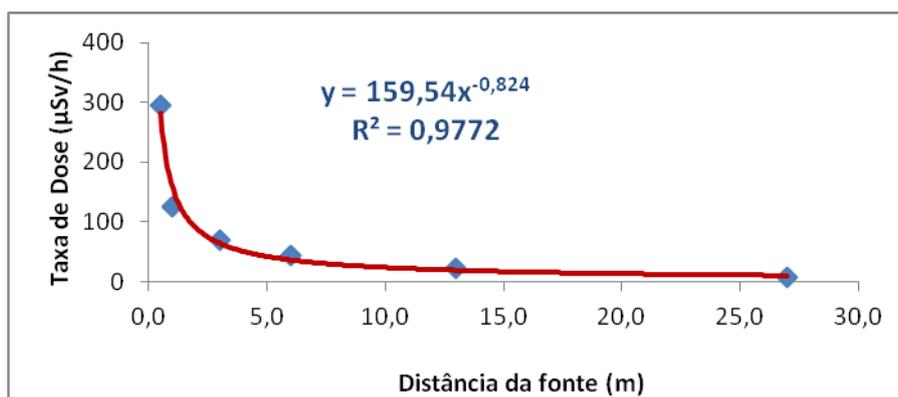
Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais e instrumentos:

- Cintilômetro Identifinder NGR – Marca Thermo;
- Areia de construção, constituída a base de sílica;
- Tubo de PVC 2 polegadas;
- Tambor metálico aço carbono de 200L.

2.1. Metodologia para determinação da Taxa de Dose dentro do galpão C-05 da UTM-Caldas:

Para estimar a Taxa de Dose dentro do galpão C-05 da UTM-Caldas, foram tomadas diversas medidas com o Cintilômetro Identifinder NGR dentro do galpão a diversas distâncias das pilhas de tambores contendo Torta II. Estas medidas foram utilizadas para a criação de uma curva relacionando a Taxa de Dose medida pela distância das pilhas, conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1: Taxas de dose médias plotadas contra a distância entre o ponto de monitoração e a fonte.



Fonte: INDUSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013.

2.2. Metodologia para determinação do Fator de Redução da areia:

Para determinação da camada deci-redutora foi construído um aparato, onde se posicionou um tubo de PVC de 2 polegadas de diâmetro no centro do tambor de aço carbono de 200 litros contendo Torta II e de Taxa de Dose conhecida, sendo o restante do tambor preenchido com areia. Nova medida com o Cintilômetro Identifinder NGR foi registrada na superfície externa do tambor metálico de onde se obteve o Fator de Redução pela areia, através da seguinte Fórmula (1) :

$$FR = X_1/X_2 \quad (1)$$

Onde:

- FR é o Fator de Redução.
- X_1 é a taxa de dose sem blindagem.
- X_2 é a taxa de dose com blindagem.

Aplicando-se o Fator de Redução na Fórmula (2) a seguir:

$$FR = e^{-\mu x} \quad (2)$$

Onde:

- FR é o Fator de Redução
- μ é o coeficiente de atenuação
- x é a espessura da blindagem medidos em cm.

Sendo assim, uma vez calculado o coeficiente de atenuação, basta extrapolar o resultado para a espessura de 1 m, através da Fórmula (2) $FR = e^{-\mu x}$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As operações de sobreembalagem dos tambores de 200L contendo TORTA II com tambores novos de 285L, e acondicionamento dos embalados em contêineres ocorrerão na área controlada AA-171 da INB - Caldas, concentrando-se principalmente no galpão C-05 e no pátio adjacente. A operação ocorrerá em sete etapas sequenciais, a seguir:

- ETAPA 1 – Desmontagem das pilhas de tambores de 200L;
- ETAPA 2 – Amostragem do material para análises químicas;
- ETAPA 3 – Sobreembalagem dos tambores de 200L com tambores de 285L;
- ETAPA 4 – Pesagem;
- ETAPA 5 – Monitoração radiológica dos tambores de 285L;
- ETAPA 6 – Acondicionamento de tambores de 285L em contêineres;
- ETAPA 7 – Carregamento de caminhões. (INDUSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013, p 16.)

3.1. Descrição Física do Local de Armazenamento:

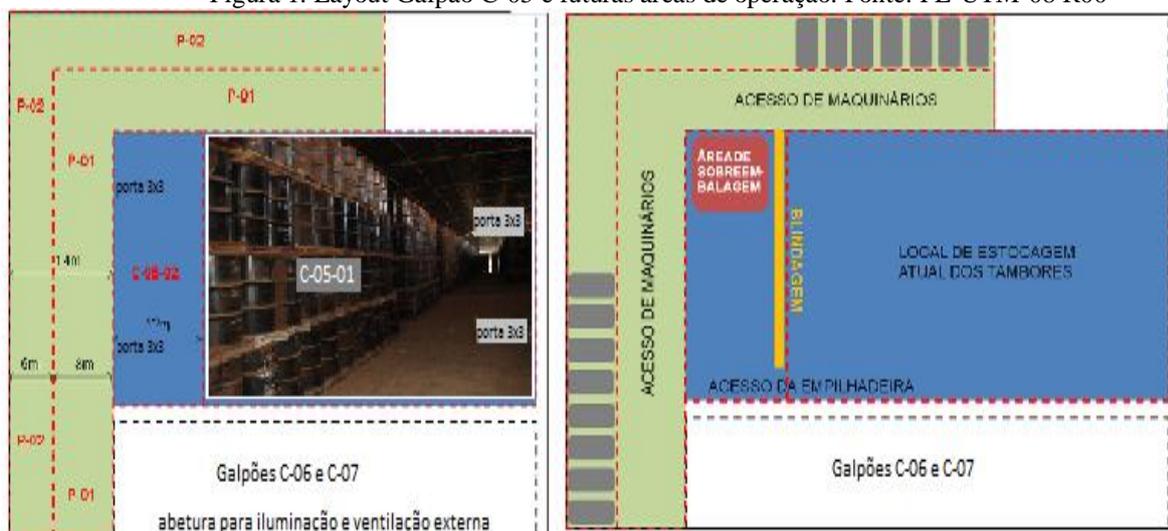
Os referidos galpão e pátio foram subdivididos em quatro setores visando reduzir os riscos de disseminação de contaminação radioativa pela movimentação de Indivíduos Ocupacionalmente Expostos - IOEs e máquinas, bem como para controlar a distância dos IOEs em relação às fontes de radiação. (INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013, p 10.)

Na *Figura 1*, são apresentadas as demarcações propostas, na forma de quatro setores intitulados e descritos como segue:

- C-05-01 – área parcial e interna do galpão C-05, onde atualmente estão armazenados os 19.600 tambores metálicos contendo TORTAII que precisam ser sobreembalados;

- C-05-02 - área parcial e interna do galpão C-05, onde ocorrerá a sobreembalagem dos tambores de 200L com tambores de 285L, bem como as atividades correlatas de amostragem da TORTAII para análises químicas, pesagem e quantificação do material, monitorações radiológicas e eventuais descontaminações visando atendimento aos requisitos da NORMA CNEN-NE-5.01:1988;
- P-01 – área parcial do pátio adjacente ao galpão C-05, destinada ao trânsito de empilhadeira, guinchos e caminhões;
- P-02 – área parcial do pátio adjacente ao galpão C-05, onde ficarão dispostos os contêineres durante a operação de estufagem. (PL-UTM-08 R00 – 2013. Pag 11.)
- Os setores C-05-01 e C-05-02 serão separados por uma blindagem de areia visando a redução dos níveis de radiação na área interna do galpão onde ocorrerá a sobreembalagem. Essa blindagem terá 4 m de altura, a mesma da pilha de tambores metálicos. Seu comprimento será a largura do galpão, com uma abertura (descontinuidade) de 5 m para acesso de empilhadeira entre os dois setores, a qual ficará o mais distante possível do local onde haverá a manipulação dos tambores, conforme ilustra a *Figura 1*. A espessura será de aproximadamente 1 m, a qual é necessária para a sustentação da parede que será construída com sacos de areia dispostos de modo que promova uma amarração entre elas. Essa espessura representa aproximadamente 3,3 camadas deci-redutoras de 30 cm, conforme cálculos realizados na INB – Caldas, o que implica em uma redução no nível de radiação estimada (cálculos) em mais 2000 vezes. (INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013, p 12.)

Figura 1. Layout Galpão C-05 e futuras áreas de operação. Fonte: PL-UTM-08 R00



Fonte: INDUSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013.

3.1.2. Descrição Radiológica do Local:

A disposição das fontes radioativas na área controlada AA – 171 é complexa, pois há material radioativo em várias localidades próximas: quatro galpões e também em quatro silos de concreto. A operação de sobreembalagem irá movimentar as fontes contida no galpão C-05, a medida que retira tambores da pilha e os transfere aos containers situados na área externa ao galpão. Estes containers passarão a constituir fontes radioativas em novos locais da AA-171, aumentando a complexidade da distribuição dos campos de radiação ionizante, uma vez que as fontes neste caso não permanecerão fixas. Para estimar as doses foram realizados

experimentos com dosímetros no local a diferentes distâncias, chegando-se a uma função da taxa de dose pela distância da fonte do Gráfico 1, neste caso, dos tambores contendo torta II.

3.1.3. Identificação dos Riscos Radiológicos Ocupacionais da Operação:

Os riscos radiológicos ocupacionais a que os IOEs estão sujeitos são: a exposição externa a radiação; a contaminação externa por deposição de radioisótopos na superfície da pele, roupa e equipamentos e; contaminação interna ou incorporação, que pode ser pela via respiratória ou ingestão. A dispersão destes radionuclídeos pode se dar por acidente com derrame do produto contido no tambor, pela movimentação de pessoal e veículos e pela exalação e dispersão de radônio e consequente decaimento em seus radioisótopos filhos.

3.1.4. Medidas de Proteção do IOE e limites de dose:

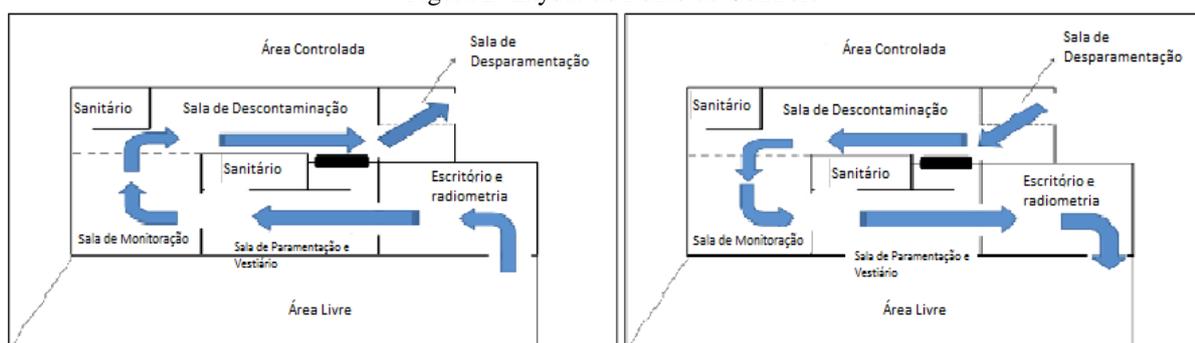
A norma CNEN 3.01 impõe o limite de dose de 100 mSv em 5 anos de dose efetiva para IOEs, com o limite máximo de 50 mSv em um único ano. Afim de restringir a dose e evitar dose coletiva, será implantado a restrição de 47 mSv/ano para IOE. Em uma instalação nuclear é necessário haver o Serviço de Radioproteção que é responsável por implantar as atividades e os serviços de proteção radiológica, treinar e monitorar os IOEs, monitorar as áreas, registrar e manter os registros de monitoração, dentre outras funções. Para esta operação, o Serviço de radioproteção conta com a estrutura física de escritório, laboratórios, ponto de controle na área controlada, equipamentos de monitoração individual e de área, veículos, incluindo uma ambulância, equipe técnica especializada, a serem descritos segundo sua relevância para este documento, dentre outros recursos.

As ações de proteção dos IOEs para esta prática são: Implantação de ponto de controle na entrada da área controlada; Implantação de blindagem (proteção coletiva); utilização de EPIs específicos para a atividade devidamente descontaminados; redução da jornada de trabalho aos IOEs sujeitos a maiores doses efetivas; monitoração de área, monitoração individual e treinamento dos IOEs.

3.1.5. Medidas de Proteção do IOE e limites de dose:

O ponto de controle visa controlar o acesso de operadores e visitantes a área controlada AA-171 conforme layout da figura 2, bem como registrar entradas e eventos, descontaminar EPIs, realizar análises, disponibilizar EPIs, dentre outras atividades conforme Tabela 1.

Figura 2. Layout do Ponto de Controle



Fonte: INDUSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013.

Tabela 1 – Atividades que serão realizadas em cada sala do ponto de controle.

Sala	Atividades administrativas e técnicas
Desparamentação	Retirada de EPIs. Retirada de monitores individuais.
Descontaminação	Banho com água e sabonete.
Monitoração	Monitoração de contaminação externa utilizando monitor com sonda <i>pancake</i> .
Paramentação e vestiário	Vestimenta de EPIs para entrada na área de operação. Instalação de monitores individuais para entrada na área de operação. Vestiário para saída da área de operação.
Escritório e Radiometria	Local para registros de dados e procedimentos administrativos relacionados à entrada e saída do setor de operação. Local de carregamento das baterias de equipamentos de monitoração individual. Laboratório de radiometria.

Fonte: INDUSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013.

3.1.6. Blindagem

A ser implantada no galpão com 1m de espessura por 4 m de altura, cuja localização é demonstrada na figura 1. A blindagem visa reduzir o campo de radiação, neste caso em mais de 2000 vezes, afim de proteger os IOEs.

3.1.7. Utilização de EPIs

Os EPIs estão disponibilizados e descontaminados no ponto de controle. Para a realização das atividades, o operador deverá portar: Macacão de brim (de cima), macacão de polietileno (de baixo), capacete, óculos, botas, luvas cirúrgica (de baixo) e nitrílica (de cima), protetor auricular, máscara “classe P3 acoplável em respirador semifacial valvulado, reutilizável, tipo cartucho, próprio para retenção de radionuclídeos e particulados altamente tóxicos” (INDUSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013, p 36.), com limites de tolerância inferiores a 0,05 mg/m³. Mangas e bainhas serão fixados a luvas e botas com fita adesiva, respectivamente, afim de evitar contaminação externa.

3.1.8. IOEs envolvidos, jornada de trabalho e Dose estimada

A descrição de função dos IOEs referente a esta operação se encontra na Tabela 2, já a quantidade de IOEs envolvidos, se encontra no Tabela 3. A estimativa de dose por exposição externa a radiação é uma função da taxa de dose, do tempo de exposição do trabalhador e a distância que o mesmo fica da fonte, neste caso os tambores contendo torta II. Assim, de acordo com a função que o colaborador irá desenvolver haverá uma estimativa de dose de exposição externa. A soma da dose por exposição externa, registrada em dosímetro TLD somada a dose efetiva comprometida (interna) medida via bioanálises mensais de excretas, irão compor a dose efetiva de corpo inteiro recebida pelo IOE a ser registrado definitivamente, conforme NORMA CNEN-NN-3.01:2011.

Como neste caso a máscara utilizada é específica para radionuclídeos e dado os demais cuidados e equipamentos de proteção a serem utilizados, a incorporação por inalação e

ingestão será desconsiderada para fins de estimativa, mas monitoradas na prática. Já a jornada de trabalho será baseada nesta estimativa de dose, tempo este que seja considerado seguro do ponto de vista radiológico e será o fator variável na definição deste Programa Radiológico Ocupacional. A dose estimada por função se encontra na Tabela 4.

Tabela 2: Funções profissionais necessárias à operação.

Profissional	Atribuição de atividades
Empilhadeira no galpão C-05 (EMP-A e EMP-B)	<ul style="list-style-type: none"> • Desmonte de pilhas de tambores com empilhadeira. • Transferência de tambores do setor C-05-01 para o setor C-05-02. • Transferência de tambores entre equipamentos no setor C-05-02.
Operador no setor C-05-02	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulação de tambores para sobreembalagem no setor C-05-02. • Pesagem no setor C-05-02.
Empilhadeira no setor P-01 (EMP-C)	<ul style="list-style-type: none"> • Transferência de tambores do setor C-05-02 para o setor P-02. • Descarregamento de tambores vazios.
Empilhadeira no setor P-02 (EMP-D)	<ul style="list-style-type: none"> • Estufagem de contêineres no setor P-02.
Operador no setor P-02	<ul style="list-style-type: none"> • Fixação de tambores no contêiner com madeira. • Introdução e remoção de lona e madeirite no contêiner para evitar contaminação do contentor. • Eventuais ajustes manuais nas posições dos tambores no contêiner.
Amostrista	<ul style="list-style-type: none"> • Abertura de tambores. • Amostragem no setor C-05-02.
Registrador	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de dados de amostragem no setor C-05-02. • Registro de dados de pesagem no setor C-05-02. • Registro e identificação dos conjuntos de tambores no setor C-05-02.
Motorista/Empilhadeira nas Áreas AA-110 e AA-170 (EMP-E)	<ul style="list-style-type: none"> • Carregamento de caminhão com tambores de 285L vazios usando empilhadeira nas áreas AA-170 e AA-110. • Condução de caminhão para transporte de tambores de 285L das áreas de estocagem, AA-170 e AA-110 para a AA-171.
Motorista/Operador de Guindaste	<ul style="list-style-type: none"> • Operação de guindaste para carregamento de caminhões com contêineres. • Manobra dos caminhões na AA-171.
Motorista de Ambulância	<ul style="list-style-type: none"> • Condução da ambulância durante a remoção de vítimas de acidentes da UTM até o hospital.
Socorrista	<ul style="list-style-type: none"> • Remoção de vítimas de acidentes até a ambulância com ajuda de operadores. • Execução de primeiros socorros.
Técnica de Enfermagem	<ul style="list-style-type: none"> • Execução de primeiros socorros em vítimas de acidentes durante a remoção da UTM até o hospital.
Auxiliar PR	<ul style="list-style-type: none"> • Descontaminação de EPIs e equipamentos de monitoração na AA-150.
Técnico PR	<ul style="list-style-type: none"> • Execução do Serviço de Proteção Radiológica (PR).
Técnico ST	<ul style="list-style-type: none"> • Execução do Serviço de Segurança do Trabalho (ST).
Supervisor PR	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisão do Serviço de Proteção Radiológica (PR).
Supervisor OP	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisão da operação (OP).
Titular	<ul style="list-style-type: none"> • Responsável legal pela instalação nuclear.

Fonte: INDUSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013.

Tabela 3: Quantitativos de profissionais por função sob o ponto de vista operacional.

Profissional	QTD
Empilhadeira no galpão C-05 (EMP-A e EMP-B)	4*
Operador no setor C-05-02	8*
Empilhadeira no setor P-01 (EMP-C)	4*
Empilhadeira no setor P-02 (EMP-D)	4*
Operador no setor C-05-02	8*
Amostrista	4*
Registrador	2**
Motorista/Empilhadeira nas Áreas AA-110 e AA-170 (EMP-E)	1
Motorista/Operador de Guindaste	1
	Subtotal 36
Motorista de Ambulância	1
Socorrista	1
Técnica de Enfermagem	1
Auxiliar PR	2
Técnico PR	4
Técnico ST	1
Supervisor PR	1
Supervisor OP	1
Titular	1
	Subtotal 13
	Total 49

Fonte: INDUSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013.

Tabela 4 – Estimativa de dose por IOE em uma jornada de trabalho, número de jornadas possíveis de serem trabalhadas por IOE em um ano e número de IOEs a serem substituídos em determinados momentos da evolução da operação.

Profissional	Dose por IOE em uma jornada (mSv)	Nº de jornadas possíveis de serem trabalhadas por IOE em um ano*	Nº de IOEs a serem substituídos em determinada % da evolução da operação**
Empilhadeira	1,516	31	4 IOEs a 51%
Operador no setor C-05-02	0,453	104	0
Empilhadeira no setor P-01 (EMP-C)	0,505	93	0
Empilhadeira no setor P-02 (EMP-D)	0,529	89	0
Operador no setor P-02	0,453	104	0
Amostrista	0,514	91	0

Profissional	Dose por IOE em uma jornada (mSv)	Nº de jornadas possíveis de serem trabalhadas por IOE em um ano*	Nº de IOEs a serem substituídos em determinada % da evolução da operação**
Registrador	0,225	209	0
Motorista/Empilhadeira nas áreas AA-110 e AA-170 (EMP-E)	0,071	Ano inteiro.	0
Motorista/Operador de Guindaste	0,306	154	0
Motorista de Ambulância	0,021	Ano inteiro.	0
Socorrista	0,045	Ano inteiro.	0
Enfemeira	0,021	Ano inteiro.	0
Auxiliar PR	0,004	Ano inteiro.	0
Técnico PR	0,565	83	0
Técnico ST	0,059	Ano inteiro.	0
Supervisor PR	0,112	Ano inteiro.	0
Supervisor OP	0,225	209	0
Titular	0,027	Ano inteiro.	0

*Estimativa considerando a restrição de dose anual de 47 mSv.

Fonte: INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013.

3.1.9. Descrição das Monitorações de Área:

As monitorações de área, descritas na Tabela 5, serão realizadas no galpão C-05 com o objetivo de avaliar e determinar as regiões dentro do galpão onde há menor risco de exposição dos IOEs à radiação ionizante, bem como para conhecer as condições a que está exposto o operador de empilhadeira.

“Os locais de monitoração serão modificados constantemente buscando uma “varredura” dos setores C-05-01 e C-05-02.” (INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013, p 33.)

Tabela 5 – Descrição das monitorações no setor C-05.

Monitoração	Descrição do equipamento	Motivação
Taxa de dose externa	Cintilômetro.	Para avaliação dos níveis de radiação.
Poeira de material radiativo	Amostrador de ar de alto fluxo com posterior análise em contador de partículas alfa total	Para avaliação da concentração de poeira radioativa.*
Gás radônio	Monitor de Radônio	Para avaliação da concentração de radônio.*

*Entende-se por concentração o acúmulo em uma dada região do galpão. Fonte: INDUSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013.

Para determinação de contaminação removível serão realizadas monitorações em todos os tambores de 285L após a sobreembalagem, através do método de esfregação com filtro, submetido posteriormente à contagem de partículas alfa total. Caso seja detectada contaminação removível na superfície dos tambores acima de 4 Bq/cm², limite máximo estabelecido pela Norma CNEN-NE-5.01, a totalidade de tambores sobreembalados naquele dia terão suas superfícies descontaminadas, sendo novamente monitorados até atingir níveis para liberação final.

3.1.10 Descrição das Monitorações Individuais:

Na *Tabela 6* são descritas as monitorações individuais a que os IOEs serão submetidos.

Tabela 6 – Descrição das monitorações individuais dos IOEs.

Monitoração	Descrição do equipamento	Motivação
Dose externa usando dosímetro TLD	Dosímetro TLD, com nível de registro mensal de 0,2 mSv	Para composição de histórico de dose.
Dose externa usando dosímetro eletrônico	Dosímetro eletrônico, com mínimo detectável de 0,1 μ Sv	Para controle diário das doses visando remanejamento de IOEs nas diferentes funções e para redundância.
Dose interna através de bioanálise em excretas	U por ICP-MS; Th por espectrometria alfa	Para composição de histórico de dose.
Dose interna usando monitor de lapela*	Amostrador individual de ar (lapela) com posterior análise do filtro em contador de partículas alfa	Para controle frequente das doses visando remanejamento de IOEs nas diferentes funções e para redundância.
Dose interna usando monitor de filhos de Radônio*	Dosímetro para filhos de Radônio	Para controle diário das doses visando remanejamento de IOEs nas diferentes funções e para redundância. Para composição de histórico de dose.
Contaminação de superfície	GM com sonda pancake	Para detectar a ocorrência de contaminação em superfície corpórea de IOEs

*Exclusivo para IOEs que trabalham no interior do galpão C-05. Fonte: INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013.

Caso ocorra acidentes com ou sem vítimas, serão realizadas bioanálises extras com o objetivo de constatar incorporação ou não. As medidas do dosímetro eletrônico, além da redundância, serão usadas para acompanhamento diário das doses dos IOEs possibilitando providências para minimização das exposições, a exemplo de repetição do treinamento e mudança de função. Visitantes serão monitorados com dosímetro eletrônico individual.

3.1.11. Treinamento.

O treinamento dos IOEs será realizado em 5 dias, totalizando 40 horas, começando 15 dias úteis antes do início da operação, abordando temas tais como:

- Palestra sobre radiação ionizante e Proteção Radiológica;
- Conscientização acerca dos riscos radiológicos envolvidos na operação em questão;
- Apresentação das responsabilidades do Supervisor de Proteção Radiológica, do Titular e dos IOEs quanto à segurança radiológica dos envolvidos na operação;
- Apresentação do caráter legal e normativo relacionado à segurança da operação;
- Apresentação do Procedimento de Proteção Radiológica e da operação propriamente dita sob a ótica dessa disciplina;
- Treinamento acerca dos procedimentos de Proteção Radiológica que deverão ser executados para entrada e saída da área controlada, incluindo as técnicas específicas de colocação e retirada dos EPIs e equipamentos de monitoração, de

descontaminação corpórea, bem como acerca do comportamento desejável para os IOEs em relação as fontes de radiação durante a operação;

- Treinamento para atuações em situações de emergência, conforme procedimentos INB (INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, PL-UTM-08 R00, 2013, p 41.)

Além das palestras também serão realizadas simulações, avaliações e retreinamentos se necessário. Os visitantes também receberão treinamento antes de poder acessar a área.

4. CONCLUSÕES

O Programa de Proteção Radiológica Ocupacional objetiva a proteção dos trabalhadores através de medidas de proteção coletivas, individuais, treinamentos e mensuração da radiação a que o IOE (Indivíduo Ocupacionalmente Exposto) está sujeito, afim de dar subsídios para sua permanência na área controlada de trabalho ou não. Apesar de não ser usual a liberação de atividades em que o IOE ultrapasse o nível de investigação, neste caso por ser uma operação específica, a restrição de dose foi estabelecida próxima ao limite de dose com o intuito de diminuir a dose coletiva, que é um dos princípios da radioproteção. Ao estabelecer o conjunto de medidas de proteção e monitoração contidas neste programa, a referida prática se apresenta controlada do ponto de vista de radioproteção, podendo se dar início às atividades.

REFERÊNCIAS

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. NORMA CNEN-NN-3.01:2011 - Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, 1 de setembro de 2011.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. NORMA CNEN-NE-6.05:1985— Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Nucleares, de 17 de dezembro de 1985.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. NORMA CNEN-NE-3.02:1988— Serviços de Radioproteção, de 1 de agosto de 1988.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. NORMA CNEN-NE-5.01:1988— Transporte de Materiais Radioativos, de 1 de agosto de 1988.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. Posição Regulatória 3.01/003:2011 – Coeficientes de Dose para Indivíduos Ocupacionalmente Expostos, 2011.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, Procedimento de Proteção Radiológica para Acondicionamento de Tambores Contendo Torta II em Containers – UTM, PL-UTM-08 R00, 2013.

SCALDELAI, A. V.; OLIVEIRA, C. A. D. de.; MILANELI, E.; OLIVEIRA, J. B. de CASTRO.; BOLOGNESI, P. R. Manual Prático de Saúde e Segurança do Trabalho. Ed 2°. São Caetano do Sul/SP: Yendis, 2012.

HIRATA, M. H.; HIRATA, R. D. C.; MANCINI FILHO, J. Manual de Biosegurança. Ed 2ª. SP: Editora Manole Ltda, 2002.