

DESCONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIES NA USINA DE URÂNIO METÁLICO DA DIVISÃO DE PROCESSOS METALÚRGICOS IPEN/CNEN-SP

Paulo B. S. Cambises; Cláudio C. Almeida; Francisco M F Vasques; Teresinha M Silva; Malvina B. Mitake;
Demerval L. Rodrigues

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

RESUMO

Neste trabalho apresentam-se as etapas adotadas na operação planejada para a descontaminação de superfícies na Usina de Urânio Metálico, que pertence a Divisão de Processos Metalúrgicos (prédios M-8 e M-9), do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Esta operação envolveu o planejamento, treinamento dos operadores da instalação, análise dos locais de trabalho e levantamentos radiométricos para monitoração da radiação externa e contaminação de superfícies. O treinamento envolveu os procedimentos para descontaminação de superfícies, segregação de materiais e procedimentos práticos de monitoramento da contaminação individual externa do corpo. Também foram estabelecidas regras para o transporte de materiais radioativos, no âmbito interno da instalação, liberação de materiais e locais já descontaminados.

Keywords: radiological protection, planned operation, monitoring and decontamination.

I. INTRODUÇÃO

A Divisão de Processos Metalúrgicos do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares–Comissão Nacional de Energia Nuclear, IPEN-CNEN/SP, é uma das divisões mais antigas desta instituição que opera com material radioativo, sendo muito bem assistida pelo grupo de radioproteção. No decorrer dos anos sua principal atividade foi de processar urânio natural e colocar os rejeitos radioativos em um depósito de salvaguarda, destinado exclusivamente a eles. Basicamente essas atividades consistiam na conversão química de UF₄ pó em urânio metálico seguido por processos metalúrgicos até a obtenção final de lingotes metálicos de urânio. Porém, a partir de 1999 estudos visando introduzir mudanças no processo de manuseio de materiais radioativos, conduziram a necessidade de reconstrução da planta piloto da instalação. Para tanto, previamente, seria necessário a descontaminação das superfícies de pisos, peças e equipamentos contidos nesta instalação e a desmontagem do sistema operacional. As exigências operacionais de proteção radiológica na instalação incluíram a avaliação prévia dos valores de radiação externa, contaminação de superfícies e do ar, estudos para melhoria das blindagens da instalação, controle de acesso de pessoal, condições estruturais das áreas sob o ponto de vista de segurança física e radiológica e identificação dos pontos fracos que necessitavam de medidas de correção e/ou supervisão. Estas avaliações foram realizadas no ano de 1999 [1]. Seguindo as normas nacionais e recomendações internacionais [2, 3 e 4] e dando

continuidade ao trabalho anterior, foi proposto no ano de 2000 medidas para a execução de atividades relacionadas com o uso de fontes de radiação ionizante com a devida segurança. Neste trabalho apresentam-se as etapas adotadas na operação planejada para a descontaminação de superfícies na Usina de Urânio Metálico, que pertence a Divisão de Processos Metalúrgicos (prédios M-8 e M-9), do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Esta operação envolveu o planejamento, treinamento dos operadores da instalação, análise dos locais de trabalho e levantamentos radiométricos para monitoração da radiação externa e contaminação de superfícies. Também foram estabelecidas regras para o transporte de materiais radioativos, no âmbito interno da instalação, liberação de materiais e locais já descontaminados.

II. PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO

Nesta fase, foram previstas e avaliadas todas as etapas da operação de descontaminação de superfícies bem como seus riscos associados, elaborados os procedimentos de trabalho dentro de critérios de segurança física e radiológica e definição de materiais, equipamentos e reagentes químicos que seriam utilizados.

III. TREINAMENTO

Em maio de 1999, foi ministrado aos operadores da instalação um treinamento teórico/prático abordando fundamentos de radioproteção e procedimentos para a segregação de materiais, descontaminação de superfícies e monitoração da contaminação radioativa individual externa do corpo.

IV. ANÁLISE DOS LOCAIS DE TRABALHO

Para a implementação desta operação, inicialmente foi necessário realizar um inventário detalhado dos materiais, equipamentos e fontes radioativas (^{235}U ; ^{234}Th ; UF_4 em pó e Urânio metálico), manuseadas ou estocadas nas instalações dos prédios M-8 e M-9, pois era necessário conhecer, principalmente, sua identificação, quantidades máximas manipuladas, tipo de irradiação emitida, forma física e química em que se apresentavam, blindagens, locais de manipulação, rejeitos, efluentes, valores de exposição, contaminação de superfícies e do ar. Também foi necessário efetuar uma análise das instalações onde eram manipulados os radionuclídeos e identificar os trabalhadores envolvidos.

Instalações: foi verificado que as condições estruturais das áreas atendiam às exigências sob o ponto de vista de segurança física e radiológica oferecendo condições ideais para a execução de atividades de descontaminação de superfícies, possuindo ainda fornecimento de água e energia elétrica, capelas com sistema de exaustão ambiente, pias interligadas à tanques estanques para retenção de efluentes, locais para estocagem provisória de rejeitos radioativos, almoxarifado para reagentes químicos, vestiários para higiene pessoal e ponto de controle de entrada de pessoal. Foram identificados também os pontos fracos que necessitavam de medidas corretivas.

Trabalhadores Envolvidos: no período de maio de 1998 a julho de 1999, foram realizados levantamentos das atribuições, responsabilidades e analisados os relatórios de monitoração individual com o objetivo de avaliar as doses recebidas pelos indivíduos nas condições normais de trabalho. Verificou-se que os trabalhadores envolvidos estavam em conformidade com as exigências legais, treinados e em condições para exercer as tarefas envolvendo o manuseio com material radioativo. Nos relatórios de monitoração individual deste período não constam ocorrências de anomalias e os valores de dose não excederam 1/10 (um décimo) do limite primário para trabalhadores, isto é, 5 mSv/ano, valor de registro [3].

V. MEDIDAS RADIOMÉTRICAS

No período entre maio a julho de 1999 foram realizados nesta instalação, antes, durante e após o início das operações, levantamentos radiométricos completos para verificação das condições de segurança radiológica. Esta etapa envolveu a monitoração da contaminação de superfícies por métodos indiretos, monitoração da radiação

externa, avaliação da concentração de ^{238}U no ar e análise de efluentes radioativos. Também foi necessária a elaboração de croquis a partir da planta da instalação, fichas de controle para monitoração da radiação externa e da contaminação de superfície, que descrevessem detalhadamente os pontos de monitoração. A fig. 1 mostra a localização dos pontos de medidas radiométricas que melhor representam as áreas ocupadas da instalação.

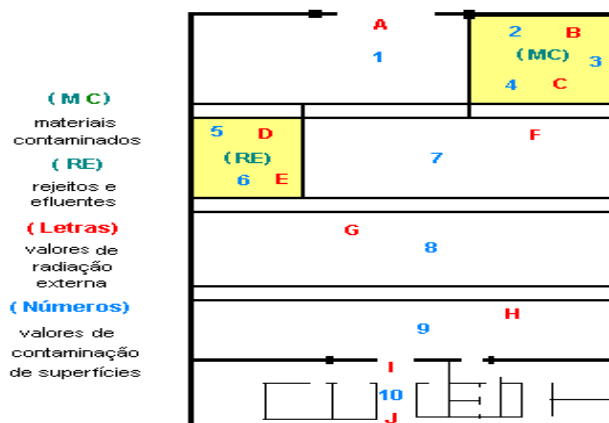


Figura 1: Prédio de Urânio Metálico(M-9) da Divisão de Processos Metalúrgicos

Neste trabalho será considerada apenas a instalação do prédio de urânio metálico (M-9), que era utilizado até este período como depósito provisório de materiais contaminados, rejeitos e efluentes radioativos. Este local foi previamente escolhido para o início dos procedimentos de descontaminação, pois seria destinado, futuramente, a receber e estocar provisoriamente peças e equipamentos metalúrgicos provindos do prédio (M-8), a medida que fossem sendo descontaminados. Para este trabalho são descritas nas tabelas 1, 2, 3 e 4 as medidas radiométricas obtidas antes e após a descontaminação do prédio (M-9).

TABELA 1. Resultados dos Valores de Radiação Externa no prédio (M-9) antes da descontaminação de superfícies.

Pontos	Descrição	Taxa de dose ($\mu\text{Sv} / \text{h}$)
A	Porta de entrada	3,5
B	(MC) materiais contaminados	4,8
C	(MC) materiais contaminados	4,2
D	(RE) rejeitos e efluentes	5,8
E	(RE) rejeitos e efluentes	6,0
F	Próximo a (MC)	3,5
G	Centro do prédio (M-9)	2,0
H	Próximo à vestiários	1,0
I	Entrada de vestiários	0,4
J	Saída dos vestiários	0,2

TABELA 2. Resultados dos Valores de Contaminação de Superfícies do prédio (M-9) antes da descontaminação de superfícies.

Pontos	Descrição	Atividade (Bq / cm ²)
1	Piso da entrada do prédio (M-9)	0,17
2	Piso (MC)	0,44
3	Bandejas metálicas para Urânio	2,66
4	Prensa compacta	4,6
5	Calhas metálicas	0,43
6	Piso (RE)	0,47
7	Piso em frente ao (RE)	0,18
8	Piso centro do prédio (M-9)	0,10
9	Piso próximo vestiários	0,08
10	Piso dos vestiários	0,08

TABELA 3. Resultados dos Valores de Radiação Externa no prédio (M-9) após a descontaminação de superfícies.

Pontos	Descrição	Taxa de dose (μSv / h)
A	Porta de entrada	0,6
B	(MC) materiais contaminados	0,4
C	(MC) materiais contaminados	0,5
D	(RE) rejeitos e efluentes	0,4
E	(RE) rejeitos e efluentes	0,3
F	Próximo a (MC)	0,4
G	Centro do prédio (M-9)	0,2
H	Próximo à vestiários	0,2
I	Entrada de vestiários	0,2
J	Saída dos vestiários	0,2

TABELA 4. Resultados dos Valores de Contaminação de Superfícies do prédio (M-9) após a descontaminação de superfícies.

Pontos	Descrição	Atividade (Bq / cm ²)
1	Piso da entrada do prédio (M-9)	0,03
2	Piso (MC)	0,05
3	Bandejas metálicas para Urânio	0,08
4	Prensa compacta	0,12
5	Calhas metálicas	0,08
6	Piso (RE)	0,05
7	Piso em frente ao (RE)	0,03
8	Piso centro do prédio (M-9)	0,02
9	Piso próximo vestiários	0,02
10	Piso dos vestiários	0,02

VI. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Métodos. Esta etapa envolveu a classificação, demarcação e sinalização de áreas restritas [5], bem como a monitoração e segregação de rejeitos radioativos e materiais contaminados. Também foram definidos os procedimentos

de descontaminação específicos para cada tipo de superfície, seguindo os requisitos de segurança física e radiológica estabelecidos anteriormente no planejamento da operação e treinamento dos operadores. Os métodos de descontaminação utilizados foram específicos para cada tipo de material. Em geral foram aplicados métodos físicos, químicos e a combinação de ambos, seguindo-se um ciclo de descontaminação partindo-se de métodos brandos até métodos mais agressivos. Para remoção da contaminação transferível foram aplicados métodos secos de sucção da contaminação particulada, como exemplo, podemos citar a utilização de aspiradores de pó com a adequação de filtros eficientes. Em seguida foram utilizados métodos úmidos empregando-se algodão ou panos umedecidos com soluções tensoativas (detergentes) que se comportam como agentes para remoção de óleos e gorduras. Somente quando estes métodos iniciais provassem ser ineficazes devido à contaminações terem se fixado nas superfícies, foram aplicadas, de forma controlada, métodos mais agressivos. Como exemplo, podemos citar a utilização de soluções químicas complexantes (ácido cítrico, oxálico e EDTA). Estas soluções comportam-se como agentes para remoção de contaminação fixa.

Procedimentos. Conforme o disposto nos parágrafos anteriores foi adotada a seguinte seqüência padrão de procedimentos para descontaminação de superfícies:

1. paramentação dos trabalhadores com vestimentas e equipamentos de proteção individual adequados à cada tipo de trabalho;
2. demarcação de áreas e triagem inicial das peças e equipamentos contaminados, através de monitoração direta e indireta das radiações;
3. definição da metodologia e reagentes químicos para descontaminação superficial a ser aplicada;
4. aplicação inicial de métodos secos (sucção) e em seguida métodos úmidos brandos em pisos, peças e equipamentos resistentes a água que apresentassem contaminação solta e transferível;
5. desmontagem e aplicação de tratamentos específicos em peças e equipamentos não resistentes a água para não danificar o seu funcionamento;
6. enxágüe em água corrente, exceto os do item 5, secagem, monitoramento e avaliação de pisos, peças e equipamentos submetidos a estes procedimentos iniciais;
7. as contaminações residuais remanescentes foram tratadas de forma especial, sendo que em pisos foram encontrados pequenos focos de contaminação fixada na primeira camada superficial dos mesmos (até 0,5 cm de profundidade), estas contaminações foram removidas através de métodos mais agressivos de escovação, fricção e abrasão mecânica; já os equipamentos e peças foram deixados em soluções quentes ou frias de reagentes químicos descontaminantes, durante um determinado tempo e em seguida as superfícies destes objetos foram friccionadas ou escovadas;

8. ao se utilizar os complexantes citados, foram tomados cuidados para não provocar a corrosão indevida das superfícies e o tratamento foi feito em instalações especiais controladas para evitar a dispersão de gases e vapores nocivos a saúde dos trabalhadores;
9. novamente estas superfícies foram muitas bem enxaguadas, secas e monitoradas;
10. ao término deste ciclo de descontaminação foi feita avaliação final de resultados, sendo que as superfícies consideradas isentas de contaminação foram liberadas com a emissão de certificados de descontaminação;
11. os rejeitos sólidos e efluentes resultantes dos procedimentos de descontaminação receberam tratamento específico de radioproteção;
12. ao término do expediente de trabalho procedeu-se a retirada das vestimentas, equipamentos de proteção individual e monitoração dos trabalhadores envolvidos.

VII. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na apresentação dos resultados das medidas radiométricas mostradas acima, teceremos os seguintes comentários:

1. para a avaliação das taxa de dose equivalente, foram utilizados detectores tipo Geiger-Muller, modelo IPEN, PI-760, onde extraiu-se a medida de radiação de fundo e a seguir adotou-se o método de médias aritméticas simples. Com a avaliação dos resultados obtidos e interpretação das normas vigentes, constatou-se que as doses nestes locais ficariam, por extrapolação para o período de um ano, abaixo de 3/10 do limite anual admissível para o trabalhador, isto é 15 mSv/ano;
2. a avaliação da contaminação de superfícies foi feita por método de análise indireta denominado testes de esfregão, onde discos de papel absorvente com 5 cm de diâmetro foram esfregados em superfícies de até 100 cm² e levados para contagem de 1 minuto em cintiladores contadores, tipo Eberline modelo SAC-4 e BC-4, sendo que foram identificadas pequenas contaminações provindas da combinação de ²³⁴Th, ²³⁵U e ²³⁸U [1];
3. a avaliação da contaminação no ar foi feita por método de análise indireta de filtros específicos acoplados a uma bomba de vácuo tipo Eberline modelo RAS-1 com taxa de fluxo de ar de 12,5 l/min e tempo mínimo de coleta de 3 horas. Estas amostras foram levadas para contagem de 1 minuto cada uma em detector tipo Canberra modelo GX-20202, sendo que foram identificadas atividades em torno de 8x10⁻⁴Bq.m⁻³ de ²³⁸U e como o Limite de Incorporação Anual (LIA) para as formas mais restritivas de ²³⁸U é de 7 x 10⁻¹Bq.m⁻³, os resultados observados apresentaram-se aproximadamente mil vezes abaixo dos limites mais restritivos. Portanto, através desta avaliação não seria necessário o uso de sistemas especiais autônomos de respiração, embora fossem necessários cuidados especiais para prevenir a dispersão de contaminação solta durante as atividades de descontaminação de superfícies [1].

VIII. EXPERIÊNCIA ADQUIRIDA

Com a experiência adquirida foi possível adotar a operação de descontaminação de superfícies para a descontaminação que está sendo realizada atualmente no prédio (M-8), da Usina de Urânio Metálico da Divisão de Processos Metalúrgicos do IPEN-CNEN/SP. As próximas etapas a serem seguidas deverão ser a desmontagem do sistema operacional e adoção de novas linhas de pesquisa envolvendo material radioativo. A partir de estudos anteriores [1] o planejamento inicialmente adotado possibilitou a elaboração de um procedimento básico de descontaminação, aplicável em instalações onde são manuseadas fontes de radiação ionizante, seguindo as normas nacionais e recomendações internacionais [2,3 e 4]. Esta experiência realçou a visão dos autores onde, a adoção de novas filosofias de radioproteção promovem melhorias na qualidade de vida dos trabalhadores pertencentes à área nuclear.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao **Ms. MATIAS PUGA SANCHES** e ao **Dr. GIAN MARIA A. A. SORDI** por sua colaboração na análise deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Y. Kodama, F. M. F. Vasques, C. C. Almeida, P. B. S. Cambises. **Radiological Survey of a Uranium Pilot Plant for Rebuilding Purpose**, 10th International Congress of The International Radiation Protection Association, Hiroshima, Japam, may 14-19, 2000.
- [2] **Publication No 26. Annals of the ICRP 1** (1977) No 3. Pergamon Press, Oxford.
- [3] Comissão Nacional de Energia Nuclear; **Diretrizes Básicas de Radioproteção, Norma CNEN-NE-3.01**, 1988.
- [4] Comissão Nacional de Energia Nuclear; **Serviços de Radioproteção, Norma CNEN-NE-3.02.**, 1988.
- [5] Cambises, P.B.S.; Sanchez, A.S.; Almeida, C.C.; Rodrigues, D.L.. **Proposta para um Programa de Classificação e Sinalização de Áreas Restritas**, 3th Congresso Geral de Energia Nuclear, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, August 31 to September 3, 1999.

ABSTRACT

This work presents the stages adopted in the planned operation for the decontamination of surfaces in the metallic uranium facility that belongs to the Metallurgic Processes Division (buildings M8-M9). This operation involved the planning and training of the facility operators, analysis of the workplaces and radiometric evaluation for the external radiation and contamination of surfaces monitoring. The training involved the procedures for decontamination of surfaces, segregation of materials and practical procedures for the external individual contamination monitoring. Rules were provided for the transport of radioactive material inside the facility and for the release of materials and locations already decontaminated.