

DESCONTAMINAÇÃO DE SUCATA PROVENIENTE DO DESCARTE DO DESMONTE DE PÁRA-RAIOS

Heverton Cardan Oda Fonseca, José Claudio Dellamano

hevertoncardan@hotmail.com, jcdellamano@uol.com.br

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP)
Av. Professor Lineu Prestes 2242
05508-000 São Paulo, SP
hevertoncardan@hotmail.com

RESUMO

Os pára-raios radioativos são dispositivos utilizados na proteção contra as descargas elétricas, que diferentemente dos pára-raios convencionais, utilizam fontes radioativas de Am-241 ou Ra-226, para ionizar o ar a sua volta. No Brasil, a fabricação e comercialização desses dispositivos iniciaram em 1970 e se estenderam até 1989, quando a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), por meio da resolução 4/89 suspendeu a fabricação e comercialização destes captadores. A CNEN também determinou que, quando descartados, os captadores radioativos fossem encaminhados aos seus Institutos para armazenamento e tratamento. Na Gerência de Rejeitos Radioativos – GRR do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, os pára-raios são recebidos e armazenados para posterior desmontagem no interior de uma caixa com luvas. O objetivo da desmontagem é a separação das fontes radioativas do restante da sucata metálica. A fonte retirada é armazenada para posterior tratamento e a sucata deve ser descontaminada antes de sua liberação para reutilização. A GRR recebeu, até o início de 2011, mais de 16000 pára-raios e estima-se que ainda haja cerca de 40.000 dispositivos instalados no Brasil. Com o objetivo de diminuir o volume de rejeito do processo, reduzir o custo da gestão dos rejeitos e ainda possibilitar a reutilização da sucata metálica, a GRR iniciou a avaliação de métodos de tratamento para descontaminação dessa sucata.

A proposta do presente trabalho é a utilização de método químico para descontaminação da sucata, mais precisamente, a utilização de banhos químicos com reagentes distintos, onde a sucata é mergulhada, sem o uso de agitação e à temperatura ambiente. Os resultados obtidos nos ensaios realizados são bastante promissores e alguns reagentes, como o ácido clorídrico, apresentaram excelentes fatores de descontaminação.

1. INTRODUÇÃO

Em 1970, no Brasil, começou o licenciamento junto à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), das práticas de fabricação e comercialização de pára-raios radioativos, que são dispositivos de proteção contra as descargas elétricas vindas da atmosfera. Neles há uma fonte radioativa de Am-241 e em menos de 1% dos casos de Ra-226, que ioniza o ar a sua volta formando um caminho pelo qual a descarga elétrica é conduzida, e, aumenta teoricamente a área de proteção.

A eficiência dos pára-raios radioativos, que se dizia aumentar a área de proteção, foi contestada pelo Instituto da Eletrotécnica da USP e o uso de fontes radioativas nos pára-raios foi desaconselhado.

A CNEN, por meio da Resolução nº 4/89, publicada no Diário Oficial da União de 9 de maio de 1989, suspendeu a autorização para o uso de fontes radioativas em pára-raios, de modo que, a produção dos pára-raios radioativos foi paralisada a partir da vigência desta publicação. A quantidade de pára-raios radioativos produzido entre 1970 a 1989 é de aproximadamente 75000 unidades, segundo os fabricantes, que estão espalhados por todo o país [1].

Os pára-raios radioativos constituem-se de três partes: um captor com geometria adequada para acomodar a fonte, um condutor de descida e um aterramento. O captor é constituído de uma haste metálica que esta disposta verticalmente no meio de pratos, que acomodam as fontes radioativas. Existem outros tipos de pára-raios radioativos, que possuem outros formatos, mas o captor mais comum é mostrado na Figura 1.



Figura 1 – Tipo mais comum de pára-raios radioativo

Os materiais utilizados nesses captores são de aço inoxidável, cobre eletrolítico cromado e ferro fundido [1]. As características das fontes utilizadas nos pára-raios radioativos variavam em geometria e atividade, sendo que a maioria possui um formato de fita contínua. Esta fita é fabricada por meio da deposição de amerício, na forma de óxido (AmO_2), blindado com uma cobertura de ouro-paládio, fixo em um suporte de prata com 2 cm de comprimento, a qual é acoplada na estrutura do captor [2].

O Am-241, usado nas fontes, é altamente tóxico e quando absorvido pelo organismo humano concentra-se principalmente nos ossos, pulmões e fígado, quando ingerido ou inalado[3]. Os fabricantes das fontes dos pára-raios, entretanto garantiam que as fontes não apresentariam vazamento, baseados em testes realizados pela própria empresa e outros testes (imersão e lixiviação por ultra-som) realizados por instituições de pesquisa.

O que se pode verificar, por outro lado é que as fontes de Am-241 não se comportam como fontes seladas e há o escape de material radioativo para os constituintes do captor (haste e pratos). As justificativas propostas para explicar este escape são a erosão da cobertura ouro-paládio, durante sua exposição à intempérie, e o escape do material radioativo na zona de corte da fita.

Os constituintes do captor, que se tornam contaminados com o Am-241, dão origem aos rejeitos radioativos do processo de tratamento de pára-raios radioativos, sendo necessário descontaminá-los.

Até dezembro de 2010 foram recebidos, aproximadamente, 20000 pára-raios pelos Institutos da CNEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, em São Paulo, Instituto de Engenharia Nuclear - IEN, no Rio de Janeiro, e Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear - CDTN, em Belo Horizonte) [2].

A gestão dos pára-raios radioativos na Gerência de Rejeitos Radioativos - GRR do IPEN começou em 1988, quando alguns destes dispositivos foram desativados por seus proprietários e transferidos como rejeito radioativo para serem tratados[1].

O tratamento dos pára-raios radioativos é realizado no interior de uma caixa com luvas, onde é feita a separação dos constituintes do captor utilizando ferramentas que retiram as fontes dos pratos e, separa os pratos das hastes armazenando-os em tambores [2].

Excetuando-se as fontes de Am-241, todo o material restante do processo é considerado sucata metálica e necessita de descontaminação para ter seu uso irrestrito.

No geral, a descontaminação da sucata proveniente do desmonte do pára-raios radioativo é necessária [5], porque traz as seguintes vantagens:

- Diminuição do volume de rejeitos radioativos;
- Diminuição do custo de gestão destes rejeitos;
- Reutilização da sucata.

Para a descontaminação da sucata é importante selecionar uma técnica de que faça com que os resíduos secundários de processo sejam minimizados ao máximo [4].

Para iniciar os procedimentos de descontaminação da sucata, devemos identificar as características da superfície que iremos descontaminar e as propriedades físicas e químicas do contaminante.

Os métodos utilizados no tratamento da sucata são classificados como físicos ou químicos. Os métodos físicos são realizados quando se usa ferramentas ou aparelhos durante o processo. Os métodos químicos são aqueles em que utilizamos reagentes químicos durante o processo [5].

Os métodos propostos neste trabalho foram à imersão dos pratos dos pára-raios radioativos em reagentes químicos em condições ambientes, sem agitação e sem aquecimento. Os reagentes utilizados foram: ácido clorídrico (HCl), hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) e hidróxido de sódio (NaOH), havendo variação de concentração apenas para o ácido clorídrico.

A retirada do Am-241 da superfície metálica, é feita através do método químico, numa reação do Am- 241 com os reagentes citados. É importante lembrar que a descontaminação por processos químicos, está relacionada à eletrosfera, em que os átomos estão unidos antes e depois dela, e as reações nucleares ocorrem variações apenas no núcleo não dando interferência nas reações químicas, portanto não importa os isótopos contidos no contaminante e sim o elemento [7].

Os métodos químicos são de simples execução e de grande eficiência na descontaminação de peças de equipamentos, entretanto geram grande quantidade de rejeitos líquidos secundário.

O método utilizado consiste em depositar o objeto contaminado dentro de uma cuba com o solvente que servirá como solução de descontaminação [8]. Na Figura 2 é mostrado o sistema utilizado na descontaminação dos pratos com reagente químico.



Figura 2 – Sistema utilizado na descontaminação

Os pratos imersos no reagente são feitos de cobre, um metal quimicamente inerte. As maiores entalpias de sublimação e maiores energias de ionização do cobre são responsáveis pela baixa reatividade dele, isto é, pelo seu caráter nobre. O cobre possui valores positivos de E° (potencial padrão de redução) e se situam abaixo do hidrogênio na série eletroquímica, com isso, o cobre metálico não reage com a água ou ácidos liberando H_2 (gás hidrogênio), também não reagem com ácidos não-oxidantes, mas reage com HNO_3 e H_2SO_4 concentrados. O cobre também reage com o O_2 (oxigênio) do ar.

O gás cloreto de hidrogênio é muito solúvel em água. Soluções aquosas de HCl são comercializadas como ácido clorídrico. Normalmente sua concentração contém 38% em peso. Este reagente é utilizado principalmente na limpeza de metais, isto é, na remoção de camadas de óxidos de sua superfície metálica [6].

O amerício é um metal com reatividade semelhante ao urânio. O amerício se dissolve em ácidos e reagem com hidrogênio, oxigênio, os halogênios, e muitos outros elementos [6].

Pouco solúvel em água, o hidróxido de cálcio é chamado comumente de água de cal. Os compostos de cálcio são muito usados como materiais estruturais em construções e em engenharia civil, por causa de sua rigidez [7]. O hidróxido de cálcio usado na descontaminação é submetido ao processo como constituinte da mistura para a argamassa, e o elemento radioativo Am-241 fica armazenado na estrutura resultante e guardado em locais seguros até que o nível de radiação caia a níveis não-prejudiciais. Entretanto, o processo é utilizado se o hidróxido de cálcio for eficaz na descontaminação dos pratos provenientes do desmonte, sendo classificado como um bom processo para o armazenamento do amerício.

O hidróxido de sódio é chamado de soda cáustica, nome usualmente dado por causa de suas propriedades corrosivas, um exemplo disto é que ele pode corroer o vidro. Sendo importante durante a sua utilização no tratamento dos pratos usarem um béquer de plástico para a imersão dos pratos nesta solução [6]. A vantagem de utilizar este método é que se for eficaz, pode servir de solução básica para corrigir o pH de outra solução que foi utilizada para a descontaminação dos pratos provenientes do descarte, sendo esta solução uma solução ácida.

2. METODOLOGIA

O procedimento realizado no trabalho foi simplesmente separar, aleatoriamente, cinco pratos de cobre, provenientes do desmonte dos pára-raios radioativos, que passaram por uma medição do nível de radiação por meio do monitor de contaminação. Esse equipamento mede a contaminação superficial dos pratos. Utilizou-se a função de contagem por minuto (CPM) da radiação emitida na superfície dos pratos.

Logo após a medição de cada prato, eles são imersos em reagentes químicos (HCl, NaOH e Ca(OH)₂), sem o uso de agitação ou variação de temperatura. Por fim, é contado o nível de radiação após o processo.

3. RESULTADOS

Nas tabelas 1 a 4 apresentam-se os valores do nível de contaminação antes e depois das imersões, já descontada a radiação de fundo proveniente do equipamento, e o fator de descontaminação.

Tabela 1. Imersão em HCl (5%)

Nº dos pratos	Vale			Monte		
	Antes (CPM)	Depois (CPM)	FD (%)	Antes (CPM)	Depois (CPM)	FD (%)
1	2400	3	99	18400	158	99
2	160	17	89	547	24	96
3	154	15	90	511	27	95
4	240	24	90	181	13	93
5	393	9	98	1142	27	98

Tabela 2. Imersão em HCl (3%)

Nº dos pratos	Vale			Monte		
	Antes (CPM)	Depois (CPM)	FD (%)	Antes (CPM)	Depois (CPM)	FD (%)
1	172	34	80	155	24	85
2	153	33	78	383	29	92
3	253	29	89	406	28	93
4	139	24	83	411	34	92
5	314	25	93	11900	275	98

Tabela 3. Imersão em Ca(OH)₂ saturado

Nº dos pratos	Vale			Monte		
	Antes (CPM)	Depois (CPM)	FD (%)	Antes (CPM)	Depois (CPM)	FD (%)
1	610	302	51	414	151	64
2	133	58	56	133	54	59
3	570	426	25	7885	3748	53
4	232	120	48	455	136	70
5	701	179	75	706	314	56

Tabela 4. Imersão em NaOH

Nº dos pratos	Vale			Monte		
	Antes (CPM)	Depois (CPM)	FD (%)	Antes (CPM)	Depois (CPM)	FD (%)
1	114	112	2	259	150	42
2	3845	2666	31	22100	703	97
3	994	139	86	13600	310	98
4	184	103	44	380	167	56
5	117	124	-5	187	115	39

O ácido clorídrico, nas duas concentrações, apresentou uma excelente eficiência no processo de descontaminação dos pratos.

Com o hidróxido de sódio e o hidróxido de cálcio os fatores de descontaminação obtidos foram bem menos promissores e inferiores aqueles obtidos com ácido clorídrico.

Mais importante do que verificar o fator de descontaminação de cada processo é a certificação de que a contaminação remanescente é adequada para liberação dos pratos como sucata metálica. Esse valor é limitado para uma taxa de contagem de, aproximadamente, 30 CPM, já descontada a radiação de fundo.

4. CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos, é importante dar continuidade ao uso de ácido clorídrico no tratamento da sucata, pois este apresentou resultados promissores de fator de descontaminação. Já os métodos utilizando hidróxido de cálcio e hidróxido de sódio não apresentaram resultados satisfatórios para dar continuidade às análises.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

Ao Dr. José Claudio Dellamano, pela orientação e incentivo.

Todos os colegas da Gerência de Rejeitos Radioativos, pelo companheirismo e apoio.

REFERÊNCIAS

1. L. Miranda e R. Vicente, “*Processo para a Gestão de Pára-Raios Radioativos no Brasil*”, São Paulo, pp.1-28 (2006).
2. J. T. Marumo, “*Avaliação da Contaminação Provocada por Pára-Raios Radioativos de Amerício-241 Descartados em Lixões*,” São Paulo, pp.13-15 (2006).
3. J. Eduardo de Souza Sarkis, “*Aplicação da Técnica de Correlação Isotópica para Determinação da Concentração dos Nuclídeos ^{241}Am e ^{243}Am em Combustíveis Nucleares Irrradiados*”, São Paulo, pp. 6 (1990).
4. International Atomic Energy Agency, *Methods for Minimization of Radioactive Waste from Decontamination and Decommissioning of Nuclear Facilities*, Vienna, IAEA, 2001. TRS 401.
5. F. Nogueira da Silva, “*Descontaminação de Sucata Proveniente do Descarte do Desmonte de Pára-Raios Radioativos*”, São Paulo (2006).
6. J. D. Lee, *Química Inorgânica Não Tão Concisa*. 1999.
7. P. Atkins e L. Jones, *Princípios de Química*. Terceira edição, pp. 639-641 (2006).
8. J. Severa e J. Bár, *Handbook of Radioactive Contamination and Decontamination Studies in Environmental Science 47*, Publisher, City & Country (2010).