



Análise da ^{108m}Ag em Rejeitos Radioativos

K.C. Silva¹, T.P Brambilla¹ e P.S.C
Silva¹

kauasilva5993@gmail.com

¹*Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN - SP)*

Av. Professor Lineu Prestes 2242

05508-000 São Paulo, SP

1. Introdução

Diversos rejeitos produzidos das atividades operacionais dos reatores são provenientes, especificamente, dos sistemas de purificação da água. A água atua no processo de refrigeração do reator, evitando com que toda energia liberada durante sua operação acabe por superaquece-lo. Ela necessita estar em estado de altíssima pureza com a finalidade de fornecer condições favoráveis ao seu funcionamento, sendo então submetida a um processo de desmineralização por meio do emprego de sistemas compostos por filtros de polipropileno, leitos de carvão ativado, resinas de troca iônica e evaporadores. Quando os materiais utilizados na purificação da água esgotam sua capacidade de retenção das substâncias indesejadas, acabam sendo substituídos e passam a constar como rejeitos radioativos de baixa e média atividades [1,2].

Na água do reator são encontrados radionuclídeos oriundos do processo de fissão nuclear, produtos de ativação neutrônica e isótopos de elementos transurânicos, todos dependentes dos elementos que estão sendo fissionados e das características físicas da instalação do reator [3].

Segundo a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), órgão brasileiro responsável pela regulamentação do uso e produção segura de energia nuclear, para que os rejeitos radioativos possam ser depositados em repositório de maneira a assegurar a proteção dos indivíduos e do meio ambiente contra os efeitos nocivos da radiação ionizante, se é necessário estar de acordo com os critérios prescritos pela norma CNEN-NN-6.09 publicada em setembro de 2002, intitulada Critérios de Aceitação para Deposição de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação, onde em seu item 4.1, Conteúdo De Radionuclídeos, estabelece que: “O tipo, composição e conteúdo de radionuclídeos do produto devem ser conhecidos e documentados com suficiente precisão para apresentar evidência de sua conformidade com os limites autorizados”[4].

Nos rejeitos radioativos podem ser identificadas radionuclídeos de medição não invasiva, denominados Radionuclídeos Chaves (RC), que podem ter sua atividade medida por espectrometria gama por possuírem meia vida-longa e emitirem raios gama de altas energias e intensidade, como ^{137}Cs e ^{60}Co . Também são identificados nos rejeitos radionuclídeos, designados como Radionuclídeos de Difícil Medição (RDM) cuja medida de concentração de atividade requer de métodos destrutivos, dados os fatores que interferem

sua medição direta, como não emitir ou emitir em baixa intensidade e/ou energia raios-x e/ou raios gamas, ter atividade baixa decorrente de meia vida-longa, ter atividade baixa por ser gerado em pequena quantidade ou mesmo ter baixa atividade decorrente da pouca interação físico-química com a matriz do rejeito [1].

A ^{110m}Ag é um radionuclídeo chave alternativo (RCA), ou seja, um isótopo no qual se consegue medir a atividade por intermédio de métodos não destrutivos. A ^{108m}Ag é um RDM, com meia-vida de 418 anos. Ela emite raios gama com altas energias e intensidades absolutas, no entanto, apresenta baixa atividade em rejeitos radioativos, o que explica sua denominação [5].

Para a identificação e determinação da concentração de atividade dos radionuclídeos de difícil medição é necessário um complexo e trabalhoso procedimento de separação radioquímica. Contudo, o processo de coleta e medição de atividade dos RDM se mostra impraticável por causa da alta quantidade de doses que os operadores dos rejeitos receberiam ao manusear os barris com os embalados. Dado essa problemática se criou uma metodologia indireta para estimar a atividade de rejeitos radioativos de difícil medição a partir da medida de radionuclídeos de fácil medição, denominado Fator de Escala (FE). A metodologia consiste na correlação da concentração dos dois tipos de radionuclídeos para que somente por meio da medição de atividade dos radionuclídeos de fácil medição se possa determinar a atividade de todo o rejeito [2,7].

Nesse contexto, o presente trabalho foi desenvolvido visando reproduzir, conforme a literatura especializada, o procedimento de separação radioquímica dos isótopos de prata de rejeitos radioativos operacionais e diante de seu isolamento determinar a concentração de atividade da ^{108m}Ag para que os resultados obtidos possam, futuramente, ser utilizados para determinação dos fatores de escala (FE).

2. Metodologia

Nas amostras dos rejeitos radioativos, dissolvidas e condicionadas em HNO_3 diluído, foram adicionados aproximadamente 1 mL de uma solução carregador de AgNO_3 , onde 10 mg/mL consistiam em Ag, e 5 mL de HCl concentrado para a precipitação da prata na forma de AgCl. Cada mistura foi submetida à chapa aquecedora para que o precipitado pudesse se aglomerar, seguido de sua filtração em papel de filtro de 4,7 cm de diâmetro e 2 μm de porosidade. Pesou-se o papel de filtro antes da filtração e depois de filtrado levou-se o filtro com precipitado à estufa, onde ficou por aproximadamente 24 h. Ao retirá-lo, deixou-se 15 minutos no dessecador e o pesou novamente para que o cálculo de rendimento pudesse ser realizado por análise gravimétrica [6]. O papel de filtro com precipitado foi levado ao detector de radiação gama germânio hiper puro (marca Canberra) onde foi contado por uma hora.

3. Resultados e discussão

O procedimento de separação da ^{108m}Ag dos rejeitos radioativos operacionais apresentou rendimentos entre 60 a 90% e dentre as 13 amostras analisadas apenas uma ficou abaixo do limite de detecção (Tabela I).

Tabela I: Atividade da ^{108m}Ag encontrado em cada uma das amostras analisadas e o respectivo rendimento químico da metodologia utilizada.

Amostra	Atividade (Bq/g)	Incerteza	Rendimento Químico
L12A1	1,20E+03	9,07E+01	59,34%
L12A2	1,81E+03	1,34E+02	61,28%
L12A3	3,06E+03	1,91E+02	83,81%
L12A4	1,23E+03	7,35E+01	67,98%
L12A5	1,33E+02	8,35E+01	81,96%
L12A6	3,77E+03	1,74E+02	89,16%
L12A7	3,07E+03	1,76E+02	97,12%
L12A8	2,53E+03	1,57E+02	63,20%
L12A9	2,36E+02	1,34E+02	78,23%
L12A10	< 3,82E+00	-	70,50%
L12A11	1,65E+03	1,07E+02	90,28%
L12A12	5,99E+02	6,68E+01	79,37%
L12A13	4,17E+02	5,47E+01	79,16%

4. Conclusão

O procedimento utilizado para separação radioquímica dos isótopos da Ag foi adequado, pois foi possível determinar a concentração da ^{108m}Ag em mais de 90% das amostras analisadas.

Agradecimentos

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) e especificamente ao Centro do Reator Nuclear de Pesquisa (CRPq).

Referências

- [1] International Atomic Energy Agency, “*Determination and Use of Scaling Factors for Waste Characterization in Nuclear Power Plants*”, IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-1.18, IAEA, Viena (2009).
- [2] M. H. T. Taddei, “*Determinação de Fatores de Escala para Estimativa do Inventário de Radionuclídeos em Rejeitos de Média e Baixa Atividades do Reator IEA-RI*”, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN-SP), São Paulo (2013).
- [3] C. S. Munita, M. D. Glascock, R. Hazenfratz, “*Neutron Activation Analysis: An Overview, Recent Advances in Analytical Techniques*”, pp. 179-227 (2019).
- [4] Comissão Nacional De Energia Nuclear – CNEN, “*Critérios de Aceitação para Deposição de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação*, CNEN-NN-6.09”, Rio de Janeiro (2002).
- [5] U. Reus, W. Westmeier, “*Catalog of gamma rays from radioactive decay*”, *Atomic Data and Nuclear Data Tables*, vol. 29, pp. 193-406, (1983).
- [6] I. M. Kolthoff, E. B. Sandell, E. J. Meehan, S. Bruckenstein, “*Quantitative Inorganic Analysis*”. *The Macmillan Publishing Co.*, Londres (1969).

[7] T. H. Kim et al. “Statistical Methodologies for Scaling Factor Implementation: Part 1. Overview of Current Scaling Factor Method for Radioactive Waste Characterization”, *Journal of Nuclear Fuel Cycle and Waste Technology* (JNFCWT), vol.18, pp. 517-536 (2020).