



Determinação de Sr-90 por Cintilação em Fase Líquida

N. A. Silva¹, C. H. R. Saueia², M.B. Nist³ and P.S.C. Silva⁴

¹ *nicole.s@ipen.br, IPEN/CNEN*

² *chsaueia@ipen.br, IPEN/CNEN*

³ *mbnisti@ipen.br, IPEN/CNEN*

⁴ *pscsilva@ipen.br, IPEN/CNEN*

1. Introdução

O homem e o meio ambiente estão expostos à radiação ionizante desde os primórdios, sendo continuamente expostos à radiação natural proveniente do espaço chamada de radiação cósmica, dos radionuclídeos presentes na crosta terrestre chamado de radiação terrestre, vindo dos radionuclídeos provenientes dos elementos das séries do urânio e do tório; e de fontes internas, provenientes da incorporação de substâncias radioativas existentes no ar, na água e no solo. Portanto, a população mundial como um todo vem sendo submetida à radiação natural, de forma constante e por um período muito longo.

Com o desenvolvimento da tecnologia, determinadas práticas ou atividades humanas podem, de alguma forma, alterar o equilíbrio na natureza e concentrar radionuclídeos acarretando aumento de dose de radiação na população. Essas situações têm merecido estudos mais detalhados não só dos radionuclídeos naturais, mas principalmente aos radionuclídeos artificiais, advindos de atividades humanas, que chamamos de ações antropogênicas.

Dentre as atividades antropogênicas que pode ser citada como causadora de liberação de material radioativo estão: a utilização de reatores nucleares, testes de explosões nucleares e acidentes nucleares. Todas essas situações podem eventualmente contribuir elevando os níveis de radioatividade no meio ambiente e aumentando a dose de radiação dos indivíduos expostos, atingindo valores que podem ser considerados danosos.

O ⁹⁰Sr, emissor beta com meia vida de 30 anos é um radionuclídeo artificial que pode ser encontrado no ambiente como resultado de descargas rotineiras e acidentais de usinas nucleares. Devido à sua meia vida relativamente longa pode persistir no meio ambiente durante muitos anos, contribuindo para a dose efetiva dos indivíduos. Por se tratar de radiação beta, são gerados efeitos nocivos do ⁹⁰Sr incorporado em estruturas ósseas e acumulado em tecidos de peixes [1].

O estrôncio possui similaridade química com o cálcio, podendo sofrer fixação no meio marinho em ossos e carapaças, enquanto que no homem este elemento pode estar presente nos ossos, podendo sofrer acumulação devido a dificuldade de ser excretado [2].

O acidente nuclear ocorrido em março de 2011 na Usina Nuclear de Fukushima Daiichi liberou diversos radionuclídeos no meio ambiente por deposição aérea e descarga de líquidos, com diversos níveis de radioatividade diferente. O ⁹⁰Sr é um radionuclídeo artificial e foi um dos elementos liberados no meio ambiente, e estima-se que a liberação atmosférica variou de $3,3 \cdot 10^{-3}$ a $0,14$ PBq [3].

Este trabalho tem como objetivo estudar a metodologia para a determinação de ⁹⁰Sr utilizando a técnica de Cintilação em Fase Líquida (LSC). A contagem por cintilação líquida de uma amostra radioativa é uma técnica analítica na qual o radionuclídeo a ser analisado é distribuído de maneira uniforme em num meio cintilador, que é capaz de converter a energia cinética das emissões nucleares em energia luminosa. Nesse processo as partículas beta do radionuclídeo que está na amostra interage com uma mistura chamada de coquetel cintilador ou solução cintiladora. A intensidade da luz é proporcional à energia da partícula beta emitida.

A medição de ^{90}Sr por Contagem de Cintilação Líquida (LSC) apresenta inúmeras vantagens como: alta eficiência de detecção, aplicação de técnicas que separam o elemento de interesse em amostras, automação e análise simultânea de diferentes radionuclídeos [2,4].

2. Metodologia

Para determinação de ^{90}Sr , as amostras passaram por digestão total com ataque químico de ácidos concentrado, na presença de 1 mL de carregador estável de Sr^{+2} com concentração $7,122 \text{ mg mL}^{-1}$. Após a digestão completa a amostra foi transferida para béquer em chapa aquecedora à 150°C para redução de volume. Então a solução é condicionada em meio nítrico com a adição de 20 mL de HNO_3 8M e percolado em coluna de troca iônica contendo resina Sr-Spec da Eichrom para a purificação do radionuclídeo, no mesmo meio que a amostra. Nesta condição o Sr ficou retido enquanto o Ytrio e demais possíveis interferentes passaram pela resina. Em seguida o Sr foi eluído pela passagem de 30 mL ácido nítrico 0,05M e o efluente recolhido em béquer de 150 mL. Em seguida foi levado à aquecimento, adicionado 0,3g de ácido oxálico e o meio foi mudado para básico com a adição de hidróxido de amônio concentrado, sob vigorosa agitação. Nestas condições o Sr foi precipitado como oxalato de estrôncio e então foi filtrado em sistema Millipore em papel Whatman 41. O papel filtro contendo o precipitado foi seco em estufa a 80°C por 30 minutos e em seguida foi pesado para a determinação gravimétrica do rendimento químico do processo. O filtro contendo o precipitado foi colocado em vial de vidro e então foi adicionado HNO_3 1 mol L^{-1} e 15 mL de solução cintiladora Ultima Gold AB, e contado em Cintilador Hidex por 4 horas.

3. Resultados e Discussão

A qualidade da análise empregada na determinação de ^{90}Sr foi testada aplicando a metodologia descrita em amostra de água ultrapura. Este procedimento denominado como branco do processo, ou seja, testar a metodologia que se deseja empregar em uma amostra isenta do radionuclídeo de interesse. Desta forma foi possível obter um precipitado de oxalato de estrôncio estável, que permitiu a determinação do rendimento químico (RQ) do processo analítico, do *background* (BG) que deve ser utilizado para descontar a radioatividade ambiental presente no ambiente, além de conhecer o limite mínimo em que o equipamento Cintilador consegue determinar a presença de um radionuclídeo, e isto é denominado concentração mínima detectável (CMD). Somente após o conhecimento desses parâmetros é que se pode aplicar a metodologia em amostras com concentração desconhecida do radionuclídeo de interesse. Para avaliar a qualidade do rendimento químico do procedimento, foram analisadas 10 amostras de água ultrapura nas condições descritas e o cálculo foi obtido através da fórmula:

$$RQ = \frac{(\text{massa pprecipitado} + \text{filtro}) - (\text{massa filtro})}{(\text{massa oxalato de estrôncio})} \quad (1)$$

A concentração mínima detectável foi obtida seguindo os parâmetros apresentados por Nisti e col. [5]. Levando em consideração o volume de amostra e o tempo de contagem de 14.400 segundos, o valor de CMD obtido foi de $0,015 \text{ Bq kg}^{-1}$. O valor médio obtido do rendimento químico (RQ) do processo e do *background* (BG) estão apresentados na Tabela I.

Tabela I: Valores obtidos de rendimento químico (RQ) e background (BG) em amostras de água ultrapura.

Amostra	R Q (%)	BG (dpm)
A1	81,5	30,1
A2	90,4	29,9
A3	76,5	30,0
A4	86,0	30,0
A5	43,9	29,8
A6	79,6	29,7
A7	81,8	30,1
A8	38,2	29,9
A9	88,5	30,2
A10	91,4	30,0
média±DP	75,8±18,9	29,8±0,1

4. Conclusão

Os resultados obtidos do rendimento químico no processo demonstram que o método analítico proposto foi confiável, e a qualidade dos resultados foi relacionado com o tempo de percolação da amostra na coluna e a quantidade de vezes que uma resina suporta a passagem de amostra. Isto ficou evidente nos resultados de RQ abaixo do esperado na A5, onde a amostra percolou pela coluna em vazão superior a descrita na metodologia e na amostra A8 que a resina havia sido reutilizada por mais de três vezes.

Agradecimentos

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica – PROBIC.

Referências

- [1] Rubel, B., Zalewska, T., Saniewski, M.I, Suplinska, M., Sr-90 in fish from the southern Baltic Sea, coastal lagoons and freshwater lake. Institute of Meteorology and Water Management, National Research Institute, Maritime Branch, Waszyngtona 42, 81-342 Gdynia, Poland. Central Laboratory for Radiological Protection, Konwaliowa 7, 03-194 Warsaw, Poland. Available online 7 April (2016).
- [2] IAEA. International Atomic Energy Agency. Analytical Quality in Nuclear Applications Series No. 27, Rapid Simultaneous Determination of ^{89}Sr and ^{90}Sr in Milk: A Procedure Using Cerenkov and Scintillation Counting (2013).
- [3] IAEA. International Atomic Energy Agency. Technical volume 4 - Radiological consequences, The Fukushima Daiichi accident (2015).
- [4] Packard. *Handbook of Environmental Liquid Scintillation Spectrometry – A Compilation of Theory and Methods*, (1994).

[5] Nisti M.B., Saueia C.H.R., Castilho B., Mazzilli B.P., “Assessment of Sr-90 in water samples: precision and accuracy” *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, vol. 07-2A, pp. 01-12 (2019).