

# ANÁLISE DE $^{210}\text{Po}$ EM AMOSTRAS DE REFERÊNCIA

Roberto Tatsuya Saito & Ieda Irma Lamas Cunha

Supervisão de Radioquímica

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - CNEN-SP  
Caixa Postal 11049 - Pinheiros  
05508-900, São Paulo, Brasil  
e-mail: rtsaito@net.ipen.br

## RESUMO

O  $^{210}\text{Pb}$  e o  $^{210}\text{Po}$  são importantes radionuclídeos naturais que contribuem com a maior dose de radiação em muitos seres vivos. Neste trabalho foi desenvolvido um método radioquímico para a análise de  $^{210}\text{Po}$  em amostras marinhas e filtro de ar. A análise consiste na lixiviação da amostra com ácido nítrico e peróxido de hidrogênio, mudança de meio nítrico para clorídrico por aquecimento, deposição espontânea do polônio em disco de prata e contagem alfa do  $^{210}\text{Pb}$ . O método foi aplicado em materiais de referência da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), como, sedimento marinho, alga marinha, planta marinha e filtro de ar. O rendimento de recuperação variou de 40 a 65% e os resultados obtidos mostram uma boa precisão e exatidão.

## INTRODUÇÃO

O  $^{210}\text{Pb}$  ( $t_{1/2} = 22,3$  anos) e o  $^{210}\text{Po}$  ( $t_{1/2} = 138,4$  dias) são radionuclídeos naturais altamente radiotóxicos, que pertencem a série de decaimento da família do  $^{238}\text{U}$ , e se encontram distribuídos em diferentes ambientes do planeta em quantidades de traços<sup>1</sup>.

Os radionuclídeos desta série de decaimento radioativo podem ser detectados distantes do suposto local de liberação como resultado da extrema mobilidade do gás  $^{222}\text{Rn}$ , um elemento intermediário da cadeia, na atmosfera. O rápido decaimento deste radionuclídeo gera  $^{210}\text{Pb}$  que na atmosfera é adsorvido pelos aerossóis e retorna ao ambiente terrestre e aquático por deposição superficial ou pela ação das chuvas<sup>2</sup>.

O  $^{210}\text{Pb}$  decai por emissão beta e raios gama para  $^{210}\text{Bi}$  ( $t_{1/2} = 5,02$  dias), que decai por emissão beta para o  $^{210}\text{Po}$ , um alfa emissor de 5,3 MeV de energia.

O  $^{210}\text{Po}$  é transferido do meio ambiente para o homem por meio da inalação e ingestão de alimentos ou água. Juntamente com o  $^{210}\text{Pb}$  contribui com cerca de 8% da dose de radiação interna no ser humano<sup>3</sup>. Em muitos organismos marinhos, o  $^{210}\text{Po}$  representa a maior fonte de dose de radiação natural, contribuindo, em alguns casos, com cerca de 97% da dose de radiação interna<sup>4</sup>.

O consumo de alimentos marinhos pela população torna os estudos e pesquisas sobre a concentração de radionuclídeos nestes alimentos muito importantes, pois a dose de radiação se deve principalmente ao consumo de alimentos marinhos<sup>5</sup>.

Os crustáceos, moluscos e peixes são os organismos marinhos que mais acumulam  $^{210}\text{Po}$ . Todos fazem parte da dieta alimentar dos seres humanos. Baleias e focas também apresentam níveis de  $^{210}\text{Po}$  similares aos músculos de peixes, entretanto estes mamíferos são consumidos em menor escala pela população mundial<sup>2</sup>.

Além da importância ecológica e do aspecto relacionado a radiotoxidez, o  $^{210}\text{Pb}$  e o  $^{210}\text{Po}$  são importantes traçadores para uso em várias áreas da oceanografia, principalmente a química e a geológica, destacando-se os estudos relacionados a determinação da datação de sedimentos<sup>6,7</sup>.

Com a grande interação entre a atmosfera e a hidrosfera, elementos traços radioativos e estáveis são injetados no ambiente marinho através do fallout atmosférico ou erosão na superfície terrestre. Para verificar a intensidade do impacto ecológico no ambiente é necessário a datação dos sedimentos e um dos melhores traçadores é o  $^{210}\text{Pb}$ . O método mais preciso para a determinação deste radionuclídeo é através do  $^{210}\text{Po}$ , que se deposita espontaneamente em disco de prata<sup>8,9</sup>.

Tratando-se de um elemento de grande impacto radioecológico no meio ambiente e nos seres vivos o estabelecimento de métodos para a análise em diferentes amostras ambientais é de grande importância.

Neste trabalho foi desenvolvido um método radioquímico para a análise de  $^{210}\text{Po}$  em amostras de aerossol e amostras marinhas, tais como alga, sedimento e planta. O método radioquímico de análise para o  $^{210}\text{Po}$  foi

aplicado em amostras de referência para verificar a precisão e exatidão dos métodos estabelecidos.

O método desenvolvido consiste na lixiviação da amostra com ácido nítrico e água oxigenada, mudança de meio nítrico para clorídrico por aquecimento, deposição espontânea seletiva do polônio em disco de prata e espectrometria alfa do  $^{210}\text{Po}$ .

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As amostras de filtro de ar, alga, sedimento e planta foram secas em estufas a  $90^\circ\text{C}$  por 24 horas. Cada amostra foi lixiviada com ácido nítrico 8 M e água oxigenada por 20 horas, sob aquecimento a  $90^\circ\text{C}$ , na presença de carregador de chumbo (20 mg/ml) e traçador de polônio ( $^{208}\text{Po}$ ).

Após a lixiviação, o meio nítrico da solução foi convertido em clorídrico levando-se a solução quase à secura e retomando com ácido clorídrico concentrado. O processo foi repetido várias vezes. A solução foi finalmente retomada com 30 mL de ácido clorídrico 0,5 N e 300 mg de ácido ascórbico.

Em seguida, a solução foi transferida para um frasco de polietileno, com um disco de prata acoplado à tampa, para a deposição espontânea do polônio em disco de prata, por 6 a 8 horas, em banho-maria ( $90^\circ\text{C}$ ), sob agitação periódica. Após este período, o disco foi retirado e lavado com acetona e contado em um contador alfa, por 100.000 segundos.

O esquema do procedimento experimental desenvolvido está expresso na Figura 1.



FIGURA 1 - Método de análise do  $^{210}\text{Po}$ .

O rendimento de recuperação do método foi determinado com um traçador de  $^{208}\text{Po}$  fornecido pelo Laboratório de Calibração, do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD-CNEN) - Rio de Janeiro.

As atividades do  $^{210}\text{Po}$  e do  $^{208}\text{Po}$  foram determinadas através de um espectrômetro da Ortec, Modelo 576A, detetor de silício com barreira de superfície,  $45\text{ mm}^2$  de área, e eficiência de contagem de 30%.

O método foi aplicado em diferentes amostras certificadas da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método desenvolvido foi aplicado em diferentes materiais de referência, como filtro de ar (IAEA-083), alga marinha (IAEA-308), sedimento marinho (IAEA-300) e planta marinha (IAEA-307).

Os dados obtidos estão expressos nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 - Atividade de  $^{210}\text{Po}$  em Filtro-083 ( $\text{Bq.filtro}^{-1}$ )

RENDIMENTO DE RECUPERAÇÃO (%)	ATIVIDADE OBTIDA	VALOR CERTIFICADO
$63,4 \pm 3,8$	$123 \pm 10$ (6)	151 [114 - 187]*

(n) = número de determinações

\* = intervalo de confiança para este material de referência

TABELA 2 - Atividade de  $^{210}\text{Po}$  obtida nos materiais de referência ( $\text{Bq.kg}^{-1}$ ).

AMOSTRA	RENDIMENTO DE RECUPERAÇÃO (%)	ATIVIDADE OBTIDA	VALOR CERTIFICADO
IAEA-308 (alga marinha)	$40,9 \pm 5,7$	$81 \pm 9$ (6)	76 [68 - 78]*
IAEA-300 (sedimento marinho)	$48,3 \pm 6,4$	$343 \pm 33$ (6)	360 [339 - 395]*
IAEA-307 (planta marinha)	$38,7 \pm 4,5$	$56 \pm 4$ (4)	58 [40 - 91]*

(n) = número de determinações

\* = intervalo de confiança para este material de referência

Os resultados das Tabelas 1 e 2 mostram que os rendimentos de recuperação do método variaram de 40 a 65%. Experimentos posteriores mostraram que a deposição do polônio na prata realizada sob agitação mecânica constante, propicia rendimentos de recuperação superiores

a 70%. A perda de polônio em alguns casos ocorreram, provavelmente, por volatilização ou adsorção<sup>1</sup>.

O método apresentou uma boa precisão para todos os materiais analisados, 8% para o filtro, 10% para a alga e o sedimento, e 7% para a planta. Além disso, os valores obtidos foram concordantes com o valor certificado para todos os materiais analisados, mostrando tratar-se de um método exato.

A solução resultante da deposição do polônio foi acidificada, sendo a solução final 8 M em ácido nítrico, e percolada através de uma resina de troca iônica Dowex AG 1 X-8. Nestas condições o polônio residual fica retido na coluna e o chumbo passa para o efluente. Foi verificado experimentalmente que a retenção do polônio foi quantitativa.

O efluente contendo o chumbo está estocado a espera do crescimento do <sup>210</sup>Po, para posterior análise deste radionuclídeo por deposição espontânea na prata, como indicado na Figura 1. Como pai e filho estarão em equilíbrio radioativo, a atividade determinada para o <sup>210</sup>Po será igual para o <sup>210</sup>Pb.

## CONCLUSÃO

O método desenvolvido para a determinação de <sup>210</sup>Po é simples, rápido e apresenta boa precisão e exatidão, podendo ser aplicado em amostras ambientais. Após a determinação do <sup>210</sup>Pb será possível verificar se os radionuclídeos <sup>210</sup>Pb e <sup>210</sup>Po estão em equilíbrio radioativo ou foram preferencialmente adsorvidos nas matrizes estudadas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio e apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cunha, I. I. L.; Santos, A. J. G. e Saito, R. T., **Análise de polônio-210 em amostras de peixe**, In: 3o. Encontro de Aplicações Nucleares, 7-11/agosto/1995, Anais, v. II, p. 1205-1208.
- [2] Parfenov, Y. D., **Polonium-210 in the environment and in the human organism**, Atomic Energy Rev., n. 12, p. 75-143, 1974.
- [3] Takizawa, Y.; Zhao, I.; Yamamoto, M.; Abe, T. e Ueno, K., **Determination of Pb-210 and Po-210 in human tissues of Japanese**, J. Radioanal. Nuclear Chem., Articles, v. 138, n. 1, p. 145-152, 1990.
- [4] Smith, J. D. e Towler, P. H., **Polonium-210 in cartilaginous fishes (chondrichthyes) from south-eastern Australian waters**, Aust. J. Mar. Freshwater Res., n. 44, p. 727-733, 1993.
- [5] Yamamoto, M.; Abe, T.; Kuwabara, J.; Komura, K.; Ueno, K. e Takizawa, Y., **Polonium-210 and Lead-210 in marine organisms: intake level for Japanese**, J. Radioanal. Nuclear Chem., Articles, v. 178, n. 1, p. 81-90, 1994.
- [6] Koide, M.; Bruland, K. W. e Goldberg, E. D., **Th-228/Th-232 and Pb-210 geochronology in marine and lake sediments**, Geochimica et Cosmochimica Acta, n. 37, p. 1171-1187, 1973.
- [7] Joshi, S. R.; Shukla, B. S. e McNeely, R., **The calculation of lead-210 dates for McKay Lake sediments**, J. Radioanal. Nuclear Chem., Articles, v. 125, p. 341-349, 1988.
- [8] Smith, J. D. e Hamilton, T. F., **Improved technique for recovery and measurement of polonium-210 from environmental materials**, Analyt. Chim. Acta, v. 160, p. 69-77, 1984.
- [9] Holtzman, R. B., **The determination of Pb-210 and Po-210 in biological and environmental materials**, J. Radioanal. Nuclear Chem., Articles, v. 115, n. 1, p. 59-70, 1987.

## ABSTRACT

<sup>210</sup>Pb and <sup>210</sup>Po are important due to their contributions to the natural radiation dose in the environment and the man. This paper reports a method for <sup>210</sup>Po analysis in marine samples and air filter. The method present the following steps: lixiviation with nitric acid and hydrogen peroxide, spontaneous deposition onto silver disk and counting of the deposited polonium with alpha-counter. The method was applied in different reference materials from International Atomic Energy Agency (IAEA) such as, marine sediment, seaweed, sea plant and air filter. The yields varied from 40 to 65% and the results obtained shown good precision and accuracy.