

# ANÁLISE DE POLÔNIO-210 EM AMOSTRAS DE ALIMENTOS

Luciana Bueno e Ieda Irma Lamas Cunha

Supervisão de Radioquímica  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP  
Caixa Postal 11049  
05422-970, São Paulo, Brasil

## RESUMO

Neste trabalho foi analisado o teor de Polônio-210 em diversos produtos alimentícios. O procedimento geral de análise consistiu na lixiviação ácida das amostras, troca do meio para ácido clorídrico, deposição espontânea na prata e espectrometria alfa. O método foi inicialmente aplicado em amostras de referência da Agência Internacional de Energia Atômica. Os resultados obtidos na aplicação do método mostraram-se exatos e com uma precisão satisfatória. A precisão e a exatidão do método foram de 5% e 9,4% respectivamente. Foram analisados diversos produtos alimentícios, sendo encontrados os seguintes teores para polônio-210: 0,4 a 1,7 Bq/saquinho para as amostras de chás, 0,12 a 0,31 Bq/kg para as amostras de verduras, 0,024 a 0,051 Bq/kg para as amostras de frutas, 0,048 a 0,067 Bq/kg para as amostras de legumes, 0,17 a 0,40 Bq/kg para as amostras de peixes, 0,036 a 0,042 Bq/kg. para a amostra de cereal. Os resultados apresentados são de fundamental importância para a saúde pública devido aos possíveis efeitos no organismo do homem decorrentes da ingestão desse radionuclídeo através de alimentos.

**Palavras chaves:** espectrometria alfa, alimentos, deposição espontânea, elemento tóxico, radionuclídeo natural

## I- INTRODUÇÃO

Os radionuclídeos da série do urânio e tório são elementos com alta radiotoxicidade e se encontram disseminados no ambiente em quantidades muito baixas. O polônio-210 pertence à família do urânio-238 e contribui com uma das maiores doses de radiação natural no corpo humano.[1]

A principal fonte de polônio-210 no ambiente é o gás radônio-222, que se difunde da crosta terrestre para a atmosfera. O rápido decaimento deste radionuclídeo gera chumbo-210, que é absorvido pelos aerossóis e retorna ao ambiente terrestre e aquático por deposição superficial ou pela ação da chuva e neve. A atividade humana, como mineração de urânio, utilização de fertilizantes com fosfato, liberação de fumaça de veículos automotores, também contribui como fonte de chumbo-210 e polônio-210 no ambiente.

O polônio-210 tem meia-vida de 138,38 dias, e decai por emissão de partículas alfa ( $E=5,31$  Mev) para o chumbo-206, que é estável.

O Polônio-210 é transferido do meio ambiente para o ser humano por meio de inalação, ingestão de alimentos ou água. O consumo de alimentos é uma das principais vias de entrada destes radionuclídeos para o corpo humano. Em geral, as concentrações de polônio-210 são relativamente baixas em derivados de leite, médias em vegetais e cereais e muito altas na maioria dos organismos marinhos.[2]

O polônio-210 está presente no meio ambiente por causa da presença do chumbo-210, principalmente em áreas nas quais a presença de chumbo é significativa.

O polônio-210 é considerado perigoso ao meio ambiente e a sua contaminação é tão danosa quanto a do chumbo para o homem.

A dose equivalente causada pela desintegração do polônio-210 é duzentas vezes que maior a dose equivalente causada pelo decaimento do chumbo-210 no meio ambiente, incluindo então, o polônio-210 no grupo dos radioisótopos altamente tóxicos.[3]

O polônio-210 acumula-se preferencialmente em tecidos moles, especialmente no fígado, baço e rins e quando presente nos ossos, é decorrente do decaimento do chumbo-210.

A possibilidade de ocorrência de contaminação dos alimentos pela agricultura moderna (insumos, agrotóxicos e fertilizantes), processo industrial, incremento de motorização e urbanização das comunidades, podendo trazer efeitos deletérios para a saúde e o bem estar do ser humano, tem estimulado o incremento das pesquisas relativas à avaliação das concentrações dos elementos tóxicos no ambiente e das quantidades máximas permitidas para o consumo humano.[1-4-5]

Dentro deste contexto, este trabalho tem como objetivo determinar os teores do elemento polônio-210 em amostras de alimentos, uma vez que com exceção da exposição ambiental, a maior entrada desses elementos no organismo humano, ocorre via cadeia alimentar. O método

de análise escolhido foi o da deposição espontânea do polônio na prata e contagem por espectrometria alfa, empregado inicialmente em materiais de referência.

Foram feitos estudos prévios para a otimização do método com o propósito de verificar os fatores que influenciam a deposição do polônio na prata como, por exemplo, o volume final da solução, acidez da solução, agitação mecânica e temperatura. O método foi aplicado em materiais de referência fornecidos pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA). Essas amostras foram de sedimento marinho (IAEA-300) e de filtro de ar (IAEA-083). A seguir, foi analisado o teor de Polônio-210 em amostras de chás, verduras, legumes, frutas, peixes e lentilhas.

## II. PARTE EXPERIMENTAL

**Traçador Radioativo de Polônio-208:** O traçador radioativo de polônio-208 (50 ml de solução, atividade de 21,86 Bq/g, data de referência: 10 de março de 1993) foi fornecido pelo laboratório de Calibração, do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN-RJ).

A partir da solução-mãe, preparou-se um traçador radioativo mais diluído, sendo que nos experimentos realizados usou-se um volume de 100 µL de traçador, com atividade de 20,18 mBq, data de referência: 01/06/1997.

**Procedimento Geral de Análise:** O procedimento geral de análise consistiu na pesagem e lixiviação das amostras com ácido nítrico 8M, adição periódica de gotas de água oxigenada, com duração de 12 horas, na presença de um traçador radioativo de Polônio-208. Em seguida, foi feita uma filtração para separar o sobrenadante de eventual resíduo. A solução foi evaporada quase à secura e adicionados 5ml de ácido clorídrico 10 M, sendo esta etapa repetida várias vezes para efetuar a troca de meio. A solução foi retomada em ácido clorídrico 10 M e diluída com água para um volume final de 40 ml e pH de 1,5 a 2,0, na presença de 300 mg de ácido ascórbico para eliminar a interferência do ferro na etapa de deposição.

A deposição espontânea do polônio em disco de prata foi feita em um frasco de PVC descartável de 100ml, contendo em sua tampa um disco de prata ( 2 cm de diâmetro). O frasco foi colocado dentro de um becker com água e aquecido à temperatura de 80 a 90° C, durante 6 horas. O frasco de PVC contém em sua parte superior uma abertura, que possibilita a agitação da solução com o emprego de um agitador mecânico.

O disco de prata foi contado por espectrometria alfa para determinar a atividade de Polônio-210 e o rendimento químico do processo foi obtido pela contagem alfa do traçador (Polônio-208).

## III- RESULTADOS E DISCUSSÕES

Procurou-se otimizar o método de análise durante a deposição espontânea do polônio na prata sendo estudada a

influência dos seguintes fatores: temperatura, tempo de deposição, agitação mecânica durante a deposição, volume e acidez final da solução. Constatou-se que esses fatores são importantes para melhorar a recuperação do polônio e fundamentais para o cálculo de concentração do polônio nas amostras analisadas, pois bons rendimentos proporcionam uma melhor estatística de contagem.

De todos os parâmetros estudados, os que mais influenciaram no rendimento de recuperação do polônio foram a perda por volatilização, acidez do meio, tempo de agitação mecânica e controle de temperatura. A perda do polônio por volatilização, foi contornada pela utilização de traçador radioativo, que permite a determinação do rendimento de recuperação do polônio na análise e um rígido controle na temperatura, durante toda a etapa de lixiviação, que não deve ser superior a 90°C. Para se obter um melhor rendimento no processo, o pH deve ser mantido entre 1,5 a 2,0 e a solução sob agitação mecânica constante. O método foi aplicado em amostras de referência: Sedimento Marinho (IAEA - 300) e de Filtro de Ar (IAEA - 083), constatando-se que a precisão e a exatidão do método foram de 5% e 9,4%, respectivamente.

As Tabelas 3.1 a 3.6 mostram os resultados obtidos na aplicação do método de análise de Polônio nas amostras de verduras, chás, frutas, legumes, peixes e cereais.

De acordo com os teores de Polônio-210 apresentados pode-se verificar que estes variaram com o tipo de alimento analisado. Os maiores teores foram encontrados em peixes e verduras e os menores em frutas, legumes, chás e lentilha.

O desenvolvimento do método de análise de polônio-210 apresentou dificuldades inerentes aos processos radioquímicos, quando se trabalha com radionuclídeos em baixas concentrações, tais como a grande quantidade de amostra a ser processada, perda do radionuclídeo por volatilização, baixa eficiência dos equipamentos de contagem, como também problemas típicos nas etapas de lixiviação e pré-concentração das amostras.

Deve-se ressaltar, que, neste trabalho, o sistema de deposição espontânea do polônio é composto de frascos de polietileno descartáveis, que barateiam o método e evitam a necessidade de descontaminação do sistema após cada experimento, como realizado nos métodos tradicionais.

## IV. CONCLUSÃO

Através desse trabalho, pode-se observar que, para a determinação de polônio-210 em amostras de alimentos, o método de deposição espontânea em disco de prata empregado mostrou-se bastante satisfatório, pois apresentou bons resultados na exatidão e precisão do método. O método pode ser empregado na análise para a determinação do teor de polônio em amostras de alimentos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido da CNEN e da FAPESP.

## REFERÊNCIAS

[1] Abbulla, M. ; Chmielnicka, J. **New aspects on the distribution and metabolism of essential trace elements after dietary exposure toxic metals.** Biology. Trace Elements. Res., v.23, p.25-53, 1990.

[2] Yamamoto, M.; Abe, T.; Kuwabara, J.; Komura, K.; Ueno, k.; Takizawa, Y. **Polonium-210 and lead-210 in marine organisms: intake level for japanese.** J Radioanal. Nucl Chem., v. 178, n.1, p.81-90, 1994.

[3] Landinskaya, L. A .; Parfenov, Y.D.; Popov, D.K; fedorova, V. **Pb-210 and Po-210 content in air, water, foodstuffs, and the human body.** Arch. Environ. Health, v. 27, 254-258, 1973.

[4] Chen, J.; Gao, J. **The chinese total study in 1990.** Part II. Nutrients. J. AOAC Int., V.76, n.6, p. 1206-1213, 1993.

[5] Parfevov, Y.D. **Polonium-210 in the environment and in the human organism.** At. Energy Ver.; v.12, p.75-143, 1974.

## ABSTRACT

This paper presents the polonium levels in food products. The analysis procedure consisted of acid leaching of the samples, solution evaporation, addition of hydrochloric acid, spontaneous deposition of polonium on a silver disk and counting by alpha spectrometry. The method was applied in reference materials and in foodstuffs, resulting in the following values: tea samples = 0.4 to 1.7 Bq/saquinho; fish = 0.17 to 0.40 Bq/kg, fruits = 0.048 to 0.067 Bq/kg, vegetables = 0.12 to 0.31 Bq/kg, cereal = 0.036 to 0.042 Bq/kg and legumes = 0.024 to 0.051 Bq/kg. The results are very important for public health due to the possible effects to the human organism by the ingestion of contaminated foodstuffs.

### 3.1. - Teor de Polônio-210 em Amostras de Alface e Espinafre

Verduras	Massa utilizada (g)		Recuperação de polônio (%)		Atividade obtida Bq/kg.	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Alface	15	19	40	32	0,194	0,124
Espinafre	10	09	42	38	0,264	0,313

### 3.2 - Teor de Polônio-210 em Amostras de Chás

Chás	Massa utilizada (g)		Recuperação de polônio (%)		Atividade obtida Bq/saquinho	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Erva-doce	2,32	2,20	50	60	1,4	0,5
Erva-cidreira	0,88	0,80	60	67	0,4	1,3
Hortelã	1,20	1,24	61	60	1,3	1,7

### 3.3 - Teor de Polônio-210 em Amostras de Frutas

Frutas	Massa utilizada (g)		Recuperação de Polônio (%)		Atividade obtida Bq/kg.	
	Exp.1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Maçã	37	29	35	33	0,048	0,064
Tomate	31	33	24	24	0,067	0,067

### 3.4 - Teor de Polônio-210 em Amostras de Legumes

Legumes	Massa utilizada (g)		Recuperação de polônio (%)		Atividade obtida Bq/kg.	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Batata	24	26	63	43	0,031	0,024
Beterraba	27	26	40	43	0,034	0,047
Cenoura	30	28	22	22	0,051	0,051

### 3.5 - Teor de Polônio-210 em Amostras de Peixe

Peixe	Massa utilizada (g)		Recuperação de polônio (%)		Atividade obtida Bq/kg.	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Badejo	25	19	33	37	0,17	0,23
Pescada Branca	37	37	44	22	0,40	0,20

### 3.6 - Teor de Polônio-210 em Amostras de Lentilha

Cereal	Massa utilizada (g)		Recuperação de Polônio (%)		Atividade obtida Bq/kg.	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Lentilha	32	32	60	40	0,042	0,036