

TÍTULO: APLICAÇÃO DA ANÁLISE POR ATIVAÇÃO COM NÊUTRONS À DETERMINAÇÃO DE CONTAMINANTES INORGÂNICOS EM ALIMENTOS\*

AUTOR: MARINA B.A. VASCONCELLOS; VERA AKIKO MAIHARA e CASIMIRO J.S. MUNITA; DEBORAH I.T. FÁVARO

INSTITUIÇÃO: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP  
Endereço: Caixa Postal 11049 - CEP 05499 São Paulo/SP - DIV.  
RADIOQUÍMICA

---

O método de análise por ativação com nêutrons diferencia-se dos métodos químicos usuais, por basear-se na ocorrência de reações nucleares, por meio da interação dos núcleos atômicos com nêutrons.

A radiação gama emitida por esses isótopos pode ser detectada e medida em espectrômetros de raios gama, constituídos de detectores de estado sólido acoplados a analisadores multicanais e eletrônica associada.

Os espectros obtidos permitem realizar análises qualitativas e quantitativas de um grande número de elementos em matrizes das mais diversas naturezas, entre as quais se incluem os alimentos.

Uma das características mais importantes do método de análise por ativação é a sua alta sensibilidade, o que permite analisar muitos elementos na faixa de partes por milhão ou partes por bilhão. Outra grande vantagem do método é a ausência de problemas de contaminação após a irradiação, devido à possibilidade de identificação das radiações emitidas, o que permite distinguir isótopos radiativos dos não-ativos. Este fato elimina a necessidade de determinar o branco dos reagentes.

Os pesquisadores da área da análise por ativação com nêutrons vem trabalhando ativamente no desenvolvimento de métodos instrumentais e radioquímicos para a análise de alimentos, que permitam determinar o maior número possível de elementos na faixa de ppm ou ppb, dando ênfase ao grupo dos mais nocivos à saúde humana.

Diversos trabalhos têm sido apresentados na literatura sobre a análise por ativação de elementos considerados mais tóxicos, como Hg, Se, As, Sb e Cd, e outros, como Zn, Cu, Rb, La, Cr, Br, Co, Fe, Mn, Al, I, Na e K, nos mais variados tipos de alimentos.

A análise por ativação com nêutrons, devido à alta confiabilidade de seus resultados, tem também desempenhado um relevante papel na certificação de padrões de origem biológica para análises multielementares, tais como: NBS - Wheat - flour, NBS rice flour, NBS-Bovine liver, IAEA (International Atomic Energy Agency) Mixed / human diet - IAEA Milk Powder, IAEA fish flesh homogenate e muitos outros.

Para a análise de muitos elementos presentes em baixas concentrações nos alimentos, têm sido empregadas diversas separações radioquímicas, com métodos tais como: destilação, geração de hidretos, precipitação, extração com solventes, troca iônica, troca isotópica e outros.

O grupo da Divisão de Radioquímica do IPEN engajou-se em 1985 no Programa Coordenado de Pesquisas sobre Aplicação de Técnicas Nucleares à Análise de Alimentos, patrocinado pela Agência Internacional de Energia Atômica e reunindo diversos países. O Projeto do Brasil intitula-se. "Aplicação da Análise por Ativação com Nêutrons à Monitoração de Elementos Traços em Amostras de Alimentos Brasileiros".

Dentro desse programa, foram analisados leite, pão e arroz, que são alimentos bastante consumidos pela população brasileira.

Empregando o método de análise por ativação com nêutrons instrumental, com tempos de irradiação que variaram entre 3 minutos e 8 horas, foi possível determinar os elementos Na, Cl, Mn, Br, Fe, Zn, Rb, Sc, Cr, Al e Mg. Utilizando um método de separação radioquímica simples, baseado na retenção do radioisótopo  $^{24}\text{Na}$ , que é um sério interferente em coluna de HAP (pentóxido de antimônio hidratado), determinou-se ainda Cu, Zn e La.

No caso do arroz, além da análise instrumental, que permitiu determinar os elementos: As, Br, Na, K, Rb, Zn desenvolveu-se um método de separação radioquímica específico para análise de mercúrio e selênio na faixa de ppb. Esse método baseia-se na destilação dos dois elementos em meio bromídrico seguida de precipitação do selênio elementar por adição de metabissulfito de sódio e do mercúrio com sulfeto, com tioacetamida.

Foram analisados mercúrio e selênio nos padrões biológicos Bovine Liver e Bowen's Kale, tendo-se encontrado valores concordantes com os da literatura.

Foi desenvolvido também um procedimento radioquímico para a determinação dos elementos Hg, Cr, Fe, Zn, Eu, Se e Co em água potável, sendo efetuada a pré-concentração desses elementos, com exceção do selênio, em resina quelante Chelex-100. O selênio, que passa para o efluente, é reduzido a selênio elementar e retido em carvão ativado.

Dentro da linha de pesquisa de análise de alimentos foram também analisadas amostras de mel, com o objetivo de verificar se há uma relação entre a sua composição mineral e sua origem geográfica. Além disso, o mel funciona como indicador de poluição ambiental, e vem sendo bastante estudado em vários países da Europa, após o acidente de Chernobyl. Pela análise instrumental determinou-se os seguintes elementos: Br, Ca, Au, Sb, Cs, Rb, Zn, Sc, Fe, Co e La.

Atualmente estão em fase de estudo novos métodos para análises radioquímicas de elementos tais como Hg, As, Cd, Sb e Cu em alimentos. A separação radioquímica envolve a dissolução das amostras em bombas de teflon, em mistura ácida. Após a remoção dos principais interferentes, com o uso de trocador inorgânicos, como o HAP (pentóxido de antimônio hidratado) e TIP (fosfato de titânio), pretende-se separar os elementos de interesse em grupos utilizando resinas trocadoras de íons.

Outro método a ser estudado consiste na extração de Hg e Cu com ditizona, seguida pela separação de Hg com trioctilamina (TOA). As, Cd e Zn serão extraídos com dietilditiocarbamatos.