



Livro Resumo 2025

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXXI Seminário Anual PIBIC
XXII Seminário Anual PROBIC
XV Seminário Anual PIBITI



26 e 27 de novembro de 2025



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



Análise por ativação com nêutrons de embalagens plásticas de medicamentos

Larissa Fernandes da Cruz e Mitiko Saiki
IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

INTRODUÇÃO

Os plásticos têm sido amplamente utilizados na área da saúde devido às suas propriedades como leveza, resistência química e viabilidade econômica, sendo aplicados em embalagens de medicamentos, seringas e dispositivos médicos. Entretanto, milhares de substâncias presentes em plásticos, incluindo aditivos e metais pesados, têm suscitado preocupações devido à sua toxicidade e risco de lixiviação para medicamentos, com potenciais impactos à saúde humana.

Diante desse cenário, torna-se essencial a análise de embalagens plásticas utilizadas na indústria farmacêutica, a fim de identificar e quantificar os constituintes inorgânicos nelas presentes. Entre as técnicas disponíveis, a Análise por Ativação com Nêutrons (NAA) destaca-se por sua elevada sensibilidade, baixo risco de contaminação e capacidade multielementar permitindo a detecção de elementos em níveis de traço e ultratraço.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi aplicar a NAA na análise de embalagens plásticas de medicamentos, bem como a qualidade dos resultados por meio da análise de materiais de referência certificados (MRCs).

METODOLOGIA.

As três amostras de frascos de medicamentos analisados, adquiridas de usuários dos produtos, foram de embalagens de colírio. Quando o frasco e a sua tampa foram de cores diferentes, foram analisados separadamente. Os MRCs analisados foram: material de polietileno de alta densidade (BCR-681), da

Commission of the European Communities, e Mixed Polish Herbs (INCT-MPH-2) do Institute of Nuclear Chemistry and Technology.

As embalagens de medicamentos foram higienizadas para remoção de resíduos do medicamento, cortadas em pequenos fragmentos e, posteriormente, submetidas a nova limpeza. Aproximadamente 160 a 200 mg de cada amostra foram irradiados por 8 h junto com os padrões sintéticos no reator nuclear IEA-R1 sob fluxo de nêutrons térmicos da ordem de $4 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. As atividades gama foram medidas em detector HPGe da Canberra acoplado a um analisador digital de espectro. Os radioisótopos dos espectros gama foram identificados pela energia de raio gama característico e a meia-vida. As frações mássicas dos elementos foram calculadas pelo método comparativo [1].

RESULTADOS

Na TABELA 1, os resultados obtidos para os MRCs BCR 681 e INCT-MPH-2, juntamente com os valores do certificado, indicam uma boa concordância para a maioria dos elementos, com erros relativos (ER) e desvios padrão relativos (DPR) inferiores a 10%.

Na TABELA 2, os resultados das embalagens plásticas de colírios apresentaram para a maioria dos elementos uma boa precisão. Os frascos da Embalagem 2 apresentaram frações mássicas de Zn mais elevadas que as tampas. As tampas da Embalagem 2 apresentaram resultados de Na mais elevados do que os frascos das Embalagens 1 e 2. Elementos como Br, Cr e Sb também foram detectados, porém em teores mais baixos.

TABELA 1. Frações Mássicas Médias de Elementos (em $\mu\text{g g}^{-1}$) Obtidos nos MCRs BCR-681 e INCT-MPH-2, e Valores do Certificado.

| Elementos | MCR BCR-681 | | | | MCR INCT-MPH-2 | | | |
|-----------|-----------------|--------|-------|--------------------------|-----------------|--------|-------|--------------------------|
| | M \pm DP* | DPR, % | ER, % | Valor do certificado [2] | M \pm DP* | DPR, % | ER, % | Valor do certificado [3] |
| As | 3,16 \pm 0,05 | 1,6 | -19,6 | 3,93 \pm 0,15 | 0,24 \pm 0,06 | 25,0 | 24,6 | 0,191 \pm 0,023 |
| Ba | 269 \pm 15 | 5,6 | - | (306)** | (***) | - | - | - |
| Br | 93,3 \pm 5,5 | 5,9 | -4,8 | 98 \pm 5 | 7,78 \pm 0,49 | 6,3 | 0,9 | 7,71 \pm 0,61 |
| Cd | 21,1 \pm 2,3 | 10,9 | -2,9 | 21,7 \pm 0,7 | (***) | - | - | - |
| Cr | 15,7 \pm 0,9 | 5,8 | -11,2 | 17,7 \pm 0,6 | 1,79 \pm 0,11 | 6,3 | 6,0 | 1,69 \pm 0,13 |
| Na | (***) | - | - | - | 427 \pm 55 | 12,9 | - | (350)** |
| Sb | 0,88 \pm 0,18 | 20,4 | - | (0,82)** | 0,07 \pm 0,01 | 13,7 | 6,2 | 0,065 \pm 0,091 |
| Zn | (***) | - | - | - | 31,3 \pm 1,7 | 5,4 | -6,6 | 33,5 \pm 2,1 |

*M \pm DP = Média das frações mássicas e desvio padrão de 2 a 4 determinações; DPR = Desvio padrão relativo; ** - números entre parênteses indicam valores informativos; *** - indica valor não determinado.

TABELA 2. Frações Mássicas Médias de Elementos (em $\mu\text{g g}^{-1}$) em Embalagens Plásticas de Medicamentos.

| Elementos | Frasco Embalagem 1 | | Frasco Embalagem 2 | | Tampa Embalagem 2 | |
|-----------|--------------------|--------|--------------------|--------|---------------------|--------|
| | M \pm DP* | DPR, % | M \pm DP* | DPR, % | M \pm DP* | DPR, % |
| Br | 0,059 \pm 0,005 | 8,5 | 0,39 \pm 0,01 | 3,2 | 0,23 \pm 0,02 | 7,3 |
| Cr | 0,87 \pm 0,02 | 2,5 | 0,11 \pm 0,01 | 8,3 | 0,19 \pm 0,02 | 11,6 |
| Na | 29,3 \pm 1,4 | 4,6 | 1,73 \pm 0,22 | 12,5 | 369 \pm 82 | 22,1 |
| Sb | 0,076 \pm 0,005 | 6,8 | 0,010 \pm 0,001 | 8,9 | 0,0056 \pm 0,0001 | 2,1 |
| Zn | 206,6 \pm 1,9 | 0,9 | ND | - | 163 \pm 10 | 6,3 |

*M \pm DP = Média das frações mássicas e desvio padrão de 2 a 4 determinações; ND = não detectado.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos confirmaram a viabilidade da aplicação da NAA na análise de embalagens plásticas, uma vez que os MRCs apresentaram boa precisão e exatidão. As embalagens plásticas analisadas apresentaram Na e Zn em frações mássicas mais elevadas, enquanto Br, Cr e Sb foram detectados em baixos teores.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq – CNEN

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] De Soete, D.; Gijbelts, R.; Hoste, J. Neutron activation analysis, Wiley Interscience, 1972.

[2] Lamberty, A.; Van Borm, W.; Quevauviller, P. Fresenius Journal of Analytical Chemistry, v. 370, p. 811-818, 2001.

[3] Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Polish certified reference material for multielement trace, INCT, 2002.