

Aplicação do Irradiador de nêutrons com fontes de AmBe para determinação de elementos inorgânicos em fertilizantes comerciais

Tufic Madi Filho^{1,2}, Maria José Aguirre Armelim¹, Paulo Marcelo Marangon Fulas¹, Anderson Ricardo Trevizam³, Rubens César Lopes Figueira²

1 – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN-SP
Cidade Universitária, Travessa R, 400 CEP: 05508-900 – São Paulo - SP – Brasil

tmfilho@ipen.br

2 - Universidade Cruzeiro do Sul -UNICSUL
Av. Dr. Ussiel Cirilo 225 – CEP: 08060-070

3 – Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP
Piracicaba - Sao Paulo

RESUMO

O uso racional de fertilizantes, na correção da fertilidade do solo contribui para o aumento da produção agrícola, utilizando as mesmas áreas anteriormente disponíveis. Podendo melhorar a qualidade dos produtos com custos reduzidos. Torna-se, portanto necessário o conhecimento das características químicas dos corretivos utilizados para otimizar sua aplicação evitando excessos ou deficiências. As características estudadas geralmente se restringem aos nutrientes essenciais para a nutrição de plantas e animais, como por exemplo: Mn, Zn, P, K, Cu, e aos denominados tóxicos como, por exemplo: As, Cd, Hg, Pb.

O método de análise por ativação com nêutrons (NAA) é uma técnica não destrutiva altamente sensível para a determinação da composição elemental do material analisado. Tem sido particularmente útil na determinação simultânea de elementos inorgânicos em amostras complexas de diversas naturezas. Vários métodos de análise por ativação são utilizados, dentre eles os métodos: comparativo e o absoluto.

Neste trabalho foram feitas análises de fertilizantes comerciais, aplicando o método de absoluto, para isso as amostras foram submetidas a um fluxo de nêutrons gerados por um irradiador que utiliza duas fontes de AmBe de 592 GBq de Amerício.

Os resultados obtidos foram comparados com os obtidos, na análise pelo método comparativo, desses materiais submetidos a nêutrons gerados no reator IEA-R1.

1. INTRODUÇÃO

O contínuo crescimento da população mundial leva obviamente a necessidade de aumento na produção de alimentos. Em função do comércio internacional os produtos agrícolas precisam ter boa qualidade e serem competitivos economicamente [1].

Os solos que desempenham papel fundamental no crescimento de plantas atuam como fonte de nutrientes os quais são considerados essenciais para a sustentação de organismos e seus desenvolvimentos normais. O excesso ou falta de nutrientes podem resultar na inibição do

desenvolvimento. Os nutrientes apresentam uma faixa de concentração ideal à vida dos organismos e não são ecologicamente substituíveis. Os micros elementos, em especial, tornam-se tóxicos quando presentes em excesso, desequilibrando o balanço energético [1, 2].

Torna-se, portanto necessário o conhecimento das características químicas dos corretivos utilizados para otimizar sua aplicação evitando excessos ou deficiências. As características estudadas geralmente se restringem aos nutrientes essenciais para a nutrição de plantas e animais, como por exemplo: Mn, Zn, P, K, Cu, e aos denominados tóxicos como, por exemplo: As, Cd, Hg, Pb.

Sistemas para irradiação de material (Irradiador) utilizando fontes nêutrons tais como: (a) AmBe, (b) PuBe e (c) ^{252}Cf , tem sido utilizados para análise de diferentes tipos de materiais [3, 4, 5]. Dispensando assim, o uso de Reatores Nucleares, tornando as análises mais rápidas e menos custosas.

Devido às características do Irradiador utilizado para análise por ativação pelo método absoluto, foi determinada a quantidade de Mn, Zn e Cu em amostras de fertilizantes comerciais.

A análise desses materiais é relevante, pois sua falta ou excesso podem prejudicar a saúde, e nem sempre os valores fornecidos pelos fabricantes corresponde com os obtidos nas análises.

O *manganês* é um elemento essencial para o organismo humano, participa da ativação de enzimas e na formação de ossos e cartilagens. Desse modo sua deficiência pode causar distúrbios como ossos e cartilagens frágeis, degeneração dos discos espinhais, câncer, diminuição da fertilidade, diminuição do crescimento e prejuízo para as funções cerebrais. Por outro lado, o manganês em excesso torna-se tóxico podendo provocar alguns distúrbios como: anorexia, fraqueza, apatia, comportamento violento, tremores simulando Parkinson e depressão [6].

O *zinco* é considerado um elemento traço essencial na alimentação, pois está associado à produção de insulina, é componente de enzimas catalisadoras para a transformação ácido-base. Está ainda relacionado com a síntese do DNA e RNA. Assim o Zn em quantidades inferiores às necessárias pode provocar deficiências como: retardo no crescimento, lesões de pele, dificuldades de cicatrização. Mas, seu excesso pode causar febre, náuseas, vômitos e diarreia [6].

A deficiência de *cobre* no organismo pode ser constatada por manifestações tais como: anemia, defeitos na formação do tecido conectivo, queratinização e pigmentação deficientes. Mas, sua ingestão em grandes quantidades é prejudicial ao organismo, e o efeito nocivo mais pronunciado pelo excesso de cobre é a doença de Wilson, caracterizada pela falta de coordenação, ataxia e deteriorização mental progressiva. [6].

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O irradiador é um arranjo experimental de pequeno porte que opera com fontes de nêutrons, tem forma de um cilindro de aproximadamente 1,20m de comprimento por 0,85m de diâmetro. Possui um tubo coaxial ao longo de seu comprimento por onde são colocadas as amostras a serem irradiadas e duas cavidades cilíndricas, diametralmente opostas, onde são colocados cilindros de polietileno com as fontes de AmBe., Fig. 1.

O fluxo de nêutrons fornecido pelo irradiador foi obtido usando a técnica ativação de folhas de ouro [7]. O valor obtido para fluxo térmico foi de $3,75 \cdot 10^3 \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ [8].

A determinação da atividade dos materiais irradiados foi feita usando um sistema de medidas utilizando detector HPGe.



Figura. 1 – Foto do Irradiador com detalhes da posição da fonte de nêutrons.

Inicialmente foram irradiados padrões de Mn, Zn e Cu para obtenção do fator de correção utilizado na equação 1. Equação esta, utilizada para calcular a fração do isótopo de interesse na amostra analisada.

$$F = \frac{C_{OBS} \cdot M \cdot \lambda}{N \cdot \sigma \cdot \epsilon \cdot m \cdot f \cdot f_{\gamma} \cdot (1 - e^{-\lambda t_i}) \cdot e^{-\lambda t_c} \cdot (1 - e^{-\lambda t_c}) \cdot F_c} \quad (1)$$

sendo:

C_{obs} = contagem observada;

M = massa atômica do elemento;

λ = constante de decaimento;

ϵ = eficiência do sistema de medidas;

$N = 6.02 \cdot 10^{23}$ (número de Avogadro);

σ = seção de choque, em cm^2 ;

m = massa da amostra, em gramas;

f = fração do isótopo alvo;

F = Fração do isótopo na amostra, quando a amostra é um composto;

f_{γ} = fração de decaimento gama ;

t_i = tempo de irradiação;

t_c = tempo de espera entre o fim da irradiação e o começo da contagem;

t_c = tempo de contagem;

F_c = fator de correção.

Foram irradiadas amostras de fertilizante denominado fritas (fritted trace elements ou F.T.E). Os fertilizantes caracterizados como “fritas” vendidos no Brasil não possuem a característica das fritas, essas tem os micronutrientes fundidos com silicatos, e as vendidas no Brasil são constituídos de uma mistura de micronutrientes [9]. Os resultados obtidos foram comparados com os valores obtidos para essas amostras irradiadas sob nêutrons do Reator IEA-R1.

Os parâmetros experimentais para a determinação de grandezas de interesse, do mesmo modo que as contagens, são afetados por desvios. Para determinação dos erros foi aplicada a

equação 2 dada pela expressão: $\sigma_u^2 = \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 \sigma_x^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 \sigma_y^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 \sigma_z^2 + \dots, (2)$

3. RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a comparação entre os valores obtidos para a *fração do isótopo na amostra* pelo método absoluto utilizando o Irradiador e o pelo método comparativo usando nêutrons do Reator IEA – R1. A Figura 2 mostra relação entre os dados obtidos pelos dois métodos: absoluto e comparativo.

Tabela 1. Valores obtidos para quatro amostras de “fritas”.

Amostra	Elemento	Fração do isótopo na amostra Método Absoluto ($\mu\text{g/g}$)	Fração do isótopo na amostra Método Comparativo ($\mu\text{g/g}$)	Erro (%)
Fritas 1	Mn	606 \pm 2	597 \pm 6	1,5
	Cu	75318 \pm 529	75785 \pm 7517	-0,62
	Zn	412151 \pm 955	412092 \pm 14017	0,02
Fritas 2	Mn	902 \pm 3	845 \pm 10	6,75
	Cu	49908 \pm 474	49005 \pm 4893	1,84
	Zn	528826 \pm 1170	500000 \pm 40000	5,76
Fritas 11-	Mn	140405 \pm 21	136756 \pm 5750	2,67
	Cu	54962 \pm 382	53036 \pm 6951	3,63
	Zn	98803 \pm 395	99044 \pm 4161	-0,24
Fritas 27	Mn	51650 \pm 13	51124 \pm 1384	1,03
	Cu	19301 \pm 192	18446 \pm 3060	4,63
	Zn	166287 \pm 426	162950 \pm 9290	2,05

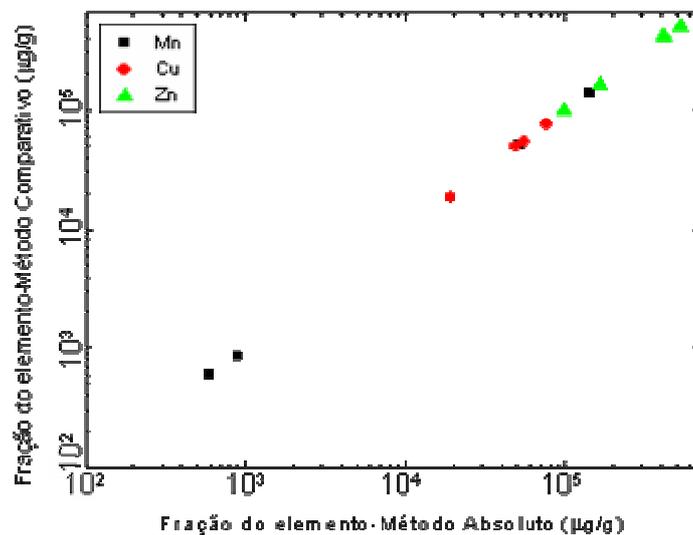


Figura 2 – Relação entre os Valores obtidos pelos métodos comparativo e absoluto para Mn, Cu e Zn

4. CONCLUSÃO

Dos valores obtidos podemos concluir que o Irradiador é eficiente é uma opção de baixo custo não necessitando de padrões a cada análise. A relação entre os valores obtidos pelos dois métodos é boa, desvio máximo de 6,75 %. Por sua geometria, o Irradiador, permite a irradiação de amostras de grandes dimensões, e podendo ser montado em laboratórios torna a análise mais rápida e independente de serviços de um Reator Nuclear.

REFERÊNCIAS

1. Trevizan A. R., Abreu J C.H., Armelin M. J. A., Villanueva F. C. A., Saiki M.. “Contaminantes em fertilizantes comerciais brasileiros del tipo “fritas”” .
2. Primavesi O., Piasentim R. M., Armelin M. J. A., Primavesi A. C.. “Caracterização multielementar de insumos agrícolas, em sistema intensivo de produção animal, pelo método de análise por ativação com nêutrons”. Revista de Agricultura, v. 78 n. 2, p. 239-254, 2003.
3. Çeitner, M. et al. Automation of a Pneumatic System by Controlling a Microcomputer Equipped with a Custom Add on Board for Neutron Activation Analysis. Appl. Radiat. Isot. Vol. 48, nº 3, pp. 397-402, 1997.
4. Borsaru, M.; Jency, Z.; Application of PGNAAs for bulk coal sample in a 4π geometry. Appl. Radiat. Isot. (2001) 519-526.
5. Eissa, N. B. et. al.; Investigation of an Egyptian Phosphate Ore Sample by Neutron Activation Analyses Technique. Radiat. Phys. Chem. Vol. 47.No. 5, pp. 705-708, 1996.
6. Santos Júnior A. F.. Determinação de Mn, Cu e Zn em matrizes salinas após separação e pré-concentração usando amberlite XAD-7 impregnada com vermelho de alizarina S. Qim. Nova vol. 25, no. 6B, p. 1086-1090, 2002.
7. Bitelli, D.U. Medida e cálculo da distribuição espacial e energética de nêutrons no núcleo do Reator IEA-R1. São Paulo. Tese – Mestrado – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. 1988.
8. Lima, R.B. Avaliação experimental do fluxo de nêutrons de um irradiador com fontes de AmBe e sua possibilidade de uso em análise de materiais. São Paulo. Tese – Mestrado – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. 2003.
9. Alcarde J. C., Vale F.. Avaliação química de fertilizantes com micronutrientes comercializados no Brasil (CD). In: Congresso Latinoamericano de la ciência del suelo. 14. Pucon – Chile. 1999. Clacs99. Anais. Temuco: Universidade de La Frontera. 1999.