

Análise de Impurezas Radionuclídicas para o Radiofármaco Na^{[123]I} utilizando a Espectrometria Gama

Miriam Tainá Ferreira de ARAÚJO¹, Ronaldo Lins da SILVA¹, Roberto POLEDNA¹, José Ubiratan DELGADO¹, Érica de Araújo Lima de ANDRADE¹, Antônio Eduardo de OLIVEIRA¹, Adilson Silva LARANJEIRAS¹, Ana Maria Silveira BRAGHIROLI²

¹ Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Av. Salvador Allende, s/nº, Bairro: Recreio dos Bandeirantes, CEP: 22780-160 – Rio de Janeiro; ² Instituto de Engenharia Nuclear, Rua Hélio Almeida, 75, Cidade Universitária – Ilha do Fundão – Rio de Janeiro – RJ.

E-mail: miriam@bolsista.ird.gov.br

Resumo: Durante o processo de fabricação de um Radiofármaco podem ser geradas impurezas de natureza radionuclídica. Com a necessidade de atender os padrões da ANVISA que recomenda aplicações de doses em pacientes tão baixas quanto exequíveis, advém à preocupação com uma “dose extra” que pode provir dessas impurezas radionuclídicas geradas no processo de produção e ou manipulação. Para o Na^{[123]I} fornecido pelo IEN é importante quantificar sua principal impureza, ¹²¹Te, bem como conhecer com maior precisão os parâmetros relacionados ao esquema de decaimento, uma vez que os dados constantes na literatura apresentam discrepâncias.

Palavras-chave: Na^{[123]I}, Impurezas Radionuclídicas, Espectrometria Gama, Rastreamento.

Abstract: During the process of manufacturing a radiopharmaceutical radionuclide impurities nature can be generated. With the need to meet the standards of ANVISA recommends that applications of doses as low as feasible in patients, the concern comes with a "boost" that can come from these radionuclídic impurities generated in the production process and or manipulation. For Na^{[123]I} provided by IEN is important to quantify its major impurity, ¹²¹Te as well as gaining a better understanding of the parameters related to the decay scheme, since the data in the literature show discrepancies.

Keywords: Na¹²³I, Radionuclidic Impurities, Gamma Spectrometry.

1. Introdução

A aplicabilidade do Na¹²³I é bastante presente em Medicina Nuclear, mais especificamente no

tratamento do câncer de tireoide e na obtenção de Radiodiagnóstico. Minimizar a quantidade de impurezas nos radiofármacos otimiza a qualidade dos diagnósticos por imagem quanto à resolução.

1º Congresso Brasileiro de Metrologia das Radiações Ionizantes, Rio de Janeiro/RJ, novembro de 2014

Considerando que o Na[^{123}I] possui meia-vida curta, torna-se uma opção viável para este tipo de aplicação em Medicina Nuclear. Ele decai por captura eletrônica e possui meia-vida de 13,2 horas e é um emissor γ na faixa de 159 keV com $P_{\gamma} = 97\%$. Em seu decaimento são emitidos raios-x de baixa energia (em torno de 32 keV) com probabilidades de emissão consideráveis (na ordem de 45%).

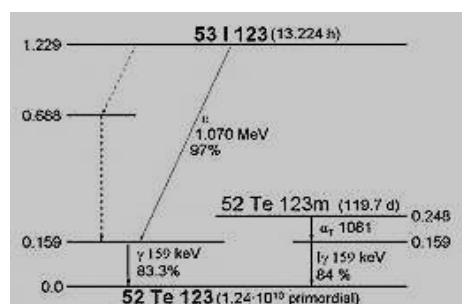


Figura 1: Esquema de decaimento do ^{123}I

O método de produção do ^{123}I ultra puro, é feito a partir da reação: $^{124}\text{Xe}(p, 2n)^{123}\text{Cs} \rightarrow ^{123}\text{Xe} \rightarrow ^{123}\text{I}$ ($t_{1/2} = 13,02$ h), com prótons de 24 MeV. O processamento é realizado em uma célula específica, tendo início 6 horas após a irradiação de forma a permitir o máximo de decaimento do ^{123}Cs e ^{123}Xe . Os dados da fonte fornecida pelo IEN encontram-se descritos na tabela abaixo:

Tabela 1: Dados de fabricação da fonte Na ^{123}I

Material: iodo-123-iodeto de sódio (NaI) – líquido UN2915
Atividade (MBq): 107,74 (2,91 mCi)
Volume (ul): 30
Data: 14/05/2014
Hora: 10:05
Lote: I1505141

2. Metodologia

Foram adotados os métodos da curva de eficiência e lei do decaimento natural para a obtenção da grandeza Atividade tanto o ^{123}I quanto para prováveis impurezas presentes como, por exemplo, o ^{121}Te . BRINKMAN *et al*[1], em uma de suas referências faz um outro tipo de

abordagem para determinar a Atividade do I^{123} pelo método pico-soma. DELGADO, J. U. [2] faz menção à probabilidades de emissão gama por Espectrometria que complementam a abordagem feita por este estudo.

2.1 Sistema de Espectrometria Gama

Segundo DELGADO, J. U. [2], a identificação de radionuclídeos pelos espectros gama se dá através da determinação das energias dos fotopicos de acordo com a posição que ocupam no espectro de um sistema calibrado. Os sistemas de análise de espectrometria gama empregam-se, geralmente, detectores semicondutores de germânio devido ao seu alto poder de resolução em energia que compensa a baixa eficiência apresentada pelos detectores de NaI(Tl).

Para realizar o experimento, foi utilizado um detector de Germânio Planar, modelo GMX 70 P495 70% com Tensão de -4500V, série 51-TN50979A e eletrônica associada, cujo esquema pode ser visto na Fig. 2.

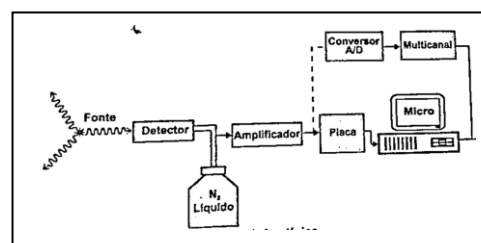


Figura 2: Eletrônica de detecção

2.3 Curva de Eficiência

A curva de Eficiência aplicada á Espectrometria Gama torna possível a obtenção do valor da Atividade de uma radionuclídeo com energias compreendidas numa faixa energética abrangida pelas energias de emissão relacionadas a cada padrão de contagem, na forma de dados experimentais. De posse de alguns padrões radionuclídicos disponíveis no SEMRA

(LNMRI)-IRD, tais como ^{60}Co , $^{166\text{m}}\text{Ho}$, ^{134}Cs , ^{207}Bi , ^{57}Co , ^{133}Ba foi possível compor a curva com 44 pontos experimentais.

A representação matemática da combinação dos principais parâmetros é dada por:

$$\varepsilon = \frac{\text{Área}}{Tv \times \text{Ativ}(P) \times P_{\gamma}} \quad (5)$$

Onde, Tv é o tempo vivo, $\text{Ativ}(P)$ é a atividade do padrão, e P_{γ} a probabilidade de emissão γ para cada radioisótopo.

3. Procedimentos Experimentais

A Fig. 3 representa a curva de eficiência obtida, em função da energia de emissão:

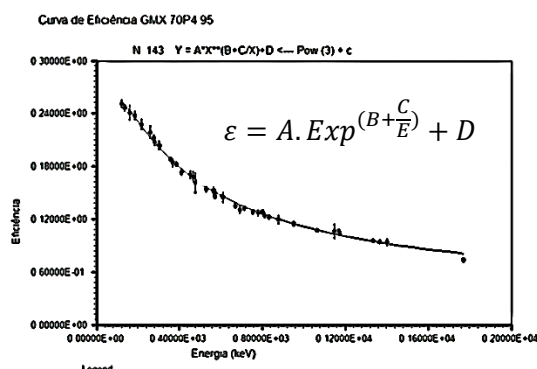


Figura 3: Curva de eficiência

Em que $\varepsilon = \text{Exp}^{(B+\frac{C}{E})} + D$ é a função que melhor descreve a curva acima, dado pelo programa LABFIT[®]. Assim pode-se determinar a atividade do ^{123}I e do ^{121}Te (impureza) por meio do conhecimento das eficiências de detecção obtidas pela interpolação das respectivas energias. Para isto procedeu-se com um ciclo de 100 medições para aquisição dos espectros utilizando o programa MAESTRO[®]. Depois, estabeleceu-se um limite a partir do qual o tempo morto permanece estável. Os espectros levantados permitem observar as principais energias dos radionuclídeos e identificar quais deles estão presentes na amostra.

4. Resultados

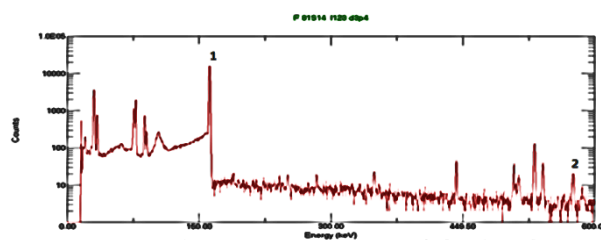


Figura 3. Espectro resultante do Na^{123}I

No espectro da Fig. 3 observa-se a presença do ^{123}I (1) e a impureza (^{121}Te) representada por (2). Uma vez determinadas previamente as energias para os dois radionuclídeos foi calculada a Atividade a partir da eficiência para cada energia. Os valores das Atividades bem como as respectivas incertezas encontram-se na Tab. 3.

Tabela 3. Resultados para o ^{123}I

Medida	I123 Atividade	Ua	Ub	Ut	T. morto %
0,0	80,18	0,06	0,52	0,52	28,07
20	82,04	0,08	0,08	0,11	10,88
40	82,74	0,13	0,52	0,54	4,07
60	83,37	0,22	0,52	0,56	1,58
80	83,20	0,38	0,52	0,65	0,69
99	83,65	0,67	0,52	0,84	0,39
Atividade Média MBq/g	82,53	0,81	1,16	1,42	

Tabela 4. Resultados para o ^{121}Te

Medida	Te121 Atividade	Ua	Ub	Ut	T. morto %
0,0	18,87	1,00	0,85	1,31	28,07
20	18,37	0,72	0,85	1,11	10,88
40	17,72	0,67	0,85	1,08	4,07
60	17,09	0,68	0,85	1,09	1,58
80	16,42	0,69	0,85	1,09	0,69
99	16,01	0,69	0,85	1,09	0,39
Atividade Média kBq/g	17,41	1,84	2,07	2,77	

Também foram calculados valores de Atividades para outros métodos disponíveis no laboratório levando em conta o fator de diluição, de acordo com a Tab. 2.

Tabela 2: Valores de Atividade do ^{123}I

ATIVIDADE (MBq)	
Câmara de Ionização IG11 E IG12	20,422 ± 0,216 (k=1)
CIEMAT – NIST	19,703 ± 0,980 (k=1)
GERMÂNIO	19,729 ± 0,245 (k=1)

5. Conclusão

Diante dos resultados obtidos, observa-se que a Atividade da impureza é inferior ao do radionuclídeo ^{123}I e, portanto encontra-se no nível de 1% de impureza presente na amostra prevista pela ANVISA. Além disto, ao longo do mês em que decorrem as referidas medições foi possível observar um fato novo relacionado à presença de uma segunda impureza que seria o $^{123\text{m}}\text{Te}$ de detecção bastante complexa, pois sua energia principal não se distingue com a do radionuclídeo principal (158,97 keV). Esses indícios puderam ser observados à medida que sucedeu o decaimento natural do ^{123}I . Os passos futuros serão no sentido de quantificar tal impureza e enquadrá-la de acordo com os procedimentos metrológicos.

5. Agradecimentos

É inestimável a importância da colaboração de tantos setores importantes e da parceria desenvolvida com instituições como o IEN. Esperamos que a parceria se dê de modo contínuo e crescente no sentido de acrescentar conhecimentos à Ciência e Tecnologia do Brasil.

6. Referências Bibliográficas

[1] da Silva C J, Iwahara A, Moreira D S, Delgado J U and Gomes R S 2012 Appl. Radiat. Isotopes **70** 1974-1926.

[2] ORTEC MAESTRO Software V. 7.01 2013 Multichannel Analyzer Application Software.

[3] SAHA, G. B., 1997, Fundamentals of nuclear pharmacy/Gopal B. Saha.- 4thed., Springer, 1997.

[4] TAUHATA, L., 2006, Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos – 6^a revisão fevereiro/2006 – Rio de Janeiro – IRD/CNEN.

[5] LOWENTHAL, 2004. Practical Applications of Radioactivity and Nuclear Radiations. University

of New South Wales Australian Nuclear Science and Technology Organization.