

# **Determinação e quantificação de impurezas encontradas em amostra de $I^{124}$ usando a espectrometria gama.**

**Ronaldo Lins da Silva, José Ubiratan Delgado, Ana Maria S.Braghirolli, Miriam Tainá Ferreira de Araújo, Adilson da Silva Laranjeira, Roberto Poledna, Eduardo de Veras, Maria Candida M. Almeida.**

## **Resumo**

O  $^{124}I$ , emissor de pósitron é produzido no IEN e usado em diagnóstico por imagem de tumores. No processo de produção desse radioisótopo aparecem impurezas, e a agência de saúde exige que o nível destas seja quantificado. Estes radionuclídeos emitem radiação gama e raios-x, possibilitando a identificação e quantificação por meio da espectrometria gama. Com o uso de detector HPGE, associado à curva de eficiência, permitiu identificar  $^{125}I$  e  $^{126}I$ . Os teores de impurezas medidos na amostra analisada ficaram na ordem de 0,5% e 90%, respectivamente, indicando a viabilidade do método para controlar a qualidade do radiofármaco.

## **INTRODUÇÃO**

O avanço tecnológico nas últimas décadas tem revolucionado a área de saúde, principalmente o diagnóstico por imagem em medicina nuclear. O uso de tomógrafo por emissão de pósitron, conhecidos por PET, permite diagnosticar e tratar tumores no início do seu desenvolvimento.

Esses radioisótopos são gerados em cíclotrons que em alguns casos ficam distantes das clínicas

que os utilizam, para atender essa demanda cada vez mais crescente os centros de pesquisas buscam produzir radioisótopos emissores de pósitron com meia-vida maior que as usuais. O Instituto de Engenharia Nuclear vem realizando estudos para viabilizar a produção de forma inédita o  $I^{124}$ , que tem meia vida de cerca de quatro dias. O decaimento se dá por emissão de pósitrons (23,3%) e captura eletrônica (76,7%) para o  $Te^{124}$ , e apresenta cerca de 73 linhas

gama e em especial uma linha de 511 keV com uma probabilidade alta. O fato de ter uma meia vida de quatro dias o torna ideal para o uso em PET instalado em locais distantes do centro de fabricação. O conhecimento preciso da atividade do radionuclídeo bem como a quantificação de possíveis impurezas deve ser determinado com melhor precisão possível, seguindo exigências da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA.

O Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes, LNMRI, mantém um acordo com o Instituto de Engenharia Nuclear onde tem ao longo dos anos calibrado a nível metrológico e identificado possíveis impurezas em vários radiofarmacos produzidos por esse instituto.

Em de março de 2014, foi solicitado à calibração de uma determinada quantidade de  $I^{124}$ , assim como a determinação de possíveis impurezas contidas na amostra.

Através da espectrometria gama foi encontrado as linhas correspondentes ao  $I^{124}$ , bem como as do  $I^{125}$  e  $I^{126}$ , através de uma curva de eficiência

confeccionada para o detector usado, foram determinadas as atividades de todos os três radionuclídeos encontrados na amostra.

## Metodologia

Com a amostra de  $I^{124}$  foi confeccionadas três fontes na geometria puntiforme e uma na geometria ampola.

O uso de um detector de germânio de alta pureza, associado à instrumentação nuclear adequada, o programa Maestro, uma calibração em eficiência conseguida com auxílio de programa de ajuste de curvas, LABFIT, possibilitou obter a atividade bem como identificar e quantificar as impurezas contidas na amostra.

As fontes foram posicionadas com auxílio de espaçadores a uma determinada distancias do detector a fim de ser levantado o espectro. A análise do espectro possibilitou identificar todos os fotopicos e determinar dos radionuclídeos. Com o auxílio da curva de eficiência foi determinada a atividade de cada

elemento identificado na amostra.

Resultado e discussão

As fontes confeccionadas na geometria puntiforme serviram para a determinação das impurezas e atividades. O padrão ampola serviu para confirmar ao longo do tempo as impurezas com meia-vida maiores, isso devido ao fato de ser permitido colocar maior quantidade de material e consequentemente ficar com atividade compatível para o estudo.

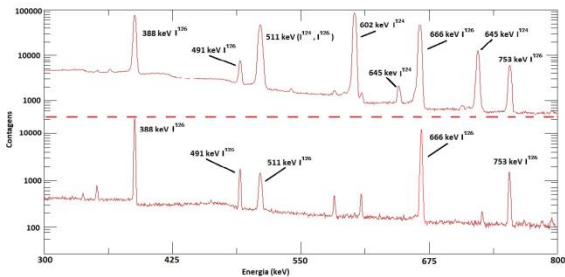


FIGURA 1 espectro  $I^{124}$  e suas impurezas  $I^{125}$ ,  $I^{126}$

As fontes puntiformes foram medidas por tempos iguais no detector de germânio e seus espectros analisados com ajuda do programa Maestro da ORTEC. Foram encontrados como impurezas o  $I^{125}$  e  $I^{126}$ , geradas no processo de fabricação do  $I^{124}$ .

$I^{124}$

A atividade do  $I^{124}$  foi calculado usando curva de eficiência

Radionuclídeo	Atividade (kBq/g)	$u_A$ (%)	$u_B$ (%)	$u_t$ (k=2) (%)
$I^{124}$	1118,82	0,37	1,5	3,0
$I^{125}$	5,6	1,0	1,2	3,1
$I^{126}$	1096,28	0,70	9,5	19,1

$I^{125}$

É um radionuclídeo que decai 100% por captura eletrônica e tem a meia-vida de 59,39 dias, em seu decaimento aparecem cinco linhas de raios-x e uma energia gama de 35 keV. O fato que essa energia de 35 keV fica próxima às linhas de raios-x dos demais radionuclídeos, dificultou a identificação e consequentemente a determinação da atividade do  $I^{125}$ .

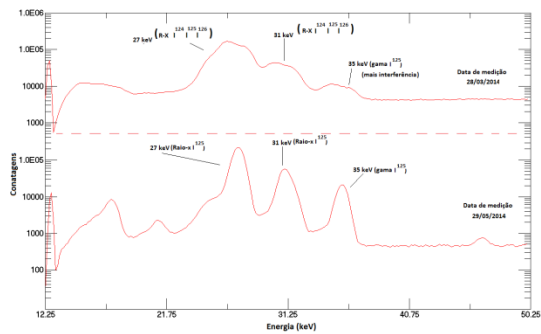


FIGURA 2 Comparação entre espectro em diferentes datas

A curva de eficiência só foi usada para energias acima de 100keV, pois não se percebeu em primeiro momento que a energia gama de 35keV fosse proveniente de uma impureza e sim algum tipo de fluorescência. Somente após o decaimento do  $I^{124}$  e  $I^{126}$  é que descobriu se tratar da presença do  $I^{125}$ , isso por que a meia-vida é de 59,39 dias e continuava a aparecer no espectro.

$I^{126}$

Decai em dois ramos, para o  $Te^{126}$  ( $\beta^+$ ,  $\epsilon$ , 56,3 %),  $Xe^{126}$  ( $\beta^-$ , 43,7 %), tem meia-vida de 12,9 dias, e possui cerca de 19 linha de emissão gama e raios-x, apresenta também uma linha de 511 com pouca intensidade. Essa linha de 511 interfere na linha do  $I^{124}$ , dessa forma é preciso quantificar esse elemento com bastante precisão para ser possível estimar e abater a interferência.

Todas as atividades envolvidas foram calibradas através do uso de curva de eficiência.

Para determinar as atividades do  $I^{124}$  e  $I^{126}$  bastou observar as linhas mais intensas correspondentes ao seu decaimento, e por eficiência calcular as atividades correspondentes, foram usadas as linhas gama mais intensas.

Para o  $I^{125}$  foi necessário aguardar um tempo longo, garantindo que todos os raios-x do  $I^{124}$  e  $I^{126}$  decaíssem e não causasse interferência na linha de 35keV.

## Conclusão

Os resultados consolidados demonstra coerência, o que se conclui que a espectrometria gama usando detector de germânio é ideal para calibrar e determinar impurezas contidas em amostras de  $I^{124}$ .

É preciso estudar mais o  $I^{126}$ , visando encontrar uma forma de calibração absoluta, o que permitiria diminuir as incertezas na sua quantificação.

Para radionuclídeo de meia vida curta é importante fazer varias medidas em tempos futuros, após o decaimento de todo o elemento principal. Essa condição possibilita verificar possíveis impurezas que tenham energias próximas as do elemento em medição e que ficam mascaradas, como foi o caso do  $I^{125}$ .