

[24/09/2000 - Painel]

Sistema de Coincidências $4\pi\beta\text{-}\gamma$ para a Medida Absoluta de Atividade de Radionuclídeos Empregando Cintiladores Plásticos

AÍDA M. BACCARELLI

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

MAURO S. DIAS, MARINA F. KOSKINAS

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares: IPEN/CNEN - SP

Em Metrologia Nuclear, há muitos anos, o método de medida absoluta da atividade de radionuclídeos por coincidência $4\pi\beta\text{-}\gamma$ tem sido considerado um padrão primário, em razão de seu alto grau de exatidão e por depender apenas de grandezas observáveis para a obtenção de seus resultados. Para tanto, são usados contadores proporcionais tipo "pill-box" a gás fluente ou pressurizado, em geometria 4π sr, para medida de partículas alfas, betas, elétrons e raios-X, em conjunto com dois cintiladores de NaI(Tl) para espectrometria gama. Dois sistemas, a gás fluente e pressurizado, encontram-se em uso no Laboratório de Metrologia Nuclear (LMN) do IPEN-CNEN/SP. Apresentam eficiências beta de 95% e alfa de aproximadamente 100%. Estes sistemas operam em coincidência $4\pi\beta\text{-}\gamma$ e servem como padrões primários aos diversos sistemas de calibração secundários do LMN, constituídos por: câmaras de ionização, detectores de barreira de superfície, espectrômetros de HPGe ou Ge(Li) e cintiladores de NaI(Tl). O objetivo do presente trabalho é desenvolver um novo tipo de sistema de coincidências $4\pi\beta\text{-}\gamma$, empregando cintiladores plásticos, em geometria 4π sr para detecção beta. As vantagens de um sistema deste tipo são: dispensar o uso de materiais dispendiosos, como a mistura gasosa P-10 utilizada nos detectores proporcionais; simplificar a preparação das amostras a serem medidas, uma vez que dispensa a metalização dos filmes que servem de substrato para as fontes radioativas do sistema convencional; a fonte, uma vez calibrada, pode ser utilizada como padrão para outros sistemas de medida, o que não ocorre, por exemplo, no caso do cintilador líquido, uma vez que a fonte radioativa é perdida por estar incorporada ao material cintilador; fácil obtenção dos cintiladores plásticos, que são fabricados pelo próprio IPEN e possuem propriedades muito similares aos cintiladores comerciais tipo NE102A; variação da eficiência beta usando discriminação eletrônica no lugar de absorvedores, o que agiliza o processo. Por outro lado, os cintiladores plásticos possuem algumas características indesejáveis como, por exemplo: rendimento de luz baixo e não linear com relação à energia da radiação incidente; perdas na coleção de luz por efeitos de absorção ou espalhamento no interior do cintilador; eficiência de detecção para radiação gama que aumenta com o volume do detector. Estas características impõem um estudo minucioso do projeto do sistema de medidas, de modo a adequá-lo às condições de validade do método de coincidência $4\pi\beta\text{-}\gamma$ e implicam em uma eficiência próxima de 100% para partículas carregadas, baixa taxa de contagem de radiação de fundo, além de ser necessária uma eficiência gama constante para diferentes pontos da fonte. Um estudo foi feito para verificar qual a forma mais adequada para o cintilador plástico, sempre procurando garantir a geometria de 4π sr, facilidade para a troca da fonte radioativa e simplicidade da eletrônica utilizada. O cintilador plástico foi usinado em forma de disco, contendo uma depressão circular coaxial onde a fonte foi colocada. Para garantir geometria 4π sr, colocou-se outro disco cintilador na parte superior, possuindo o mesmo diâmetro. O disco inferior foi acoplado a uma fotomultiplicadora e dentro dele encaixada a fonte, depositada em filme de Collodion sobre arandelas plásticas ou metálicas. Para a detecção da radiação gama, usou-se um cristal de NaI(Tl). Esta geometria simplificou significativamente a troca de fonte e a eletrônica utilizada. Para medidas de coincidência existe a necessidade de que a maior parte da luz gerada pelo plástico seja detectada pela fotomultiplicadora já que, nesse método, a eficiência deverá ser próxima da unidade. Torna-se necessário portanto, detectar a luz emitida em sentido oposto ao do fotocátodo. Foram feitas medidas preliminares usando uma fonte de ^{241}Am para encontrar as dimensões mais adequadas, assim como qual deveria ser o material refletor usado para que a fotomultiplicadora pudesse detectar a luz emitida no sentido oposto a ela. Após alguns testes concluiu-se que o material refletor deveria ser teflon e que as dimensões para o disco inferior eram: 40 mm de diâmetro por 6 mm de espessura com o rebaixo coaxial de 20 mm de diâmetro e 3 mm de profundidade. O disco usado para tampar o conjunto possuía 40 mm de diâmetro e 3 mm de espessura. Utilizou-se um circuito eletrônico associado onde os sinais gerados tanto pelo cintilador plástico como pelo cristal foram amplificados e analisados em multicanal. Foram feitas medidas de coincidência usando-se fontes de ^{241}Am , ^{60}Co as quais mostraram eficiência alfa de 94,6% e a eficiência beta de 60%, respectivamente. Ensaios também foram feitos usando-se duas fotomultiplicadoras, uma para cada disco de cintilador plástico, sendo desta forma o cristal de NaI(Tl) colocado lateralmente. Os resultados encontrados com essa segunda montagem não apresentaram aumento significativo das eficiências. Optou-se pelo uso da primeira geometria e medidas foram feitas com fonte de ^{241}Am , variando a eficiência por meio de discriminação eletrônica, a fim de obter-se a curva de atividade aparente em função da ineficiência alfa, cuja extrapolação para ineficiência zero fornece o valor da atividade da fonte. Os resultados foram satisfatórios. Devem ser efetuadas medidas de coincidência para verificar as características do processo. Uma vez desenvolvido o sistema de medidas, seus resultados serão comparados aos obtidos pelos sistemas de coincidência convencionais, por meio da calibração de diversos radionuclídeos emissores $\alpha\text{-}\gamma$, $\beta\text{-}\gamma$, X- γ ou $e^-\text{-}\gamma$.