

DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS PARA MEDIDAS DE COEFICIENTE DE ATENUAÇÃO DE MASSA PARA RADIAÇÕES IONIZANTES.

Leonardo Zabine (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Vitor Santaella Zanuto (Coorientador), Robson Ferrari Muniz (Orientador). E-mail: rfmuniz@uem.br

Universidade Estadual de Maringá - Campus Regional de Goioerê, Centro de Ciências Exatas, Departamento de Ciências, Goioerê, PR.

Física/Física da Matéria Condensada

Palavras-chave: Detectores de radiação, fator de *build-up*, blindagem de radiação

RESUMO

O projeto teve como foco a investigação dos atributos das radiações ionizantes empregando uma variedade de métodos para aprimorar a acurácia na determinação dos coeficientes de atenuação linear de materiais para blindagem. A pesquisa abordou a interação da radiação ionizante com o alumínio (Al), visando à padronização dos procedimentos de medidas, bem como na otimização do aparato para minimizar questões associadas ao fator de *build-up* da condição de “boa geometria”. Para a obtenção dos resultados, utilizamos radiações provenientes de uma fonte ionizante de Amerício-241 (^{241}Am) e ajustamos a colimação do feixe irradiante para efetuar as medidas por meio da contagem de fótons em detectores do tipo Geiger-Müller e de cintilação. Empregamos uma série de blocos de chumbo com diferentes diâmetros e configurações geométricas (colimadas entre 5 e 35 mm), buscando otimizar as aferições do coeficiente de atenuação linear. Verificamos que configurações de colimação excessivamente estreitas ou demasiadamente amplas resultaram em incoerências nos resultados. Durante a experimentação, constatamos que colimadores de chumbo com diâmetros variando entre 10 e 20 milímetros demonstraram ser eficazes para alcançar medidas precisas. No entanto, destacou-se que esses colimadores apresentaram maior eficiência quando empregados em medições realizadas ao longo de um período de três minutos. Os resultados revelam que a otimização do sistema representa um desafio crítico que envolve encontrar um equilíbrio entre o diâmetro ideal da colimação e o tempo da contagem de fótons. Essa interação está intrinsecamente ligada à presença de radiação de fundo (*background radiation*) e à sensibilidade do cintilador empregado para detecção.

INTRODUÇÃO

A proteção radiológica é fundamental para garantir a segurança nas aplicações que envolvem radiações ionizantes, como é o caso da área da saúde. Sem proteção adequada, essas radiações podem ser prejudiciais tanto para pacientes quanto para os profissionais. Os princípios de radioproteção visam minimizar danos à saúde e preservar a constituição genética da população. Um desses princípios é a utilização de materiais de blindagem, que são avaliados por meio do coeficiente de atenuação

linear (LAC). Nesse sentido, a pesquisa nesse campo exige medidas precisas do LAC e outros parâmetros como a camada semi-redutora (HVL) e a camada decirredutora (TVL).

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e otimização de dispositivos experimentais para aprimorar o processo e os resultados das quantificações relacionadas à radiação ionizante. O LAC é uma constante que reflete a fração da intensidade de radiação absorvida ou dispersa por um material, através de várias formas de interação (PEREIRA, 2011). Para comparar as medidas com o equivalente teórico, este estudo foi baseado no *software* de simulação Phy-X/PSD (ŞAKAR, 2020), que permitiu a análise de diferentes energias de radiação e materiais. Além disso, os valores teóricos foram obtidos do banco de dados do *National Institute of Standards and Technology* (NIST).

Apesar do aumento recente de pesquisas nessa área, muitas negligenciam testes experimentais, que podem não considerar aspectos que afetam sistemas reais. Fatores como radiação cósmica de fundo e geometria de medida podem influenciar nos resultados. Portanto, este trabalho visa preencher essa lacuna, desenvolvendo dispositivos experimentais e utilizando métodos que consideram não apenas a teoria, mas também a prática.

MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira fase do estudo compreendeu uma investigação abrangente sobre radiações ionizantes, princípios de radioproteção e parâmetros de medidas. Em seguida, um protocolo metodológico padronizado foi estabelecido para as medidas, empregando a fonte de radiação Amerício-241. Durante as medidas, a amostra foi posicionada acima da fonte e um detector Geiger-Müller foi acoplado a um contador de radiação Ludlum 2000, disposto verticalmente. Nessa primeira etapa, nenhuma blindagem do detector, ou geometrias de colimações foram efetivadas. Os resultados experimentais foram posteriormente confrontados com valores teóricos provenientes de simulações realizadas no Phy-x/PSD e dos dados da NIST, contribuindo para a validação e interpretação das observações práticas.

Na sequência, foram empreendidos esforços para otimizar o sistema. Isso envolveu a produção de uma série de blocos de chumbo, destinados a blindar e colimar tanto a fonte quanto o detector, visando à melhoria do desempenho do sistema. Para o aprimoramento da estrutura e inclusão dos dispositivos para medidas de atenuação, a fonte e detector foram horizontalmente posicionados, com chumbo para proteção (conforme Figura 1). Usou-se chumbo perfurado para focar radiação e explorou-se interações com o Alumínio. O cintilador Ludlum (Modelo 44-2) substituiu o detector anterior, ampliando a detecção e a sensibilidade. Foi estabelecida uma distância de 10 cm entre o cintilador e a fonte de ^{241}Am , conforme Figura 1.

Para a padronização das medidas, uma liga de alumínio naval com propriedades bem estabelecidas foi utilizada. A espessura da liga era 1,26 cm.

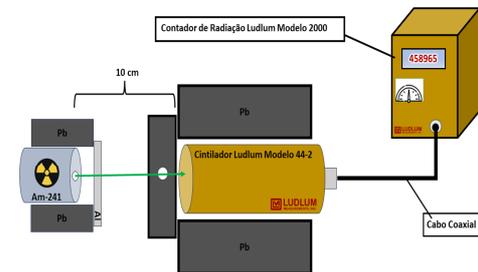


Figura 1 – Aparato experimental com dispositivos de fonte e detecção destacando o cintilador e os blocos de chumbo com diferentes dimensões de colimação.

A partir das medidas realizadas dessa espessura (x) e das contagens de fótons (I e I_0), determinamos os coeficientes de atenuação de acordo com a Equação 1.

$$\mu = - \frac{\ln\left(\frac{I}{I_0}\right)}{x} \quad (\text{Equação 1})$$

Os tempos para as contagens de fótons foram 30, 180 e 300 s. Além disso, diferentes dispositivos de colimação foram empregados para verificar sua eficácia na otimização dos resultados experimentais (colimações entre 5 e 35 mm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta o gráfico destacando os valores inerentes ao coeficiente de atenuação linear, delineados para distintas colimações e intervalos temporais de aquisição. Observa-se, como contexto visual, a presença distintiva da linha representativa do valor teórico ($0,72 \text{ cm}^{-1}$). É evidente que dentre os arranjos experimentais testados, aquele que se destacou por apresentar resultados mais congruentes com os valores teóricos foi a colimação de 15 mm. Notavelmente, o fator tempo demonstrou ter uma influência menos significativa nessa medida. Em outras palavras, além de se aproximar mais do valor teórico, esse arranjo também exibiu uma menor dispersão nas medidas em relação à variação temporal.

Os resultados menos satisfatórios surgem quando a mínima e máxima aberturas são empregadas. Especificamente, no contexto da colimação mais estreita, o desafio reside na deterioração da relação sinal-ruído, resultando em uma proximidade entre o valor obtido e a radiação de fundo. Observa-se que as medidas que mais divergem do valor teórico são os de 5 e 20 mm, o que demonstra que um feixe muito largo ou muito estreito é ruim para a realização das medidas. Outro ponto interessante é que as medidas foram mais precisas num tempo menor, provavelmente atrelado a não linearidade da radiação de fundo.

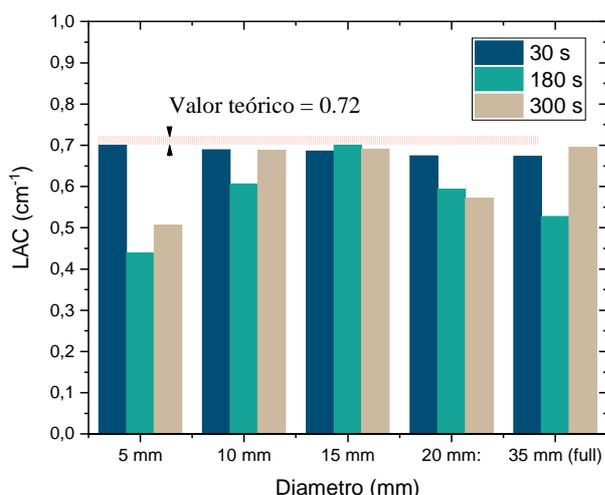


Figura 2 – Valores dos coeficientes de atenuação em função das diferentes colimações e para diferentes tempos de medida.

CONCLUSÕES

Após a pesquisa, observou-se que os dispositivos de colimação dos feixes de radiação do ^{241}Am , para o cintilador Ludlum (Modelo 44-2), foram eficazes com diâmetros medianos (aproximadamente 15 mm). Quando o feixe é muito estreito ou largo, a qualidade da medida se deteriorava. Quando o feixe se torna excessivamente estreito ou amplo, verifica-se um declínio na qualidade da medida. Esse fenômeno está intrinsecamente ligado à relação entre o sinal e o ruído, cuja dinâmica se vincula ao tempo de aquisição. Ademais, também é influenciado pela área seccional disponível do detector, que capta distintos níveis de radiação de fundo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao PIBIC/UEM, Fundação Araucária, CNPq, pelo financiamento, à Universidade Estadual de Maringá e ao LRMV/UEM pela oportunidade e ao Professor Dr. Robson Ferrari Muniz por sua orientação essencial.

REFERÊNCIAS

PEREIRA, M.O. **Metodologia de obtenção do coeficiente de atenuação de massa em matrizes biológicas**. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Nuclear) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

ŞAKAR, E. et al. Phy-X / PSD: Development of a user-friendly online software for calculation of parameters relevant to radiation shielding and dosimetry. **Radiation physics and chemistry (Oxford, England: 1993)**, v. 166, n. 108496, p. 108496, 2020. Disponível em:

32º Encontro Anual de Iniciação Científica
12º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



23 e 24 de Novembro de 2023

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969806X19307789?via%3Dihub>. Acesso em: 27 set 2023