



XI Salão de
Iniciação Científica
PUCRS

Simulação da Atenuação da Radiação Gama em Materiais empregados em Barreiras em Medicina Nuclear

Jackson Argenta¹, Cláudia Régio Brambilla¹, Ana Maria Marques da Silva¹ (orientador)

¹*Núcleo de Imagens Médicas – NIMed, Faculdade de Física, PUCRS*

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o coeficiente de atenuação mássico efetivo de materiais usualmente utilizados em blindagens para radiação gama, utilizando o programa GATE de simulação de imagens de Medicina Nuclear. Para tanto, foram realizadas simulações de barreiras de espessuras variáveis de água, chumbo, concreto, vidro plumbífero e argamassa baritada, utilizando uma fonte monoenergética de 140keV, pontual e monodirecional. Os valores encontrados não mostraram diferença significativa em relação aos valores teóricos.

Introdução

Com o aumento da utilização das radiações em medicina, assegurar a proteção adequada continua sendo uma preocupação importante. Dados precisos sobre a atenuação dos fótons nos materiais de interesse são cruciais para avaliar a eficácia da blindagem proposta. Estes dados podem ser obtidos experimentalmente, ou, potencialmente mais rápida e economicamente, através da utilização de técnicas de Monte Carlo de modelagem, tais como aquelas empregadas pelo pacote de software GATE (STRUL, 2003).

O objetivo deste trabalho é avaliar o coeficiente de atenuação mássico efetivo de materiais usualmente utilizados em blindagens para radiação gama, utilizando o programa GATE de simulação de imagens de Medicina Nuclear.

Metodologia

As simulações de MC foram desenvolvidas nos computadores do Núcleo de Pesquisa em Imagens Médicas (NIMed) e no Laboratório de Alto Desenvolvimento (LAD/IDEA) na

PUCRS. Para todas as simulações foi definido um mundo cúbico com arestas de dimensões 700 cm, preenchido com vácuo em definição padrão para materiais do GATE, com uma fonte pontual, monoenergética, posicionada a 20 cm do centro do mundo, com atividade 0,1 Gq, emitindo fótons gama de 140 keV em uma única direção.

Foram inseridas barreiras de dimensões 200 cm×200 cm, com espessura e material variáveis, conforme a Tabela I.

Tabela I: Espessura e densidade das barreiras de concreto, argamassa baritada (SANDRO, 2010), vidro plumbífero (NIST), água e chumbo, utilizadas nas simulações.

Material	Densidade (g/cm ³)	Espessura mínima (cm)	Espessura máxima (cm)	Incremento (cm)
Água	1,0	2,0	20,0	2,0
Chumbo	11,34	0,02	0,20	0,02
Concreto	2,33	1,0	10,0	1,0
Vidro Plumbífero	6,22	0,02	0,20	0,02
Argamassa Baritada	3,43	0,50	5,0	0,5

Os fótons que atravessaram as barreiras foram coletados de duas maneiras distintas, utilizando detectores com as seguintes dimensões: (i) Detector de pequenas dimensões (DetP), com 1 cm x 1 cm e 0,95 cm de espessura, coletando fótons com energia de 133 keV a 147 keV; (ii) Detector de grandes dimensões (DetG), com 699 cm x 699 cm e 0,95 cm de espessura, coletando fótons com energia de 1 eV a 200 keV.

Em todos os casos, o detector era composto por um cristal de NaI, posicionado a 40 cm da fonte, com a barreira na metade da distância entre a fonte e o detector. Ao todo foram realizadas 100 simulações de barreiras dos distintos materiais.

Resultados e Discussão

Através do número de fótons coletados e da espessura da barreira, o coeficiente de atenuação mássico efetivo foi calculado pela Equação 1,

$$I = I_0 e^{-(\mu/\rho) \cdot x \cdot \rho} \quad (1)$$

onde x é a espessura da barreira, μ/ρ é o coeficiente de atenuação mássico efetivo (cm²/g), ρ é a densidade do material, I é o número de fótons coletados no detector e I_0 é o total de fótons emitidos pela fonte. O valor de I_0 foi obtido por meio de uma simulação sem barreira, para

cada detector, utilizando uma semente randômica igual a zero, que gera a mesma sequência para todas as simulações. Os resultados são apresentados na Tabela II.

Tabela II: Valores calculados para o coeficiente de atenuação mássico efetivo para as diferentes barreiras utilizando o detector de pequenas dimensões (DetP) e valor teórico para 140 keV (NIST).

Barreira	Valor Médio μ/ρ (cm ² /g)	Valor Teórico μ/ρ (cm ² /g)
Água	0,15315±0,00003	0,154
Chumbo	2,3983±0,0004	2,39
Vidro Plumbífero	1,8295±0,0004	1,83
Concreto	0,14693±0,00003	0,148
Argamassa baritada	0,24526±0,00003	0,247

A geometria do detector DetP favorece a coleta dos fótons que não sofrem espalhamento, mantendo a energia média do feixe atenuado próxima a 140 keV. No caso do detector DetG, a coleta de fótons espalhados é maior, produzindo variações dos resultados de μ/ρ para os materiais estudados. O coeficiente de atenuação mássico μ/ρ , determinado a partir da medida usando DetP aproxima-se do valor teórico para 140 keV para todos os materiais, conforme mostram os valores apresentados na Tabela II.

Conclusão

Os resultados mostraram que o programa GATE pode ser utilizado para avaliar o coeficiente de atenuação mássico efetivo de materiais usualmente utilizados em blindagens para radiação gama, sendo útil na simulação de diferentes composições de materiais, como argamassa baritada e concreto. Esta funcionalidade permite a determinação de fatores de transmissão com grande flexibilidade, possibilitando seu uso em situações reais de planejamento na construção civil de barreiras para equipamentos emissores de radiação ionizante.

Referências

STRUL D, Santin G, Lazaro D, Breton V, Morel C. GATE (Geant4 Application for Tomographic Emission): a PET/SPECT general-purpose simulation platform. **Nucl. Phys. B** (Proc. Suppl.) 125 (2003) 75-79.

FIRMINO, S. F., **Estudo da transmissão e fluência de fótons para diferentes configurações de feixes e blindagens na área de radiodiagnóstico**. Porto Alegre: UFRGS, 2010. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica), Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

National Institute of Standards and Technology - NIST. Disponível em: <http://www.nist.gov/>. Acesso em: 1 jun. 2010