

Um estudo teórico relativo à dosimetria de acelerador linear por raios-X acústico

Diego R. T. Sampaio; Juliana F. Pavoni, Antonio. A. O. Carneiro e Theo Z. Pavan

Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil.

Introdução: A teleterapia consiste em fornecer raios-X de espectro poli energético, que são produzidos por acelerador linear (AL) de forma pulsada. Esses pulsos têm duração de microssegundos e entregam, em média, a mesma quantidade de dose por pulso a uma taxa de repetição de pulso de milissegundos. De forma padronizada, a calibração do AL é realizada utilizando *phantoms* de água e câmara de ionização para medir a distribuição 3D da dose. Além disso, a dosimetria *in vivo* mede a dose recebida durante o tratamento, verificando a acurácia de entrega do AL. Atendendo esses cenários, o raios-X acústico (XA) vem sendo estudado e proposto como nova técnica de dosimetria por técnica fotoacústica. Porém, a solução da equação XA que vem sendo discutida trata de um problema por pressão inicial, que só é válido para pulsos de duração de nanossegundos. O objetivo deste trabalho foi estudar os aspectos teóricos da emissão XA, considerando uma solução 1D variante no tempo que leva em conta a duração e calibração do pulso de raios-X e as características termomecânicas, dimensão e o coeficiente de absorção de diferentes materiais, atendendo condições para dosimetria do AL.

Métodos: Considerou-se um absorvedor imerso em água sendo irradiado totalmente por um campo de raios-X, levou-se em conta a calibração do AL em água e utilizou-se os parâmetros termomecânicos do material a 25°C. Assim, a dose em água D_w , o coeficiente de absorção em massa da água μ_{en}/ρ_w , o módulo de bulk K , o coeficiente de expansão volumétrica β , a capacidade térmica C_p e o coeficiente de absorção em massa μ_{en}/ρ_m do material foram substituídos na condição inicial (1) da solução unidimensional de Cywiak *et al.*, 2013, considerando as dimensões do objeto e duração do pulso de raios-X.

$$p_0 = \frac{\beta K}{C_p} \mu_{en} / \rho_m \left(\frac{D_w}{\mu_{en} / \rho_w} \right) \quad (1)$$

Resultados e Discussões: A figura 1a mostra o gráfico da emissão XA ao longo do tempo de um objeto de dimensão 5 mm. Considerou-se as constantes termomecânicas a 25°C e os valores do coeficiente de absorção em massa de alumínio, latão, chumbo e osso cortical. A figura 1b mostra a diferença do pico de máxima amplitude para um objeto de chumbo com dimensão entre 0.1 e 20 mm para valores de 1, 3 e 5 microssegundos de duração de pulso.

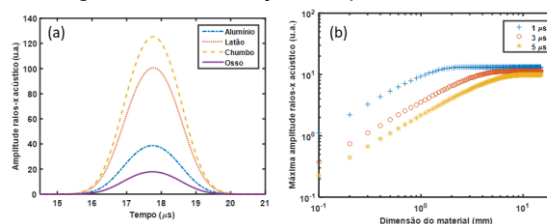


Figura 1 – (a) Emissão raios-X acústico através da equação de Cywiak *et al.* para alumínio, latão, chumbo e osso. (b) Máxima amplitude raios-X acústico em função da dimensão do objeto para pulsos de raios-X de duração diferentes.

Considerando fluência igual para fótons com energia entre 1 MV até 20 MV, a amplitude máxima de chumbo foi 20% maior do que de latão enquanto a amplitude máxima do osso mostrou-se menor que a do alumínio, que foi aproximadamente 30% da amplitude máxima do chumbo. A solução adaptada de Cywiak *et al* apresentou maior amplitude máxima XA quanto menor a duração do pulso de raios-X. Além disso, observou-se que para um mesmo material há um limite de dimensão do objeto no qual a amplitude máxima XA permanece constante e indistinguível mesmo variando-se a duração do pulso.

Conclusões: Estudou-se os aspectos da emissão XA, considerando a calibração do AL e diferentes materiais em uma abordagem 1D que contemplou a duração do pulso de raios-X. Embora, a fluência de fótons do AL ainda precise ser incluída, o estudo mostrou-se promissor para fundamentar a técnica XA, proporcionando um melhor entendimento antes de sua utilização na dosimetria de AL.