



DOSE RESPOSTA DA SOLUÇÃO GEL DE ALANINA PARA RADIAÇÃO DE ^{60}Co E FEIXES CLÍNICOS DE FÓTONS E A DETERMINAÇÃO DO TEMPO ÓTIMO DE ARMAZENAGEM DO GEL PRÉ - IRRADIAÇÃO.

Cléber Feijó Silva ¹, Letícia Lucente Campos ²

¹ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN, São Paulo, Brasil, cfsilva@ipen.br

² Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN, São Paulo, Brasil, lcredri@ipen.br

Resumo: Neste trabalho foi avaliada a resposta em função da dose da solução gel de Alanina para a radiação de ^{60}Co e feixes clínicos de fótons, e também o tempo ótimo de armazenagem do gel antes da irradiação, para futura utilização como dosímetro 3D na área médica, já que esta área carece de um instrumento de medição de dose tridimensional.

Palavras chave: dosimetria gel, feixes clínicos de fótons, radiação de ^{60}Co , estocagem pré-irradiação.

1. INTRODUÇÃO

A Dosimetria Gel nasceu em 1984, quando Gore [1] propôs combinar o sistema Fricke em uma matriz em forma de gel com a técnica de Imagem por Ressonância Magnética (IRM). A partir deste momento, outros géis foram desenvolvidos com diferentes composições como BANANA e Gel Polimérico [2], pois o mapeamento tridimensional da distribuição de dose absorvida no volume de interesse tornou-se extremamente importante para verificar se o tratamento radioterápico foi aplicado adequadamente.

Em 2006, Mizuno [3] desenvolveu um novo material em forma de gel, que apresentou uma melhora significativa em relação aos sistemas anteriores a base de solução de Alanina desenvolvida por Costa [4].

A Alanina é um aminoácido equivalente ao tecido para efeitos da interação da radiação com a matéria, é estável e de baixo custo, por isso o seu uso como dosímetro.

O princípio de funcionamento do dosímetro gel de Alanina é baseado na variação da concentração dos íons Ferrosos (Fe^{2+}) presentes na solução e Férricos (Fe^{3+}) produzidos pela radiação, que podem ser medidos através da técnica de Espectrofotometria. O papel da Alanina é melhorar a produção de íons Férricos induzidos pela radiação.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar o tempo ótimo de armazenagem do gel pré-irradiação e comparar a resposta óptica da solução gel de Alanina para radiação de ^{60}Co e feixes clínicos de Fótons empregando a técnica de espectrofotometria.

3. METODOLOGIA

3.1. Dosímetro gel de Alanina

O dosímetro Alanina gel foi preparado de acordo com Mizuno [3] usando gelatina 300 Bloom. As amostras foram colocadas em cubetas de acrílico e mantidas em temperatura de 10°C durante 24 h (determinado pelo experimento de tempo ótimo de estocagem). Antes da irradiação o dosímetro é retirado da geladeira para entrar em equilíbrio térmico com o ambiente. A composição química do sistema dosimétrico é mostrada na tabela 1.

Tabela 1. Composição química do sistema dosimétrico.

Componentes	C(mol/L)
Sulfato Ferroso Amoniacal	0,001
Xilenol	0,0002
Ácido Sulfúrico	0,2375
DL-Alanina	0,6735
Água Tri-distilada	5,55
Gelatina (300 Bloom)	10% do volume de água tri-distilada

3.2. Suporte de Acrílico

Para irradiação com fótons foi confeccionado um arranjo especial de acrílico, de forma que as cubetas são posicionadas no centro para facilitar a irradiação.

3.3. Irradiação com ^{60}Co

Para as irradiações no irradiador 4π de ^{60}Co , o arranjo de irradiação constou de um conjunto de 4 cubetas alojadas em uma capa de equilíbrio eletrônico com paredes de acrílico de 4 mm de espessura, que é material tecido-equivalente para efeitos do comportamento da penetração da radiação gama do ^{60}Co . Com dose de 30 Gy e tempo de estocagem entre 0 e 54 h. Para avaliar a resposta em função da dose, as doses foram entre 0,5 e 50 Gy e taxa de dose de 2,36 kGy/h. Sendo a energia efetiva de 1,25 MeV.

3.4. Irradiação com Fótons

O acelerador linear Clinac 2100-C Varian foi utilizado para irradiação com fótons. O campo de irradiação utilizado foi um campo $10 \times 10 \text{ cm}^2$ com energia nominal de 6 MeV e

profundidade de máxima dose de 1,5 cm. Para garantir o retroespalhamento e que a profundidade de máxima dose esteja no centro da cubeta durante a irradiação, foram colocadas placas de água sólida tanto em cima quanto em baixo do suporte de acrílico. A taxa de dose foi de 320 cGy/h com doses entre 0 e 40 Gy.

3.5. Leitura do sinal óptico

A leitura da densidade óptica foi efetuada empregando um espectrofotômetro Shimadzu UV-2101 PC.

Todos os valores apresentados correspondem à média aritmética da leitura de 4 amostras e as barras de erro ao desvio padrão da média.

4. RESULTADOS

4.1. Tempo ótimo de estocagem do gel

Nas figuras 1a e 1b são apresentados a dependência da resposta óptica em relação ao tempo de armazenagem no refrigerador a 5°C entre 0 e 54 h, e 20 e 54 h, respectivamente.

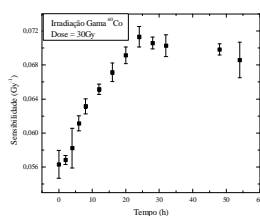


Fig. 1a. Resposta óptica da solução gel de Alanina para o período de armazenagem pré-irradiação.

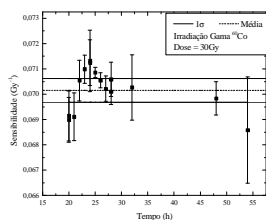


Fig. 1b. Resposta óptica da solução gel de Alanina entre 20 e 54 h de armazenagem pré-irradiação.

4.2. Dose Resposta

A solução gel de alanina apresenta comportamento linear tanto para a radiação gama de ^{60}Co no intervalo de dose de 0,5 a 50 Gy, quanto para a radiação com feixes clínicos de fótons no intervalo de dose de 1 a 40 Gy, como pode ser observado nas figuras 3 e 4.

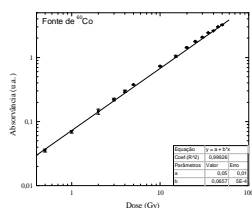


Fig. 2a. Curva de dose resposta da solução gel de Alanina para radiação gama do ^{60}Co .

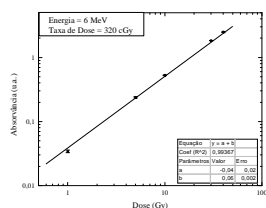


Fig. 2b. Curva de dose resposta da solução gel de Alanina para fótons de 6 MeV.

4.2. Sensibilidade

De acordo com as figuras 2a e 2b, a sensibilidade da solução gel de Alanina para radiação de ^{60}Co é $0,062 \pm 0,004 \text{ Gy}^{-1}$ e para os feixes clínicos de fótons é $0,060 \pm 0,002 \text{ Gy}^{-1}$.

5. DISCUSSÕES

5.1. Tempo ótimo de armazenagem do gel

Como pode ser observado nas figuras 1a e 1b, a dependência da resposta óptica em relação ao tempo de armazenagem no refrigerador a 5°C entre 20 e 54 h é melhor que 1,2 %, o que indica que pode ser considerada a resposta óptica independente do tempo de armazenagem neste intervalo, onde há uma região de estabilidade da resposta.

5.2. Dose Resposta e Sensibilidade

A variação na sensibilidade para os diferentes tipos de radiação é melhor que 4,2%, o que indica que podemos considerar que a sensibilidade é independente para os diferentes tipos de radiação, para as energias estudadas.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, o dosímetro gel de Alanina apresenta boas características dosimétricas e potencial para ser aplicado futuramente na dosimetria tridimensional empregando a técnica de imagem por ressonância magnética - IRM.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, bem como o Departamento de Radioterapia do Hospital das Clínicas e o Centro de Metrologia das Radiações pela assistência durante a irradiação.

REFERÊNCIAS

- [1] J. C. Gore, Y. S. Yang, and R. I. Schulz, "Measurement of Irradiation Dose distribution by Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Imaging", Physical Medical and Biology Vol. 29, pp 1189-97, 1984.
- [2] M. J. Maryanski, R. J. Schultz, G. S. Ibbott, J. C. Gatenby, J. Xie, D. Horton and J. C. Gore, "Magnetic resonance imaging of radiation dose distributions using a polymer-gel dosimeter", Physics Medical and Biology Vol. 39, pp 1437-1455, 1994.
- [3] E. Y. Mizuno, "Desenvolvimento e caracterização de um gel de alanina para aplicação na medida da distribuição da dose de radiação usando a técnica de espectrofotometria", Dissertação (Mestrado) – IPEN/CNEN-SP, São Paulo, 2007.
- [4] Z. M. Costa, "Desenvolvimento de Sistemas de DL-Alanina para dosimetria da Radiação Gama de Elétron", Dissertação (Mestrado) – IPEN/CNEN-SP, São Paulo, 1994.