



International Joint Conference Radio 2019

Princípio de investigação do dosímetro Fricke Gel modificado utilizando um equipamento de CT Óptico

Tavares, Paulo S.; Rodrigues Jr., O.; Campos, L. L.

Centro de Metrologia das Radiações
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN/SP
Avenida Lineu Prestes, 2242, Cidade Universitária, São Paulo - SP, CEP 05508-000
paulo.vt09@usp.br

Introdução:

Nos últimos anos, novas gerações de equipamentos de Radioterapia se tornaram mais presentes nos hospitais brasileiros, tanto na rede particular como na rede pública ^[1]. Os novos equipamentos contam com diversos sistemas complexos para melhorar efetivamente a entrega de doses nos tumores e ao mesmo tempo a garantir doses menores nos tecidos adjacentes. A complexidade desses equipamentos exige técnicas mais avançadas de dosimetria tanto para a confirmação do planejamento como no Controle de Qualidade em Radioterapia.

O dosímetro Fricke-Gel modificado, desenvolvido no IPEN, é um exemplo de dosímetro químico, que pode ser utilizado na avaliação 3D de campos de radiação e que pode atender a demanda no Controle de Qualidade em Radioterapia. O Fricke-Gel é um dosímetro a base de íons ferrosos em solução ácida. Ao ser irradiado, os íons ferrosos (Fe^{2+}) sofrem oxidação, pois a água da solução sofre hidrólise liberando radicais livres, resultando em um aumento na concentração de íons férricos (Fe^{3+}). A leitura da diferença de concentrações de íons ferrosos e férricos pode ser associada com a dose absorvida pelo material ^[2]. Como os dosímetros contêm gelatina em sua composição, podem ser construídos em diversos formatos, imitando regiões antropomórficas de interesse na dosimetria.

Inicialmente desenvolvido para uso em cubetas e medidas em espectrofotômetros convencionais, o dosímetro foi adaptado e modificado para permitir avaliações em 3D. A técnica se mostrou satisfatória e dentro da faixa de incertezas aceitas pelos protocolos de controle de qualidade em Radioterapia. No entanto, as medidas em 3D dos dosímetros são realizadas em equipamentos de Ressonância Magnética e que podem apresentar grandes dificuldades, tais como: a necessidade de otimização de protocolos específicos para dosimetria que diferem dos protocolos de diagnóstico padrão dos hospitais e a pouca disponibilidade desses equipamentos para pesquisa decorrente do uso intensivo para o diagnóstico dos pacientes.

Como é de interesse da Radioterapia uma avaliação em três dimensões dos campos irradiados, o IPEN adquiriu recentemente um equipamento de Tomografia Computadorizada (CT) óptica para a pesquisa, correlacionado ao desenvolvimento de um novo sistema dosimétrico baseado no Fricke-Gel modificado. Basicamente o equipamento é composto de uma fonte de luz de comprimento de onda conhecido, um porta-amostra para a colocação de frascos com o material dosimétrico e um detector que é uma câmera fotográfica de alto desempenho.

O equipamento funciona rotacionando a amostra enquanto o detector registra as alterações da luz transmitida. Um algoritmo de reconstrução de imagens é então utilizado para a reconstrução do frasco em três dimensões ^[3]. Caso o volume apresente regiões com diferentes tonalidades, é possível a identificação

desses volumes. No caso do Fricke-Gel irradiado, a mudança na tonalidade está associada à mudança na concentração de Fe^{3+} e consequentemente com a dose absorvida na região.

O objetivo deste trabalho é de apresentar a técnica de Dosimetria Volumétrica por Tomografia Óptica e confirmar a sua aplicabilidade na determinação das doses com os dosímetros Fricke-Gel modificado desenvolvido no IPEN.

Metodologia:

Para uma avaliação da reprodutibilidade, foram produzidas amostras de dosímetros Fricke-Gel que foram acondicionados em frascos de 137 cm³, 1021 cm³, 2386 cm³ de PET e em cubetas de 4,5 cm³ de PMMA descartáveis. Nesta primeira etapa dos testes de utilização do novo equipamento, as irradiações foram feitas em uma fonte de Co-60 para doses de até 10 Gy. Para descontar o background, as amostras foram medidas antes e depois das irradiações. Os frascos foram avaliados no CT óptico VISTA 16. As cubetas foram avaliadas em um espectrofotômetro Cary 5000. Os resultados foram normalizados para a dose nominal fornecida pelo laboratório incluindo as incertezas. Para os dosímetros volumétricos foram calculadas as superfícies de isodose nas sessões transversal e longitudinal do volume de cada frasco.

A etapa de leitura a partir do espectrofotômetro resultou em gráficos da variação da absorvância pelo comprimento de onda, onde se verificou a alteração na concentração de íons ferrosos para férrico de acordo com a dose, com picos de 457 nm e 585 nm, respectivamente. O software do CT óptico permite a reconstrução das imagens e fornece dois tipos de resultados. O primeiro é uma imagem 3D onde é possível fazer uma análise qualitativa da imagem, ou seja, observar a mudança de tonalidade do volume irradiado, verificar a presença de artefatos e checar se o posicionamento do frasco durante a leitura está correto. O segundo é uma imagem 2D, apresentando cortes do volume em posições de interesse. Essa imagem 2D permite uma avaliação quantitativa da mudança da tonalidade. Para sistemas calibrados, os níveis de intensidade podem ser associados à dose recebida em cada região.

Resultados:

Os dados obtidos no espectrofotômetro apresentaram uma variação de <3,5% na reprodutibilidade, indicando que o Fricke-Gel produzido apresentava boa qualidade dosimétrica. Em modo qualitativo, a imagem obtida no VISTA 16 apresentou boa homogeneidade, indicando que a irradiação foi uniforme. Em modo quantitativo, a análise da variação de intensidade ficou na faixa de 25%, indicando que melhorias nos procedimentos de medida no equipamento precisam ser realizadas. A variação dos resultados pode ser explicada pelas dificuldades técnicas no posicionamento dos frascos antes e depois das irradiações. Os diversos métodos de reconstrução das imagens precisam ser estudados para garantir uma incerteza nas avaliações de dose abaixo de 5%, faixa de interesse no controle de qualidade na Radioterapia.

Conclusões:

Neste primeiro teste do CT óptico VISTA 16 foi possível identificar algumas dificuldades práticas para a utilização do sistema na dosimetria de campos em radioterapia. No entanto, o equipamento é promissor para o desenvolvimento de um sistema dosimétrico em 3D baseado no Fricke-Gel modificado desenvolvido no IPEN. Mais estudos estão em andamento para o melhor entendimento do equipamento.

Referências:

- [1] Radioterapia: governo lança centro para ampliar tratamento de câncer. R7, São Paulo, 20 novembro de 2017, Saúde. Disponível em: <https://noticias.r7.com/saude/radioterapia-governo-lanca-centro-para-ampliar-tratamento-de-cancer-20112017> . Acesso em: 13, junho de 2019.
- [2] SCHREINER, L. J. Review of Fricke gel dosimeters. In: Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2004. p. 9.

- [3] DORAN, Simon J. The history and principles of optical computed tomography for scanning 3-D radiation dosimeters: 2008 update. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2009. p. 012020.