



# Compositos atenuadores de radiação: preparação e caracterização de P(VDF-TrFE)/ZrO<sub>2</sub>:Y

C. C. P. Fontainha<sup>1,2</sup>, L. O. De Faria<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares, PCTN/UFMG, Belo Horizonte, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Anatomia e Imagem, IMA, Belo Horizonte, Brasil

<sup>3</sup>Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear, CDTN/CNEN, Belo Horizonte, Brasil

crissia@gmail.com

II Sencir - Semana de Engenharia Nuclear e Ciências das Radiações  
07 a 09 de outubro de 2014 na Escola de Engenharia da UFMG  
Modalidade doutorado - Cod:AR-02

## INTRODUÇÃO

São grandes os benefícios da radiologia médica com suas novas tecnologias no diagnóstico e tratamento do paciente. No entanto, há uma contribuição preocupante de dose de radiação à população devido aos procedimentos de alta dose, como os intervencionistas, da tomografia computadorizada (TC) e da medicina nuclear. Neste cenário, novos materiais poliméricos preenchidos com metais atenuadores são investigados objetivando proteger as regiões radiosensíveis. Neste trabalho é desenvolvido um composto cuja matriz copolimérica Poli(fluoreto de vinilideno - trifluoretileno) P(VDF-TrFE) é preenchida com dióxido de zircônia (ZrO<sub>2</sub>) estabilizado em 8% de Ytria (Y<sup>3+</sup>). A caracterização do composto foi feita por espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e foram observados as bandas 667cm<sup>-1</sup> e 722cm<sup>-1</sup> associadas estiramento simétrico do YO<sub>2</sub> e Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, respectivamente. O filme radiocrômico XR-QA2 Gafchromic® foi usado nas medidas de atenuação dos compositos, de tal forma que um filme se encontra diretamente exposto ao feixe de raios X e o outro mede o feixe atenuado. O composto P(VDF-TrFE) dopado com 8% de ZrO<sub>2</sub>:Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-8% apresentou um fator de atenuação de 17,1% indicando que este material possui grande potencial para ser usado como atenuador de radiação em procedimentos médicos de altas doses.

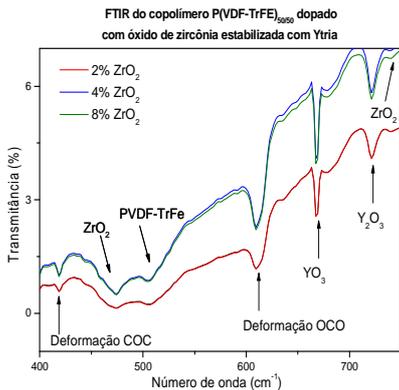
## METODOLOGIA E RESULTADOS

### Preparação das amostras

O [P(VDF-TrFE)]<sub>50/50</sub> foi dissolvido em DMAC (N,N-dimetilacetamida). Após dissolução o ZrO<sub>2</sub>:Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>8% foi adicionado em sua matriz polimérica e dispersado por meio de agitação magnética nas concentrações de 2, 4 e 8%. Posteriormente a ~mistrura foi sonificada. Após evaporação do solvente, obtiveram-se películas semitransparentes de 50µm.

### Caracterização

A caracterização do composto foi feita por espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), com 32 varreduras, utilizando espectrômetro Bomem-100, para número de ondas no intervalo de 200-4000cm<sup>-1</sup>. Nos espectros de FTIR observados, as bandas 667cm<sup>-1</sup> e 722cm<sup>-1</sup> estão associadas com o estiramento simétrico do YO<sub>2</sub> e do Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, respectivamente. As bandas 471 e 744cm<sup>-1</sup> podem ser atribuídas ao ZrO<sub>2</sub>. Contudo, a saturação em alguns intervalos de banda podem ter ocorrido pela fina espessura da película.



Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) do copolímero PVDF-TrFE dopado com óxido de zircônia estabilizada na Ytria.

O filme radiocrômico XR-QA2 Gafchromic® digitalizado no modo de alta resolução foi utilizado na caracterização dosimétrica e na determinação da distribuição de aglomerados das partículas de ZrO<sub>2</sub> na matriz do copolímero. Foi utilizada a qualidade de radiação RQ5 de acordo com a IEC61267:2005 no equipamento de raios X fabricante PANTAK SEIFERT modelo Isovolt 320HS com a exposição de 10mGy.

Tabela 1. Caracterização do Padrão das Qualidades da Radiação (Fonte: IEC61267:2005)

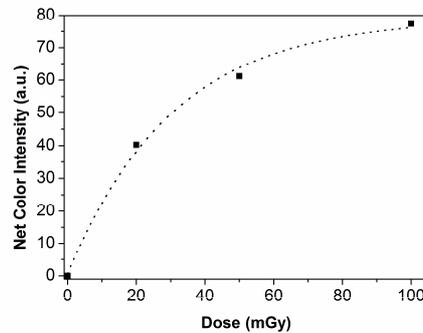
Padrão de qualidade da radiação	Tubo de tensão de raios X (kV)	Camada semi-redutora (mm da Al)	Coefficiente de Homogeneização
RQR2	40	1,42	0,81
RQR5	70	2,58	0,71

Os compositos foram colocados entre dois filmes radiocrômicos, de tal forma que um filme se encontra diretamente exposto ao feixe de raios X e o outro mede o feixe atenuado. Os filmes radiocrômicos irradiados foram escaneados sob as mesmas condições e no formato de imagem TIFF foram avaliados pelo programa Image J®. Foram lidas as intensidades da cor vermelha, do componente RGB, no mesmo tamanho de ROI para a calibração do filme radiocrômico e para as medidas de atenuação. Observou-se que a intensidade da cor vermelha foi aumentando a medida que as doses foram aumentadas.

Os dados experimentais foram ajustados com a curva exponencial, que pode ser expressada por:

$$I = a \cdot e^{-(D/b)} + c$$

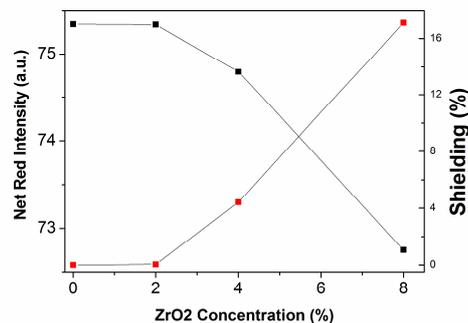
onde I é a intensidade da cor vermelha, D corresponde a dose e a, b e c são as constantes. Para este ajuste: a = -78,56, b = 30,68 and c = 79,16. O fator de correlação R-quadrado foi 0,988.



Ajuste exponencial para as densidades óticas da cor vermelha nos filmes radiocrômicos em função das doses (mGy).

### Resultados e Discussões

Os compositos P(VDF-TrFE)/ZrO<sub>2</sub>:Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mostraram diferentes fatores de atenuações de dose para cada concentração de ZrO<sub>2</sub>, sendo a com 8% de ZrO<sub>2</sub> com melhor atenuação, igual a 17,1%. Aumentando a concentração de ZrO<sub>2</sub> o fator de atenuação aumenta exponencialmente nestas concentrações. É também um resultado interessante, talvez indicando que existe um nível de concentração ótimo, capaz de tornar estes materiais economicamente viáveis no futuro, na redução das doses de pele na maior parte dos procedimentos de alta dose.



Concentrações de ZrO<sub>2</sub> no compositos P(VDF-TrFE)/ZrO<sub>2</sub>:Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> em função da intensidade da cor vermelha (eixo esquerdo) e o fator de atenuação da radiação de qualidade do feixe RQR5 (eixo direito).

## CONCLUSÃO

Os compositos estudados mostraram uma redução significativa nas doses. O composto P(VDF-TrFE) dopado com 8% de ZrO<sub>2</sub>:Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>8% apresentou um fator de atenuação de 17,1% indicando que este material possui grande potencial para ser usado como atenuador de radiação em procedimentos médicos de altas doses.

## ACKNOWLEDGMENT

Crissia C. P. Fontainha agradece ao PCTN/UFMG, IMA/UFMG e CDTN/CNEN pelo desenvolvimento e suporte a este projeto de doutorado.

