

SÍNTESE DE TETRABORATO DE MAGNÉSIO VIA ROTAS SOL- GEL PROTEICO E PECHINI

Wendson Macário Damaceno
wendsondamaceno@gmail.com

Resumo: O tetraborato de magnésio (MgB_4O_7) ou simplesmente MBO é um material que vem ganhando muito destaque no campo da pesquisa, isto pois, são diversas as suas possibilidades de aplicação, dentre estas destacam-se ou so na produção de cerâmica, eletrônicos, nanocompósitos, sensor de temperatura e dosimetria, neste último pode ser empregado em dosimetria pessoal, de estado sólido e ambiental. Tendo em vista as diversas possibilidades de aplicação dos materiais baratos é de grande interesse da ciência que sejam realizados cada vez mais estudos e testes, que perpassam de sua síntese a sua aplicação efetiva. Infelizmente boa parte dos métodos de produção deste tipo de material possuem custos elevados, o que inviabiliza a produção de um número considerável de amostras de uma única vez, logo como foco de reduzir os custos na produção de MBO o presente projeto propõe a produção de MBO por duas rotas de síntese alternativas, a sol-gel proteico e a rota Pechini.

Palavras-Chave: Tetraborato de magnésio, síntese, dosimetria, caracterização.

INTRODUÇÃO

O tetraborato de magnésio (MgB_4O_7 , ou simplesmente MBO) é um material que possui um grande potencial de aplicação em dosimetria de radiações e desde 1980 tem retido a atenção de diversos pesquisadores, fato que se deve a algumas de suas características como, seu baixo número atômico efetivo ($Z_{eff} = 8,4$), muito próximo do número atômico efetivo dos tecidos moles do corpo humano ($Z_{eff} = 7,4$), bem como a alta intensidade do sinal de termoluminescência (TL) emitida a depender da dopagem utilizada (LIMA, 2017).

Os materiais boratos segundo Souza et al. (2012) podem ser empregados para a dosimetria de radiação beta, muito utilizada no tratamento de problemas oftalmológicos e dermatológicos, devido a sua limitada penetração no tecido.

Ao longo dos anos, desde a síntese das primeiras amostras de tetraborato de magnésio dopadas com disprósio (Dy) e túlio (Tm) no Instituto de Ciências nucleares Boris Kidric da Iugoslávia em 1980, o tetraborato de magnésio começou a ganhar destaque entre os pesquisadores, segundo Souza (2012) em meados da década de 80 começaram a surgir trabalhos que enfatizavam a elevada sensibilidade à radiação que os detectores de $MgB_4O_7:Dy$ possuíam, bem como a resposta termoluminescente que independia da energia da radiação emitida. No Brasil a produção de tetraborato de magnésio teve início na década de 90 no Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares (IPEN/CNEN, São Paulo).

Lima (2017) destaca que o tetraborato de magnésio tem sido estudado desde 1980, sendo os principais dopantes utilizados o Dy, Tm, Tb, Mn e Pb, boa parte destes trabalhos tem por foco o estudo das características de termoluminescência desse material, no entanto alguns trabalhos tem apontado que o MBO pode ser empregado em luminescência opticamente estimulada (OSL).

Oliveira (2012) salienta que apesar de existir uma grande quantidade de materiais que podem ser utilizados em termoluminescência e luminescência opticamente estimulada existe uma grande demanda por materiais que possam ser empregados à dosimetria de nêutrons, isto pois a maior parte dos materiais dosimétricos não possuem as características necessárias para tal, como o acima mencionado número atômico efetivo próximo ao dos tecidos humanos, ou ainda uma seção de choque suficientemente

grande para que as interações com os neutros possa ocorrer. A exemplo disto tem-se os dois modelos de dosímetros comercializados atualmente, a alumina dopada com carbono (Al₂O₃:C) e óxido de berílio (BeO), o tetraborato de magnésio por possuir o isótopo ¹⁰B pode ser usado com esta finalidade.

METODOLOGIA

Métodos de síntese do tetraborato de magnésio

As rotas de produção do tetraborato de magnésio empregados neste trabalho tratam-se dos métodos de Pechini e do método sol-gel proteico, logo abaixo será realizada uma breve descrição de como o material é sintetizado em cada uma das rotas.

Método sol-gel proteico consiste em utilizar um precursor proteico no lugar de um alcóxido. O sol-gel proteico vem sendo empregado na produção de filmes e pós-cerâmicos na Universidade Federal de Sergipe desde 1998, segundo Lima (2017) a princípio a água de coco era utilizada como precursor proteico, no entanto a impureza da água de coco impedia que fosse produzido um material com alto grau de pureza e dificultava o controle estequiométrico das amostras, a solução então foi realizar uma troca no precursor orgânico que passou a ser a gelatina comestível, que possui grande concentração de proteínas, entre 85 a 92%, e baixo grau de impureza, resultando assim em materiais puros. A formação do material por meio da rota sol-gel proteica consiste na mudança de um estado do tipo sol para outro do tipo gel coloidal ou gel polimérico, isto ocorre, pois, a gelatina ao entrar em contato com a água começa a formar uma solução coloidal.



Figura 1 - Representação da síntese de material via processo sol-gel proteico.

Fonte: LIMA, 2017.

O método Pechini, ou método dos precursores poliméricos, de síntese de material consiste na formação de quelatos por meio da dissolução de íons cátions em uma solução aquosa de ácido cítrico, segundo Lima (2017) a adição de um poliálcool, esta solução resulta na formação de uma resina polimérica, que é empregada na distribuição uniforme de cátions metálicos por toda a estrutura, ao passar pelo processo de aquecimento ocorre a quebra das cadeias orgânicas e se obtém um polímero viscoso com cátions distribuídos uniformemente.

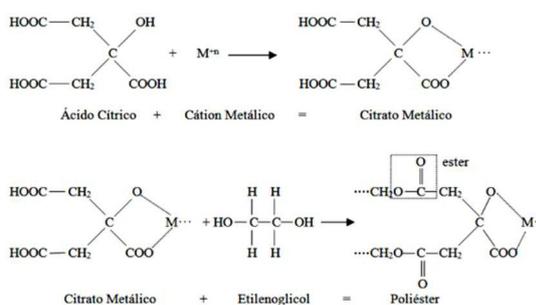


Figura 2 - Representação esquemática das reações envolvidas na síntese pelo método Pechini.

Fonte: SANTOS, 2012.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura especializada tem nos apresentado diversos bons resultados em relação ao uso do tetraborato de magnésio como dosímetro tanto de termoluminescência quanto de luminescência opticamente, isto ocorre devido às diversas possibilidades de dopagem e codopagem que o tetraborato de magnésio aceita, a seguir apresentaremos alguns destes resultados.

Um dos primeiros resultados vem ainda dos anos de 1980, em que dosímetros base de MBO dopados com Dy e Tm apresentaram sensibilidade cerca 15 vezes maior que os dosímetros de LiF:MgTi, utilizados até os dias atuais (PROKIĆ, 1980; YUKIHARA et al., 2014). Ao investigar a curva de emissão termoluminescente do MBO:Dy Prokić (1986) pode verificar que este material poderia ser aplicado para controle individual como dosímetro de monitoração pessoal.

Outro resultado que favorece a utilização do MBO: Dy como dosímetro é a sua curva de emissão ser simples e apresentar boa reprodutibilidade do sinal luminescente, o que segundo Abtahi et al. (1987) permite que possa ser utilizado em dosimetria de estado sólido e pessoal.

A aglutinação de pastilhas de MBO:Dy com Teflon, realizado no Brasil, permitiu verificar que o MBO:Dy pode ser empregado na dosimetria pessoal e ambiental. Em 2007 foram produzidas amostras de MBO: Dy por meio do método da combustão a uma temperatura de 550 °C, os resultados mostraram que as amostras apresentaram resposta de termoluminescência linear para doses elevadas de radiação, bem como baixo desvanecimento do sinal TL, com redução de 7% após 50 dias de irradiado (LOCHAB et al., 2007).

Segundo Annalakhmi et al. (2013) amostras de MBO:Gd,Li foram produzidas utilizando o método de síntese do estado sólido com calcinação a 900 °C por 5 h, as amostras apresentaram intensidade termoluminescente 5 vezes maior que o dosímetro TLD-100, no entanto apresentou sensibilidade a luz ambiente. Kawasashima et al. (2014) produziram amostras de MBO:Tb por evaporação de solvente com 24 h de calcinação a 800 °C e verificaram que suas amostras eram capazes de detectar radiação a uma dose mínima de detectável de 50 µGy, além de apresentarem curva TL simples.

Alguns trabalhos, como os de Doull et al. (2014) e Yukihiro et al. (2014), mostraram que o MBO dopado com Li é promissor como sensor de temperatura. Na Universidade Federal de Sergipe foram produzidas amostras de MBO:Nd,Dy que apresentaram sensibilidade cerca de 3,8 maior que a do MBO:Dy e 38 vezes maior que quando comparadas ao MBO: Nd (LIMA, 2017).

Tendo em vista todas as possibilidades de aplicação do tetraborato de magnésio esperamos produzir materiais deste tipo que possam ser utilizados tanto em dosimetria de termo-

luminescência quanto de luminescência opticamente estimulada, assim como esperamos produzir dosímetros que sejam aplicáveis a dosimetria de nêutrons térmicos.

CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento desse trabalho tornou-se possível primeiramente, através de análises bibliográficas, construir o aporte teórico necessário para trabalhar com materiais boratos, com ênfase em dosimetria, é esperado ainda que com a finalização deste projeto sejam produzidas amostras de MBO puras e dopadas que possam ser utilizadas em dosimetria TL e OSL.

REFERÊNCIAS

- ABTAHI, A.; HAUGAN, T.; KELLY, P. Investigation of the dosimetric properties of MgB₄O₇:Dy under laser heating. *Radiation Protection Dosimetry*, 21, 4, 211-217, 1987.
- ANNALAKSHMI, O.; JOSE, M.T.; MADHUSOODANAN, U.; VENKATRAMAN, B.; AMARENDRA, G. Synthesis and thermoluminescence characterization of MgB₄O₇: Gd, Li. *Radiation Measurements*, 59, 15-22, 2013.
- CRUZ, A. R. et al. Análise da potencialidade de uso de compostos à base de MgSO₄ e MgB₄O₇ em monitoração de radiação beta. *ScientiaPlena*, v. 8, n. 3 (b), 2012.
- LIMA, H. R. B. R. Síntese e caracterização de novos materiais luminescentes para detecção de radiação. 2017. 131f. Dissertação (Doutorado em Física) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.
- LOCHAB, S.P.; PANDEY, A.; SAHARE, P.D.; CHAUHAN, R.S.; SALAH, N.; RANJAN, R. Nanocrystalline MgB₄O₇: Dy for high dose measurement of gamma radiation. *Phys.Stat.Sol.*, 204,7, 2416-2425, 2007.

OLIVEIRA, T. M. de. Estudo das propriedades estruturais, eletrônicas e ópticas do tetraborato de magnésio (MgB_4O_7) e do defeito antisítio em compostos $Bi_{12}MO_{20}$ ($M=Ge, Si, Ti$) utilizando cálculos de primeiros princípios. 2017. 116 f. Tese (Pós-Graduação em Física) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2017.

PROKIC, M. Development of highly sensitive $CaSO_4:Dy/Tm$ and $MgB_4O_7:Dy/Tm$ sintered thermoluminescent dosimeters. Nucl. Instrum. Meth. B, Vol. 175, pp. 83-86, 1980.

PROKIC, M. Magnesium Borate in TL Dosimetry. Radiat. Prot. Dosim., Vol. 17, pp. 393-396, 1986.

SOUZA, Luiza Freire de et al. Produção e caracterização de dosímetros à base de magnésio. 2012. 85 f. Tese (Mestrado em Física) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012.

YUKIHARA, E.G.; MILLIKEN, E.D.; DOULL, B.A. Thermally stimulated and recombination processes in MgB_4O_7 investigated by systematic lanthanide doping. Journal of Luminescence. 154, 256-259, 2014.