

A OBTENÇÃO DE VIDROS TECNOLÓGICOS A PARTIR DE NOVOS PROCESSOS: pesquisa prevê a fabricação de vidros com características promissoras através de método não tradicional.

Marina G. M. MORENO¹; Rayff MOISÉS²; Roberto BERTHOLDO³

RESUMO

O presente artigo apresenta alguns dos resultados obtidos durante o desenvolvimento de pesquisa científica realizada em programa de pós-graduação *strictu sensu* em Ciência e Engenharia de Materiais. A pesquisa envolveu o estudo do sistema vítreo sílica - óxido de molibdênio ($\text{SiO}_2\text{-MoO}_3$) preparado pelo método sol-gel, método químico em que não se usa a fusão. Foram preparadas amostras no sistema citado com proporções de óxido de molibdênio de até 10,00%. Análises das amostras preparadas sugerem a possibilidade de utilização dos vidros preparados por sol-gel para aplicação tecnológica (fotônica ou outras aplicações que envolvam a óptica não-linear).

INTRODUÇÃO

O vidro é uma das grandes descobertas da humanidade. Mesmo não se podendo definir com certeza a data de sua origem, é possível evidenciar que a sua utilização remonta a milhares de anos. A descoberta de objetos de vidro em necrópoles egípcias, por exemplo, garante que esse material é conhecido há pelo menos cinco mil anos.

Por apresentarem propriedades interessantes, os vidros são utilizados em diversas aplicações, podendo-se destacar, dentre elas, o desenvolvimento de vidros tecnológicos, ou seja, vidros com propriedades inovadoras para aplicação em

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Poços de Caldas. Poços de Caldas/MG, email: marina.murta@ifsuldeminas.edu.br;

² Universidade Federal de Alfenas – Câmpus Poços de Caldas. Poços de Caldas/MG, email: rayffmoises@terra.com.br;

³ Universidade Federal de Alfenas – Câmpus Poços de Caldas. Poços de Caldas/MG, email: roberto.bertholdo@unifal-mg.edu.br;

projetos especiais que envolvem ciência e engenharia, tais como a fotônica (geração, emissão, transmissão, modulação, processamento de sinais, amplificação e detecção da luz).

Vários tipos de vidros tecnológicos podem ser produzidos com características distintas, de acordo com as inúmeras possibilidades de composição química, bem como da história do processo utilizado em seu preparo. No que diz respeito à sua obtenção, existe grande variedade de métodos, porém, o mais usual é o processo tradicional de fusão e resfriamento. Esse procedimento envolve, inicialmente, a seleção de matérias-primas, o cálculo das proporções relativas de cada componente, a pesagem e a mistura para obtenção de um material de partida homogêneo. Posteriormente, o material é inserido em forno a temperaturas elevadas e depois é resfriado por choque-térmico.

Todavia, apesar de muitos estudos envolvendo vidros concentrarem-se no processo de fusão, novos processos de fabricação vêm sendo desenvolvidos, principalmente nas últimas décadas, com o intuito de aprimorar a obtenção dos mesmos. Vale destacar, por exemplo, que a exposição a elevadas temperaturas característica do processo tradicional de fusão e resfriamento, pode causar mudanças indesejáveis nas propriedades dos reagentes, além de ser um processo de alto gasto de energia.

Dentro dessa perspectiva, um processo viável para se evitar esses inconvenientes é o método sol-gel, método químico em que não se usa a fusão. Nesse processo, o vidro é resultado final de uma série de reações de hidrólise e de condensação, não necessitando de condições especiais para a sua execução, além de possibilitar o alcance de interessantes propriedades não conseguidas por processos tradicionais.

Estudos preliminares vêm demonstrando que a obtenção de vidros à base de sílica contendo metais de transição produzidos por sol-gel têm resultado em vidros com características promissoras tais como obtenção de vidros transparentes e fotocromáticos (modificação de cor), dentre outros. O presente artigo relata alguns dos resultados obtidos através da síntese de vidros do sistema de sílica - óxido de molibdênio ($\text{SiO}_2\text{-MoO}_3$), obtidos através da metodologia sol-gel durante pesquisa desenvolvida em programa de pós-graduação *strictu sensu* em Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL, Câmpus Poços de Caldas, período fevereiro de 2012 a fevereiro de 2014.

MATERIAL E MÉTODOS

Na preparação das amostras foram utilizados os seguintes reagentes químicos: tetraetoxisilano - TEOS (98%,Sigma-Aldrich); oxicloreto de molibdênio VI - MoOCl_4 (98%, Sigma-Aldrich); álcool isopropílico, i-PrOH (99%, J.T. Baker); solução de ácido clorídrico, HCl (J.T. Baker) 0,1 Mo/L.

A metodologia utilizada para a produção das amostras de vidro foi a rota química sol-gel. As amostras foram obtidas sob a forma de corpos monolíticos (verificar ilustração da Figura 1), com a variação da proporção molar do óxido de molibdênio de 0,01% a 10,00%.



Figura 1 – Preparação de materiais por sol-gel: rota geral.
Fonte: Adaptado de (LAWRENCE L. N. LAB., 2005).

As técnicas utilizadas para caracterizar as soluções e amostras preparadas foram a difratometria de raios-X (DRX), análise termogravimétrica e calorimetria diferencial de varredura (TGA e DSC, respectivamente), espectroscopia de absorção nas regiões do ultravioleta e visível (UV-VIS), espectroscopia por reflectância total atenuada (ATR) e espectroscopia de espalhamento Raman. Neste artigo foram apresentados os resultados da difratometria de raios-X e espectroscopia de espalhamento Raman.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as quantidades de cada reagente utilizadas, foram produzidas amostras vítreas do sistema binário, conforme pode ser observado na Figura 2.

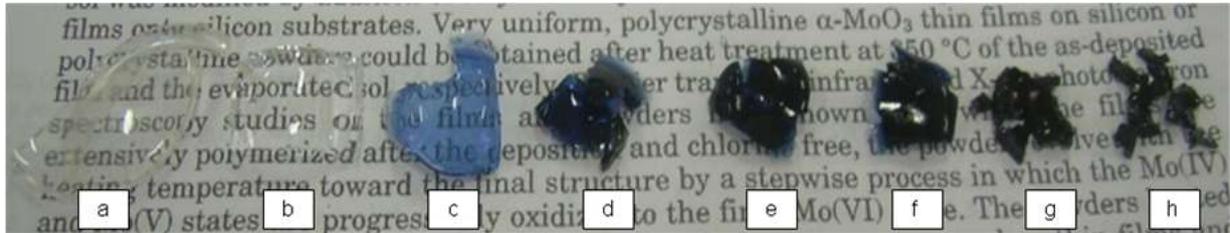


Figura 2 – Efeito da variação de molibdênio nos vidros sintetizados. Proporções de MoO_3 : (a) 0,00%; (b) 0,01%; (c) 0,10%; (d) 0,4%; (e) 0,70%; (f) 1,00%; (g) 5,00%; (h) 10,00%.
Fonte: Da autora.

As análises de DRX comprovaram a natureza amorfa das amostras vítreas, conforme mostrado na Figura 3. É possível observar o halo amorfo característico da matriz de sílica em todas as amostras. O aparecimento de discreto pico entre o intervalo 10 a 20 graus no difratograma da amostra com proporção molar de 10% de MoO_3 pode ser um indicativo de tendência à cristalização de fase.

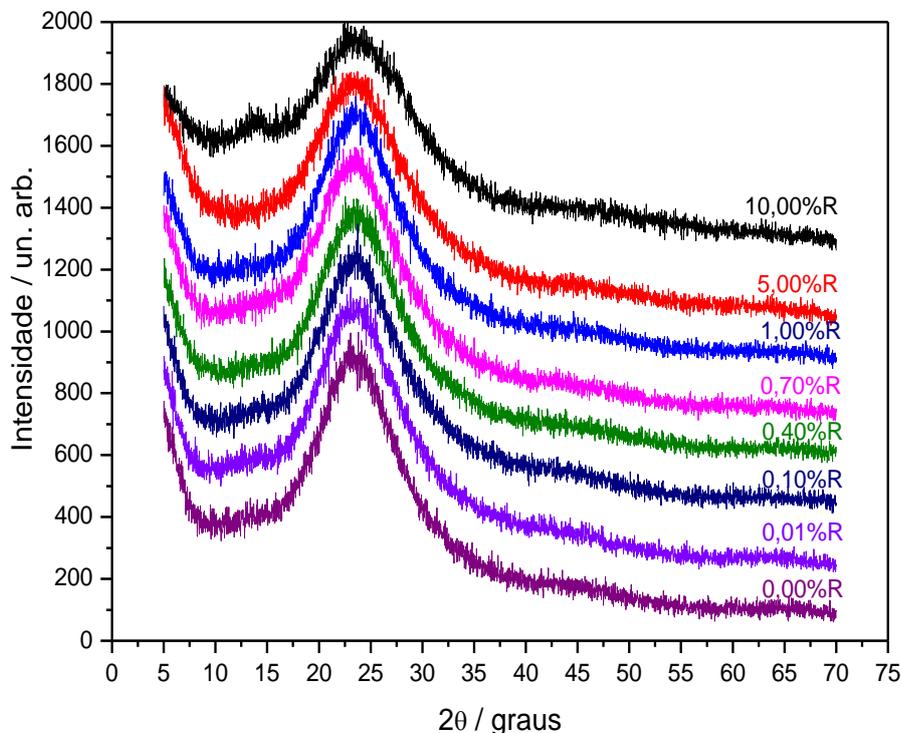


Figura 3 – Resultados do DRX para as amostras preparadas.
Fonte: Da autora.

As análises de espalhamento Raman puderam contribuir com informações sobre a estrutura do molibdênio presente nos sistemas vítreos. As bandas obtidas estão indicadas na Figura 4, sendo visíveis para amostras com proporções acima de 5,00% de molibdênio e para o precursor cloroalcóxido de molibdênio.

Bandas bem definidas e intensas entre 970 a 980 cm^{-1} podem indicar estiramentos $\text{Mo}=\text{O}$ terminais, sendo provável ainda que esses estiramentos terminais estejam associados a espécies octaédricas com variados números de coordenações para o molibdênio, insinuando a não presença de espécies tetraédricas. Tal como ocorrido em vidros fosfatos dopados com óxido de tungstênio, essas espécies octaédricas podem formar *clusters* altamente polarizáveis, possíveis responsáveis pelas propriedades fotocromicas e não-lineares dos vidros, o que, reciprocamente, pode ser aplicado aos vidros sintetizados nessa pesquisa.

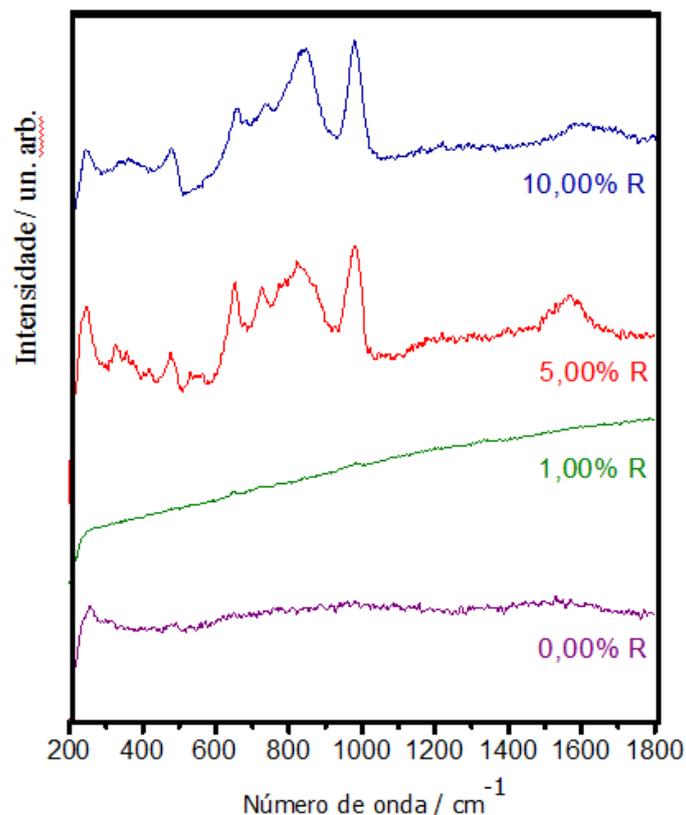


Figura 4 – Espectro Raman das amostras preparadas.
Fonte: Da autora.

CONCLUSÕES

O estudo realizado comprovou ser possível a obtenção de vidros do sistema $\text{SiO}_2\text{-MoO}_3$ obtidos por método não tradicional com propriedades interessantes. Todas as caracterizações realizadas colaboraram para a identificação de informações importantes sobre os vidros obtidos, como a natureza amorfa, implicações da variação da concentração de MoO_3 na rede vítrea e propriedades estruturais do sistema binário. Esses resultados sugerem pois, a viabilidade de síntese de tais vidros e a possibilidade de utilização dos mesmos em aplicações tecnológicas, como por exemplo, aplicações que envolvam a óptica não-linear e/ou fotônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKERMAN, M. **Natureza, estrutura e propriedades do vidro**. São Paulo: CETEV - Centro técnico de Elaboração do Vidro, 2000.

BRINKER, C. J.; SCHERER, W. **Sol-gel science: the physics and chemistry of sol-gel processing**. New York: Academic Press, 1990.

VIVAR, J. M. et al. The sol-gel route to molybdenum oxides. **J. Non-Crystalline Solids**, v.121, p. 26-30, 1990.

GIMENEZ, I. F.; MAZALI, I. O.; ALVES, O. L. Vidros. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, v. 1, n. 2, 2001.

LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL LABORATORY, Universidade da Califórnia, USA, 2005. **Science and technology**. Disponível em: <<https://www.llnl.gov/str/May05/Satcher.html>>. Acesso em 10jul.12.

POIRIER, G. Y. et al. Structural studies of $\text{NaPO}_3\text{-MoO}_3$ glasses by solid-state nuclear magnetic resonance and Raman spectroscopy. **J. Phys. Chem. B.**, v. 111, p. 10109-10117, 2007.

SHEN, K. et al. Lewis acid property and catalytic performance of $\text{MoO}_3/\text{SiO}_2$ for propylene epoxidation by CHP: effects of precipitant pH value and rare earth additive. **J. Molec. Catalysis**, v. 373, p. 78-84, 2013.