

Materiais Mesoporosos SBA-15 com Morfologias Controladas para Adsorção de CO₂

Francisco Emanuel da Silva¹, Marieli I. S. Mello¹, Sibele Berenice Castellã Pergher¹

¹fran.hemanuel22@gmail.com. Laboratório de Peneiras Moleculares – LABPEMOL – Instituto de Química – UFRN. Av. Senador Salgado Filho, 3000. Bairro Lagoa Nova. Natal RN 59072-970, Brasil

Resumo/Abstract (Helvética, tam. 12)

RESUMO – Diferentes morfologias de materiais SBA-15 foram relatadas ao longo dos anos, apresentando propriedades texturais interessantes, embora poucas aplicações práticas tenham sido demonstradas. Este trabalho apresenta a síntese de morfologias na forma de esferas, prismas hexagonais, fibras, grãos de arroz e bastões, obtidas pela variação da temperatura de síntese em 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C e 55 °C, respectivamente. A capacidade de adsorção de CO₂ dos materiais resultantes foi avaliada, juntamente com as imagens de morfologias por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), o ordenamento estrutural por difração de raios X (XRD) e as propriedades texturais por fisissorção de N₂. Entre as amostras, a morfologia em forma de bastão apresentou o melhor desempenho de adsorção de CO₂, com uma capacidade de 5,21 mmol/g.

ABSTRACT - Different morphologies of SBA-15 materials have been reported over the years, exhibiting interesting textural properties, although few practical applications have been demonstrated. This work presents the synthesis of morphologies in the form of spheres, hexagonal prisms, fibers, rice grains, and rods, obtained by varying the synthesis temperature at 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C, and 55 °C, respectively. The CO₂ adsorption capacity of the resulting materials was evaluated, along with morphology imaging by scanning electron microscopy (SEM), structural ordering by X-ray diffraction (XRD), and textural properties by N₂ physisorption. Among the samples, the rod-shaped morphology showed the best CO₂ adsorption performance, with a capacity of 5.21 mmol/g.

Keywords: SBA-15, Morfologias, Adsorção

Introdução

O material mesoporoso SBA-15, que possui estrutura hexagonal ordenada em duas dimensões (2D) [1], tem demonstrado elevado potencial de adsorção de dióxido de carbono (CO₂) em condições de alta pressão [2]. Além disso, esse material permite alterações morfológicas que podem aprimorar suas propriedades texturais por meio de parâmetros de síntese, sem necessidade de modificações químicas [3]. Neste contexto, o presente trabalho investiga a capacidade de adsorção de CO₂ em diferentes morfologias de SBA-15, com foco nos efeitos das propriedades texturais e das modificações estruturais nos canais mesoporosos.

Experimental

Síntese de SBA-15 com diferentes morfologias.

As sínteses dos materiais mesoporosos estruturados foram realizadas utilizando método descrito por Lee et al. (2010), utilizando as proporções molares: 1 TEOS : 0,017 P123 : 6,2 HCl : 162 H₂O. Pluronic P123 foi dissolvido em água e HCl, sob agitação a 500 rpm por 3 h, em diferentes temperaturas (25–55 °C) conforme a morfologia desejada. Após adição de TEOS com agitação por 1 h, a mistura permaneceu estática por 24 h na temperatura inicial e mais 24 h a 100 °C. O sólido foi filtrado (pH ≈ 7) e calcinado a 600 °C por 6 h (2 °C/min).

Os materiais foram caracterizados utilizando difração de raios-x (DRX), Fisissorção de N₂ (BET, NL-DFT, Vmeso, Vmicro) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). A avaliação da capacidade de adsorção foi realizada usando

ASAP 2050 da Micromeritics (Norcross, Geórgia, EUA) adsorção de CO₂ foi realizada, com pré-tratamento a vácuo (1 °C/min até 60 °C, 50 µmHg por 10 min) e análise à temperatura ambiente (~23 °C) até pressão máxima de 10 atm. A quantidade adsorvida máxima (Q_{max}) expresso em mmol/g foi obtida pelo equipamento e registrado durante toda análise.

Resultados e Discussão

As morfologias sintetizadas podem ser confirmadas por meio do uso de MEV, como visto na Figura 1, em morfologia esférica (SB-25-ESF), prisma hexagonal (SB-HEX-30, fibra (SB-FIB-35) comumente encontrada como morfologia padrão, grãos de arroz (SB-ARZ-40) e haste (SB-HAS-55). A difração de raios-x (Figura 2) apresentou mudanças no padrão de difração apresentados pelas morfologias. Onde o material de morfologia esférica (SB-ESF-25) e grãos de arroz apresentaram uma redução de intensidade dos picos característicos e material em morfologia de haste (SB-HAS-55) apresentou um deslocamento do pico principal.

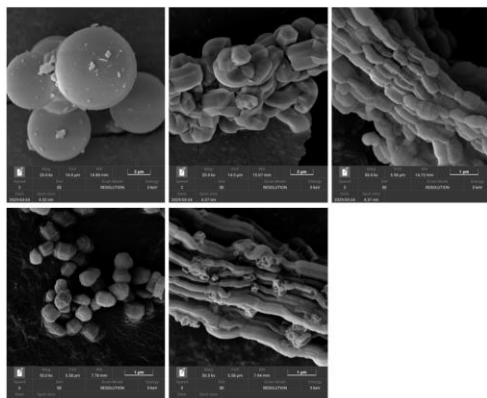


Figura 1. Imagens de MEV para as morfologias.

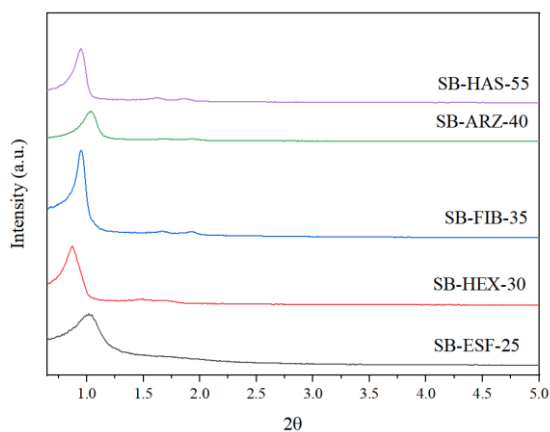


Figura 2. Difração de raios x para diferentes morfologias

Na tabela 1 são apresentados os resultados de Fisissorção de N_2 , onde são apresentados os resultados de área específica, volume total e diâmetros de poros. Material SB-ARZ-40 possui maior área e volume de poros, enquanto material SB-HAS-55 apresentou maior diâmetro de poros. O material de morfologia esférica (SB-ESF-25) apresentou menor valor para diâmetro de poros, enquanto o material de morfologia fibra (SB-FIB-35), apresentou menor valor de área superficial.

Tabela 1. Propriedades texturais das morfologias por fisissorção de N_2 .

SBA-15	S _{BET}	V _{TOTAL}	D _{NL-DFT}
SB-ESF-25	676,29	0,929	6,5
SB-HEX-30	665,07	0,912	7,6
SB-FIB-35	628,26	0,767	7,8
SB-ARZ-40	955,53	1,203	7,6
SB-HAS-55	753,16	0,969	8,7

Na tabela 2 são apresentadas as capacidades de adsorção de CO_2 dos materiais sintetizados e é possível observar que o material SB-HAS-55 possui maior valor, com 5,21 mmol/g, indicando que o aumento do diâmetro de poros neste material pode afetar a capacidade de adsorção. O material de maior área específica, SB-ARZ-40 apresentou aumento da capacidade de adsorção quando comparado com material de morfologia em fibras (padrão), indicando que melhoria no processo de difusão devido a formação de partículas dispersas, enquanto as morfologias esféricas e prisma hexagonal apresentaram menor capacidade de adsorção.

Tabela 2. Capacidade de adsorção de CO_2 .

SBA-15	Q _{max} (mmol/g)
SB-ESF-25	3,19
SB-HEX-30	3,68
SB-FIB-35	3,90
SB-ARZ-40	4,14
SB-HAS-55	5,21

Conclusões

Os materiais com diferentes morfologias foram sintetizados com sucesso por meio da mudança de parâmetros físicos. Diferentes propriedades texturais são observadas para as morfologias do mesmo material. O material SB-HAS-55 de morfologia em haste apresentou maior capacidade de adsorção, indicando um desempenho satisfatório para estudos futuros.

Agradecimentos

Laboratório de Peneiras moleculares (LABPEMOL), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

- H. I. Lee; J. H. Kim; G. D. Stucky; Y. Shi; C. Pak; J. M. Kim, *J. Mater. Chem.* **2010**, 20 (39), 8483–8487.
- A. N. Arias; et al., *Microporous Mesoporous Mater.* **2025**, 382, 113394.
- F. E. da Silva; E. Rigoti; M. I. S. de Mello; S. B. C. Pergher, *Materials* **2024**, 17 (12), 2827.