

# 1. Introdução

Os materiais nanoporosos são um tipo especial de nanomateriais que atualmente estão sendo bastante usados em aplicações tecnológicas, industriais e de controle na poluição ambiental, devido as suas excelentes propriedades, que os faz cada vez mais versáteis e necessários.

Eles são constituídos por uma estrutura sólida, com composições químicas diversas, atravessada por poros da ordem de nanômetros. Segundo o tamanho dos poros, a IUPAC (GUOZHONG, 2004) os classifica como: materiais microporosos se os poros são menores do que 2nm, mesoporosos quando estão na faixa de 2 a 50nm e macroporosos quando são maiores do que 50nm. Segundo o tipo de porosidade, estes materiais são divididos em duas categorias gerais: reticulados ou espuma de estrutura aberta, quando apresentam porosidade interconectada, e espumas de estrutura fechada, se a matriz sólida contínua apresenta poros isolados (WARA, 1996). As propriedades destes materiais dependem da composição química da parte sólida e das características dos poros, incluindo tipo de poro (abertos ou fechados), forma, distribuição de tamanhos e da sua proporção e distribuição dentro do material. Materiais nanoporosos têm sido usados como suportes, catalizadores, adsorventes químicos ou adsorventes de energia de impacto, como membranas de separação ou como reatores na escala nanométrica (GUOZHONG, 2004). Suas aplicações dependem do conjunto de propriedades que apresentam.

Uma das principais aplicações dos materiais nanoporosos, e que motiva a presente pesquisa, é seu uso como micro membrana de separação, a qual é uma interface discreta e fina que modera a permeação de espécies químicas em contato com ela, e que possui poros entre 100 e 10000nm (BAKER, 2004). Os materiais que possuem poros abertos permitem a passagem somente de algumas substâncias, impedindo a passagem de outras, seja por diferença de tamanhos das partículas a serem separadas ou pelas suas particularidades químicas em relação à

membrana usada. Para que tais materiais possam responder adequadamente aos requerimentos do meio onde serão empregados, eles deverão possuir as seguintes características: grande estabilidade química, pois possivelmente serão expostas a diversos solventes orgânicos, cloro e pH's extremos; estabilidade a altas temperaturas, pois deverão suportar processos de esterilização para reutilização e permitir operações a temperaturas elevadas; e estabilidade ao ataque microbiano ou biológico para manter íntegra sua estrutura e propriedades ao longo do tempo; tais vantagens se encontram reunidas nos materiais cerâmicos (WARA, 1996; BARRY e GRANT, 2007).

Dentre os cerâmicos que podem ser usados na elaboração de nano membranas existem muitos óxidos metálicos, entre os quais o óxido de magnésio, MgO, que é reconhecido por suas propriedades químicas, mecânicas e térmicas (WANG, QIAO e CHEN, 2006). A elaboração de nano membranas deste óxido busca o aproveitamento destas propriedades.

A criação de poros dentro de um material é possível seguindo diversas técnicas, tais como injeção de gás dentro do material, deposição de vapor, deposição eletromecânica, sinterização e o emprego de padrões porosos. A técnica de síntese de um material nanoporoso proposta no presente estudo está baseada na técnica de *nano-matriz* (GUOZHONG, 2004; WEN-CIU, 2004; JIUA, 2008), em que é empregado um padrão que serve de molde para a criação de poros, ou para a formação de pequenas partículas sólidas que formarão uma porosidade entre elas após sinterização.

A técnica *nano-matriz* começa com a obtenção de pequenas partículas do material desejado mediante o processo *sol-gel*, o qual oferece melhor controle de tamanho das partículas (BAKER, 2004). Os precursores são a substância que irá constituir a parte sólida do material poroso e a *matriz* ou padrão que será eliminado para permitir a formação dos poros ou das partículas soltas de interesse (JIUA, 2008). Na presente dissertação o material proposto para conformar a parte sólida foi o MgO, cujo precursor é seu nitrato  $Mg(NO_3)_2$  (YONGJUN, 2006), e aquela que serve de molde, ou *matriz*, é o polímero álcool polivinílico (PVA). O PVA tem a particularidade de encapsular o óxido em questão, e graças a seu ponto

de combustão baixo, pode ser eliminado por tratamento térmico, liberando ao mesmo tempo partículas soltas do MgO.

As partículas de MgO assim obtidas são comprimidas com aplicação de pressão e submetidas a alta temperatura para sinterização. O tempo e a temperatura de tratamento térmico e a pressão aplicada no material têm grande influência nas características da porosidade resultante. Cabe ressaltar que mediante esta técnica, é possível a obtenção de sólidos com a distribuição de tamanho de poros desejada (JIUA, 2008), o que pode ser corroborado mediante sua respectiva caracterização.

A obtenção de um sólido nanoporoso de MgO com características controladas é o primeiro passo no estudo da possibilidade de empregar o sólido como membrana de separação. Assim, no presente estudo se desenvolveu a proposta de sintetizar pelo método de sol-gel pós nanocristalinos empregados na produção de membranas nanoporosas de MgO com distribuição de tamanho de poros na ordem de macroporos numa faixa estreita de tamanhos. Ao mesmo tempo procurou-se aperfeiçoar a obtenção de imagens digitais obtidas por MEV e sua inspeção visual do estado do material. A caracterização foi realizada por um estudo comparativo da porosidade e área superficial pelas técnicas de adsorção de nitrogênio (BET), porosimetria por injeção de mercúrio (PIM) e determinação de parâmetros estruturais por difração de raios-X (DRX).