

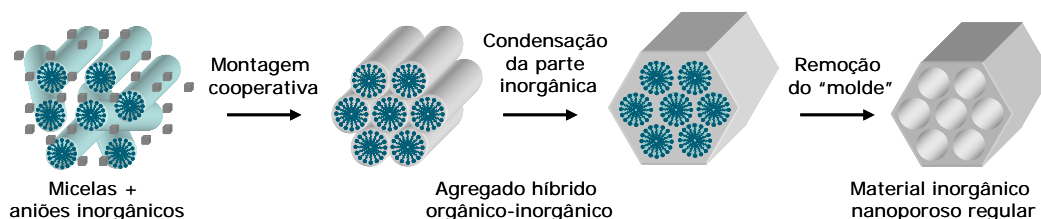
CONSTRUIR E MOLDAR À NANOESCALA USANDO A QUÍMICA

No seu longo percurso ao serviço da humanidade, a Química tem evoluído de forma cada vez mais interdisciplinar, constituindo uma ciência moderna que, pela sua criatividade, está na base das inovações tecnológicas. Neste contexto, uma área de intervenção importante envolve o desenvolvimento de novas substâncias e materiais, visando aplicações emergentes ou optimização de desempenho em aplicações clássicas, em variados domínios que incluem catálise industrial, ambiente, medicina, etc.

Na linha de investigação em *Química de Superfícies e Materiais* do *Centro de Química de Évora* temos vindo a trabalhar, desde há muitos anos, no desenvolvimento e estudo de propriedades e potenciais aplicações de Materiais Nanoporosos. Tal como o nome sugere, são materiais sólidos contendo espaços vazios (os poros) que têm dimensões da ordem de alguns nm (ou até menos) e que existem inter ou intrapartículas, consoante o material e o processo que levou à sua obtenção. Esta nanoporosidade, que é impossível de visualizar directamente e, frequentemente, nem por técnicas de microscopia electrónica de alta resolução, torna os materiais nanoporosos comparáveis a uns recipientes com um volume interno muito considerável e ideal para armazenar elevadas quantidades de moléculas. É evidente que nem todas as moléculas conseguem aceder aos poros de muitos destes materiais, conferindo-lhes um comportamento de peneiros moleculares. São exemplos bem conhecidos alguns carvões activados e zeólitos que, pelo facto de a sua porosidade ser constituída por microporos (largura <2nm, e em muitos casos bastante inferior), têm aplicações importantes no âmbito de separação de gases e em fase aquosa envolvendo pequenas moléculas ou iões. Para espécies de maiores dimensões, como sejam, por exemplo, hidrocarbonetos de massa molecular elevada ou biomoléculas, os materiais terão de possuir poros mais largos, nomeadamente mesoporos (largura entre 2 e 50nm de acordo com a classificação da IUPAC).

Ora para obter materiais mesoporosos existem diversas vias, mas nem todas permitem um controlo fino da porosidade. Um método que usamos, num dos projectos em curso no nosso grupo de investigação, baseia-se numa estratégia de moldagem à nanoescala que envolve processo sol-gel e permite obter materiais mesoporosos regulares, com poros muito uniformes e com dimensão *feita à medida* que pretendemos.

O princípio de formação é conceptualmente simples e ilustra-se na figura seguinte para a formação de uma pequeníssima parte de uma partícula de um material inorgânico de sílica.



Em termos resumidos, partimos de uma solução de espécies anfífilas (por exemplo, surfactantes catiónicos ou polímeros tribloco protonados) que se auto-organizam em micelas (cilíndricas no exemplo ilustrado), funcionando como agente estruturante. Duma amigável colaboração química entre as micelas com carga positiva e as espécies aniónicas de silicato resultam agregados supramoleculares, híbridos orgânico-inorgânico, com arranjos muito regulares. Após polimerização das espécies de silicato e remoção do *molde* (parte orgânica), por calcinação ou com solvente, obtemos um material inorgânico com uma estrutura porosa muito uniforme e ordenada.

Os primeiros materiais deste tipo, designados MCM-41, foram sintetizados por cientistas da Mobil (USA) em 1992 e desde então, por esta via, têm sido desenvolvidos outros materiais com diversas estruturas porosas, com outras geometrias (por exemplo, cavidades esféricas) e dimensões ajustáveis desde 2 a 50 nm. Isto é possível porque a natureza do agente estruturante e os parâmetros de síntese determinam a forma e tamanho das micelas, bem como o seu arranjo nos agregados híbridos. Conseguem-se assim, estruturas porosas interessantes (algumas ainda por descobrir certamente, devido à versatilidade da síntese) e com propriedades muito atractivas. Por exemplo, os materiais mesoporosos ordenados de sílica têm geralmente áreas superficiais extremamente elevadas, da ordem de $1000 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$, associadas à porosidade interna. Desta forma, são bem favoráveis para imobilizar espécies químicas por adsorção, ligação química ou encapsulação, promovendo potenciais aplicações em catálise, remoção de poluentes, separação de moléculas volumosas, entre outras.

Este é apenas um pequeno exemplo do que se pode conseguir com a Química numa escala *nano* onde a intervenção humana directa não é possível. É claro que implica um entusiástico *hands-on* no laboratório, mas a moldagem dos poros é conseguida usando ferramentas químicas, que incluem os conhecimentos de várias vertentes da Química e o controlo de variáveis, tais como pH, natureza e proporção de reagentes e solventes, temperatura, tempo de síntese, etc. Bem... e umas pitadas de imaginação também ajudam...

Espero que este modesto contributo ilustre que a Química se recomenda! O reconhecimento oficial das contribuições da Química para o bem estar da humanidade emanou da ONU ao declarar que **2011** será o **Ano Internacional da Química**, comemorando o centenário da atribuição do prémio Nobel da Química a essa grande cientista que foi Marie Curie.



Manuela Ribeiro Carrott
Professora Associada da Universidade de Évora
Departamento de Química e Centro de Química de Évora

Évora, 31 de Maio de 2010