

MATERIAL para (quase) TODA OBRA

Trio que descobriu e aperfeiçoou estruturas metalorgânicas leva o Nobel de Química de 2025. A versatilidade da combinação de moléculas porosas é enorme, e uma das aplicações é a captura de CO₂

» PALOMA OLIVETO

Em um mundo que demanda cada vez mais materiais sustentáveis e adequados a novas tecnologias, a Academia Real das Ciências da Suécia escolheu o trabalho de três cientistas pela criação de moléculas superversáteis, capazes de revolucionar desde a captura de gases de efeito estufa à obtenção de água em regiões áridas. O japonês Susumu Kitagawa, o britânico Richard Robson e o jordaniano-americano Omar M. Yaghi são os vencedores do Prêmio Nobel de Química de 2025 pelas pesquisas com as chamadas estruturas metalorgânicas, ou MOFs, iniciadas em 1989.

Cristais com espaços internos microscópicos, capazes de aprisionar ou liberar substâncias específicas, essa combinação de íons metálicos e moléculas orgânicas pode ser projetada para aplicações diversas. Como uma esponja, os MOFs, por exemplo, são capazes de retirar gases da atmosfera, armazenar compostos tóxicos e catalisar reações químicas, além de conduzir eletricidade.

Na coletiva de imprensa onde os nomes foram revelados, Olof Ramström, professor de química orgânica e membro da Academia Real das Ciências da Suécia, destacou que o trabalho independente do trio deu origem a “dezenas de milhares de novas redes moleculares criadas por outros cientistas”. Em tom de brincadeira, ele comparou: “Uma pequena quantidade desse material pode ser quase como a bolsa da Hermione, em Harry Potter”, em referência ao acessório da personagem, que parece sem fundo.

Desertificação

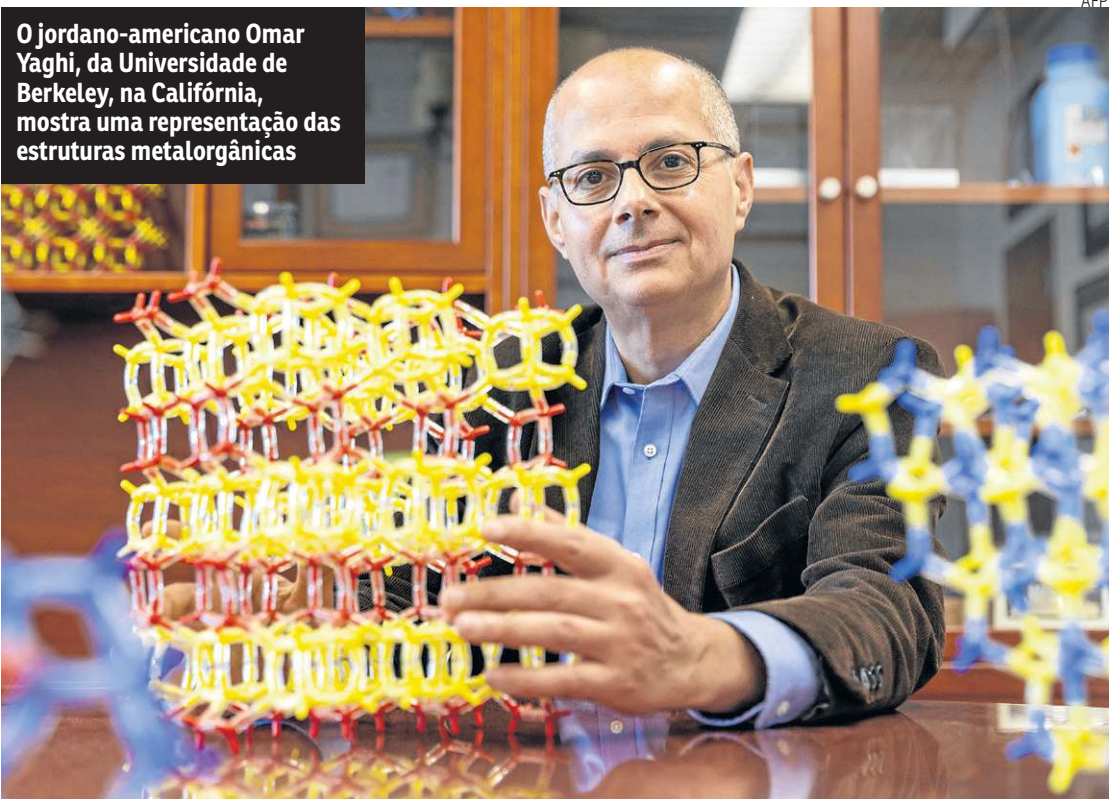
O Comitê do Nobel também lembrou que o grupo de pesquisa de Yaghi, que vem de uma família de refugiados palestinos nos Estados Unidos, pode ajudar a enfrentar um problema crescente: a desertificação e a demanda por água potável. “O grupo extraiu água do ar desértico do Arizona”, disse. “Durante a noite, as estruturas metalorgânicas capturaram o vapor do ar. Quando chegou o amanhecer e o Sol aqueceu o material, foi possível coletar a água”, narrou.

Professora da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSA) e apoiada pelo Instituto Serrapilheira, a química Monique Deon explica que os muitos ambientes vazios dos MOFs podem hospedar “uma quantidade enorme de moléculas”. A área de um cristal do tipo pode ultrapassar seis mil metros quadrados dentro de toda a sua estrutura porosa. “Seria como a área de um campo de futebol, concentrada em algo do tamanho de uma colher de chá”, compara.

Como o tamanho das cavidades pode ser controlado durante a construção da estrutura, elas funcionam como filtros seletivos, selecionando quais moléculas podem entrar ou ficar de fora. Além da aplicação na captura de CO₂ e na descontaminação da água, os MOFs têm utilidade na indústria farmacêutica, pois atuam como veículos de medicamentos, liberando as substâncias no organismo. “Essa arquitetura química sofisticada e inteligente está sendo reconhecida pelo prêmio, mostrando como a química de materiais pode lançar ferramentas para os desafios futuros, como o enfrentamento das mudanças climáticas, o desenvolvimento sustentável e a inovação em saúde”, resume Monique Deon.

Colapso

A trajetória da descoberta dos MOFs começa em 1989, quando Richard Robson, então na Universidade de Melbourne, na Austrália,



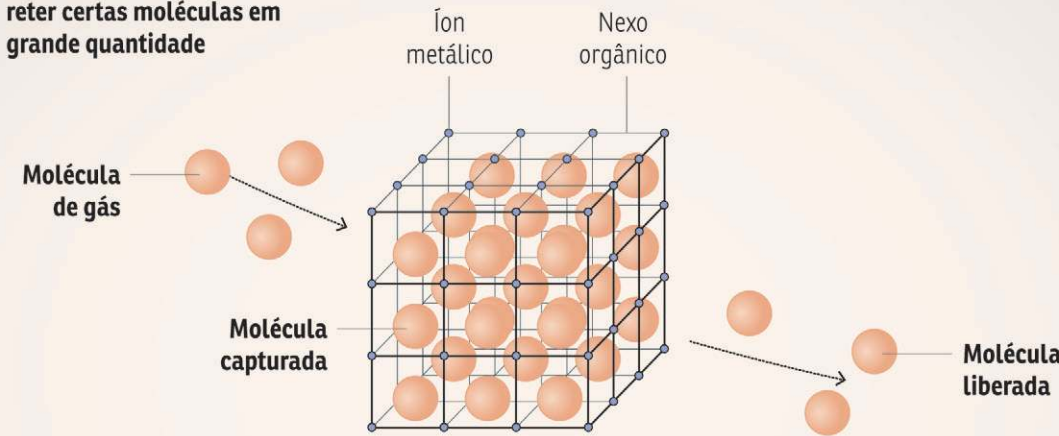
O jordaniano-americano Omar Yaghi, da Universidade de Berkeley, na Califórnia, mostra uma representação das estruturas metalorgânicas

AFP

Espaços de captura

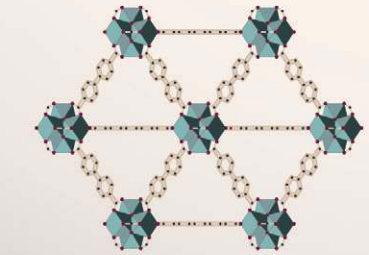
As estruturas metalorgânicas designadas para capturar gases

Esse tipo de rede porosa, com numerosas cavidades, consegue reter certas moléculas em grande quantidade

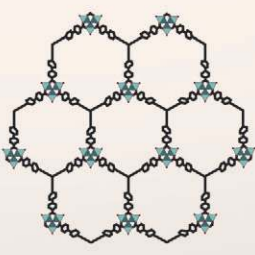


Segundo sua estrutura química, os materiais podem:

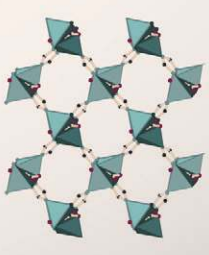
Separar as moléculas tóxicas em águas sujas (PFAS)



Armazenar e liberar hidrogênio para alimentar um motor



Absorver o dióxido de carbono (CO₂)



Fonte: NobelPrize.org

AFP

Duas perguntas para

Arquivo pessoal/Divulgação

Cristiane Barbieri Rodella, pesquisadora do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM)

Como esses materiais podem ajudar no enfrentamento aos desafios ambientais atuais?

Uma das aplicações mais relevantes é a capacidade dos MOFs de absorver dióxido de carbono (CO₂), um gás de efeito estufa. Assim, eles podem retirar esse gás da atmosfera e aprisioná-lo em sua estrutura. E vão além: a partir do momento em que o CO₂ é aprisionado, é possível fazê-lo reagir com outro gás, como o hidrogênio, e transformá-lo em metano, por exemplo. O metano é um precursor químico para diversas reações que podem levar até mesmo à produção de combustíveis de aviação.

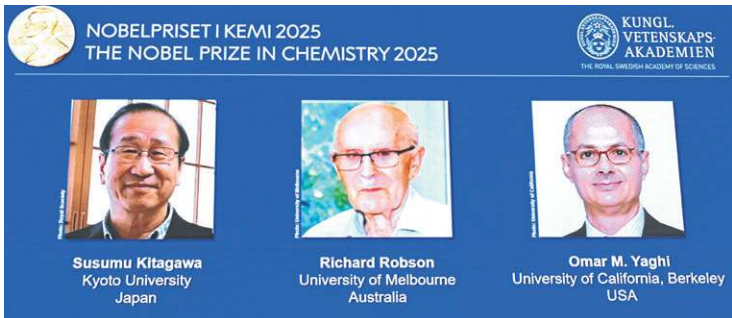
Qual a relação dos MOFs com a pesquisa que a senhora desenvolve no acelerador Sirius, do CNPEM?

Os MOFs apresentam uma estrutura cristalina, ou seja, a



ligação do metal com o orgânico está disposta de maneira regular e repetitiva no material. Isso caracteriza o que chamamos de estrutura cristalina. A linha de luz Paineira no acelerador Sirius tem como foco o estudo dessa estrutura cristalina: investigar se ela existe, como é e, principalmente, como pode ser transformada. E talvez seja aí que a Paineira apresente um grande diferencial nessa área de pesquisa, pois permite simular condições de tratamento térmico ou de reação química nas quais o MOF será aplicado. (PO)

Os premiados



SUSUMU KITAGAWA
Instituição: Universidade de Kyoto, Japão
Formação: doutor em Química pela Universidade de Kyoto (1979)
Contribuição: demonstrou que gases podem entrar e sair dos MOFs, prevenindo que essas estruturas poderiam ser flexíveis e úteis em aplicações ambientais.
Nascimento: 1951, Kyoto, Japão

RICHARD ROBSON
Instituição: Universidade de Melbourne, Austrália
Formação: doutor em Química pela Universidade de Oxford (1962)
Contribuição: foi o pioneiro no uso de íons metálicos e moléculas orgânicas para criar

cristais porosos, estabelecendo as bases dos MOFs em 1989.
Nascimento: 1937, Glusburn, Reino Unido

OMAR M. YAGHI
Instituição: Universidade da Califórnia, Berkeley, EUA
Formação: doutor em Química pela Universidade de Illinois Urbana-Champaign (1990)
Contribuição: criou MOFs altamente estáveis e personalizáveis, abrindo caminho para aplicações práticas em captura de gases, purificação de água e catálise.
Nascimento: 1965, Amã, Jordânia

Palavra de especialista

UFSCar/Divulgação



Esponjas moleculares

“Apesar do nome parecer complicado, esses materiais são surpreendentemente simples e têm potencial para mudar o mundo. Imagine um material capaz de capturar CO₂ do ar, purificar

água, remover poluentes ou catalisar reações químicas — tudo isso de forma controlada e eficiente. Pois esses materiais já existem, e são justamente os MOFs, que combinam íons metálicos e moléculas orgânicas para formar estruturas cristalinas altamente porosas, como verdadeiras ‘esponjas moleculares’. O trabalho premiado é fascinante porque está na

possíveis em sensores, baterias e dispositivos eletrônicos avançados.

No Brasil, o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) pesquisa as modificações estruturais que o MOF pode sofrer durante a aplicação. “Se o resultado não for satisfatório, o pesquisador pode retornar à síntese química e formular novos compostos mais resistentes ou mais adequados ao gás de interesse”, explica a cientista

Cristiane Barbieri Rodella, que pesquisa as estruturas no acelerador Sirius, do CNPEM (**leia entrevista nesta página**).

Em entrevista à Fundação Nobel, o laureado Omar Yaghi destacou a importância de investimento em pesquisa em um cenário de cortes orçamentários implementados pelo presidente Donald Trump. “A ciência é uma joia do nosso país. Não podemos nos dar ao luxo de deixá-la cair.” Yaghi também se referiu

à origem palestina — ele imigrou para os Estados Unidos aos 15 anos. “Pessoas inteligentes, talentosas e competentes existem em todos os lugares. Devemos realmente nos concentrar em liberar seu potencial, oferecendo-lhes oportunidades”, afirmou.

Os três laureados dividirão o prêmio de 11 milhões de coroas suecas, o equivalente a R\$ 5,32 milhões. A cerimônia do Nobel será em Estocolmo, no próximo mês.