



Tags

**QUÍMICA**  
**BIOLOGIA**  
**SOCIOLOGIA**  
**GEOGRAFIA**

[cienciahoje.org.br/artigo/extraindo-agua-do-ar-materiais-nanoporosos-ajudam-a-combater-uma-crise-mundial/](https://cienciahoje.org.br/artigo/extraindo-agua-do-ar-materiais-nanoporosos-ajudam-a-combater-uma-crise-mundial/)

**Paula Macedo Lessa dos Santos**

Instituto de Química - UFRJ



ARTIGO EM FOCO |

EXTRAINDO ÁGUA  
DO AR: MATERIAIS  
NANOPOROSOS  
AJUDAM A COMBATER  
UMA CRISE MUNDIAL

O crescimento populacional dos humanos da Terra e a poluição das águas vêm agravando o problema da escassez hídrica e o acesso à água potável. O artigo da CH 400 intitulado "Extraindo água do ar: materiais nanoporosos ajudam a combater uma crise mundial" aborda o problema da crise hídrica e também apresenta processos onde a água pode ser captada por materiais de alta eficiência, os materiais nanoporosos formados por aglomerados, que são estruturas metal-orgânicas (os *Metal-Organics Frameworks* - MOF's). Além desses, existem os retículos orgânicos covalentes (COF's).

O artigo levanta uma séria questão de impacto social e ambiental associada às condições econômicas e climáticas locais. Imagine viver num local onde a umidade relativa do ar é de somente 10%. Mesmo assim, materiais como o MOF-303 conseguem obter água a partir do ar desse local graças à sua grande área superficial e propriedades adsorventes.

Processos como absorção, adsorção, ligações químicas e mudanças de estado físico da água permeiam o modo de ação desses materiais e de dispositivos de captação de água desenvolvidos a partir deles. São conceitos presentes no currículo do ensino médio, e a compreensão dos mesmos pelos estudantes os capacita a compreender os princípios que norteiam o desempenho dos MOF's.

A dica para o professor dá ênfase nas ligações intermoleculares e nos aspectos socioambientais apresentados no artigo, mas há muitas possibilidades de discussão a partir de um tema tão inquietante.



## POSSIBILIDADES DE ABORDAGEM

**Comunicar** os avanços acerca das estruturas metal-orgânicas (MOF, *Metal-Organic Frameworks*) e suas múltiplas aplicações, sobretudo na captação de água;

**Aplicar** os conhecimentos acerca das interações intermoleculares para compreender o processo de captação de água pelo MOF-303;

**Discutir** os impactos socioambientais relacionados ao acesso à água potável.

## PROPOSTA DE ATIVIDADE

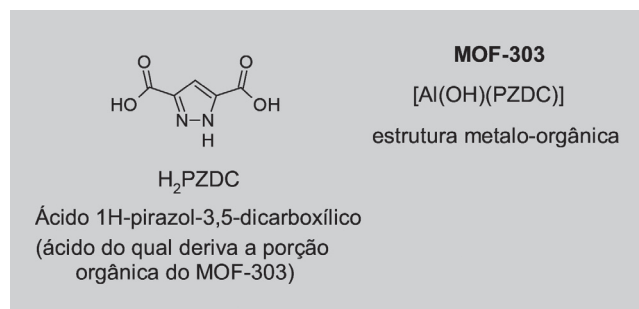
A atividade começa com o envio prévio do texto do artigo "Extraindo água do ar: materiais nanoporosos ajudam a combater uma crise mundial" à turma, para que os estudantes façam uma leitura na semana anterior à aula. Junto ao texto, podem ser encaminhadas algumas questões para reflexão e discussão posterior em sala de aula, tais como: O que é um material nanoporoso? Qual o impacto socioambiental do uso de tecnologias para captação de água abordado pelo texto? Quais as diferenças entre os processos de absorção e de adsorção de água por um material? Os mecanismos de captura passiva e de captura ativa de água apresentados no artigo são de protótipos (modelos em teste) ou de equipamentos comerciais?

Considerando que o uso do MOF-303 busca enfrentar o problema da escassez hídrica em regiões desérticas, entender como o material funciona numa perspectiva científica pode ser uma ótima oportunidade de aprofundamento do tema interações intermoleculares. E por quê? Porque é através de ligações de hidrogênio que as primeiras moléculas de água vão se ligando aos átomos de nitrogênio do anel pirazólico da porção orgânica do MOF-303, das hidroxilas da porção inorgânica do MOF-303 e entre as próprias moléculas de água.

A figura 1 mostra a fórmula do MOF-303. Dessa forma, as cavidades do nanomaterial vão sendo preenchidas por moléculas de água no processo de adsorção. Esse mecanismo foi bem estudado por Hanikel e colaboradores (2021), cujo artigo citado na lista de referências traz figuras que ilustram muito bem a evolução do preenchimento das cavidades do material por moléculas de água e que podem ser utilizadas na apresentação da aula.

Para tanto, ao retomar o texto na aula seguinte e conduzir as discussões a ele associadas, o professor deve lançar mão de imagens e vídeos que apresentem com clareza a natureza química do MOF-303. O vídeo apresentado no artigo *Improving the Efficiency of Atmospheric Water Harvesting* (2022) contribui para a visualização das estruturas do MOF-303 e as interações intermoleculares, sobretudo das ligações de hidrogênio que são estabelecidas durante o processo de adsorção da água nas estruturas internas do material. Cabe aqui elaborar uma atividade para que os estudantes proponham as possíveis ligações de hidrogênio que podem ser estabelecidas (água-MOF-303 e água-água). Depois, a atividade deve ser retomada como uma avaliação das percepções dos estudantes.

**Figura 1.**  
A estrutura do MOF-303 é formada por uma porção inorgânica e outra orgânica das quais podem ser formadas ligações de hidrogênio com água



É importante ressaltar que, em nível científico, o estudo da adsorção contribui para a compreensão do processo e de que forma o material pode ser melhorado para a função desejada.

A discussão acerca de tecnologias para o enfrentamento da escassez de água pode ser ampliada se o professor propuser à turma uma pesquisa sobre empreendedorismo climático. A turma, organizada em grupos menores, deve pesquisar projetos iniciais ou produtos comerciais de captação de água existentes. Além dos aspectos científicos envolvidos em cada sistema de captação, os estudantes deverão apresentar aspectos socioambientais, geográficos e políticos nos quais a tecnologia pesquisada impacta. Essa abordagem pode se desdobrar após a apresentação dos trabalhos nas aulas seguintes, em boas rodas de conversa e/ou apresentação de maquetes e protótipos. ■

## RECURSOS UTILIZADOS

- Texto "Extraindo água do ar: materiais nanoporosos ajudam a combater uma crise mundial", CH 400;
- Equipamento de projeção de slides e vídeos que auxiliem a compreensão da estrutura a estrutura dos MOF's e das interações entre moléculas;
- Folha de atividades.

## EXPLORE +



### **Evolution of water structures in metal-organic frameworks for improved atmospheric water harvesting.**

Science 374.454-459(2021).DOI:10.1126/science.abj0890.

Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abj0890>



### **Cientistas criam dispositivo que consegue extrair água até do ar do deserto.**

Olhar Digital, 2018.

Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2018/03/23/noticias/cientistas-criam-dispositivo-que-consegue-extrair-agua-ate-do-ar-do-deserto/>



### **Improving the Efficiency of Atmospheric Water Harvesting.**

Advanced Light Source. February, 18, 2022.

Disponível em: <https://als.lbl.gov/improving-the-efficiency-of-atmospheric-water-harvesting/>