
REFRIGERAÇÃO POR ENERGIA SOLAR¹

Pesquisadores franceses acabaram de criar um sistema de refrigeração por energia solar utilizando zeólita. Esta é um mineral cuja estrutura cristalina crivada de cavidades pode armazenar água quando aquecida e depois liberá-la como vapor, sem sofrer alteração durante o ciclo. No novo sistema de refrigeração, a produção de frio e de gelo ocorre durante a fase noturna de condensação. Até o momento, o processo foi aplicado para a alimentação de uma geladeira e de uma câmara frigorífica.

Na França, pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisas Científicas (CNRS) criaram um sistema de refrigeração que funciona unicamente com energia solar. Eles utilizaram um composto microporoso com alta capacidade de adsorção denominado zeólita. Esta é um mineral do grupo dos silicatos hidratados de alumínio; no processo criado pelo CNRS, foi utilizada a zeólita 13 X. A adsorção é a penetração de um gás ou de um líquido em um sólido, proporcional à superfície de contacto entre ele e o sólido (ao contrário da absorção, onde a penetração é proporcional ao volume do sólido).

Os três elementos básicos desse aparelho de refrigeração solar são:

- calor solar captado durante o dia;
- zeólita 13 X e
- água.

O princípio de seu funcionamento é tão simples quanto possível: durante seu ciclo térmico, a água é alternativamente adsorvida e dessorvida pela zeólita, que desempenha o papel de “bomba química” du-

¹ Artigo enviado pelo Centro Franco-Brasileiro de Documentação Técnica e Científica (CENDOTEC) , São Paulo – SP.

rante a evaporação e de “compressor químico” durante a condensação. O frio é produzido pela evaporação da água durante a fase de adsorção.

O sistema, que adapta à energia solar o ciclo intermitente zeólita 13 X -água, apresenta uma característica muito original: o “compressor químico” (zeólita) está integrado no captador solar; portanto, o aparelho não possui partes móveis.

O ciclo de seu funcionamento é de 24 horas. Por enquanto, ainda são necessárias intervenções manuais de manhã e à noite, para abrir e fechar o captador. Mas o sistema poderá tornar-se totalmente autônomo: basta acrescentar-lhe um controle termostático e uma válvula de retenção.

Até o momento, o processo recebeu duas aplicações principais: uma geladeira e uma câmara frigorífica.

Geladeira e câmara frigorífica

Geladeira solar: Com a aparelhagem descrita, a energia solar coletada durante o dia por meio do ciclo intermitente é utilizada para a produção noturna de gelo. Este será usado para manter a geladeira entre 3° e 7°C, para a conservação de alimentos. No aparelho atual, o volume de gelo no evaporador (8 kg) é previsto para permitir uma autonomia de 2 dias sem Sol.

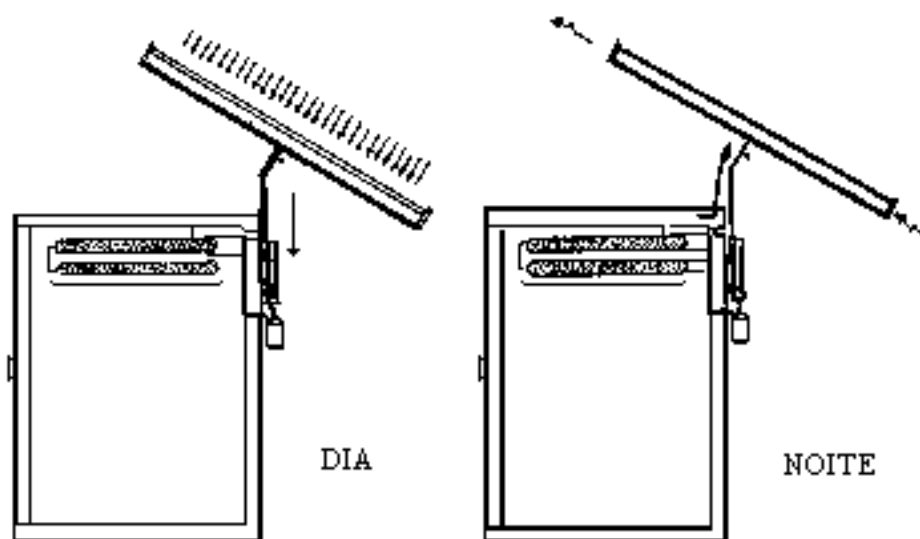
Câmara frigorífica solar: O princípio desta é idêntico ao da geladeira solar: fabricação de gelo no evaporador e armazenagem de frio sob forma de gelo (para compensar os dias sem Sol).

O ciclo intermitente zeólita 13 X -água

Durante o dia: Quando se fecham os orifícios de aeração do captador e a válvula do evaporador, a temperatura daquele começa a subir, provocando na pressão de vapor de água uma elevação correspondente à temperatura do condensador, com o conseqüente início da condensação. Esta prossegue até que a zeólita atinja sua temperatura máxima (aproximadamente às 17 horas) na cidade francesa de Montpellier, durante o verão. Em seguida a temperatura cai e a pressão vai baixando progressivamente; quando ela igualar-se com a baixa pressão do evaporador (às 20 horas aproximadamente), pode-se abrir a válvula deste.

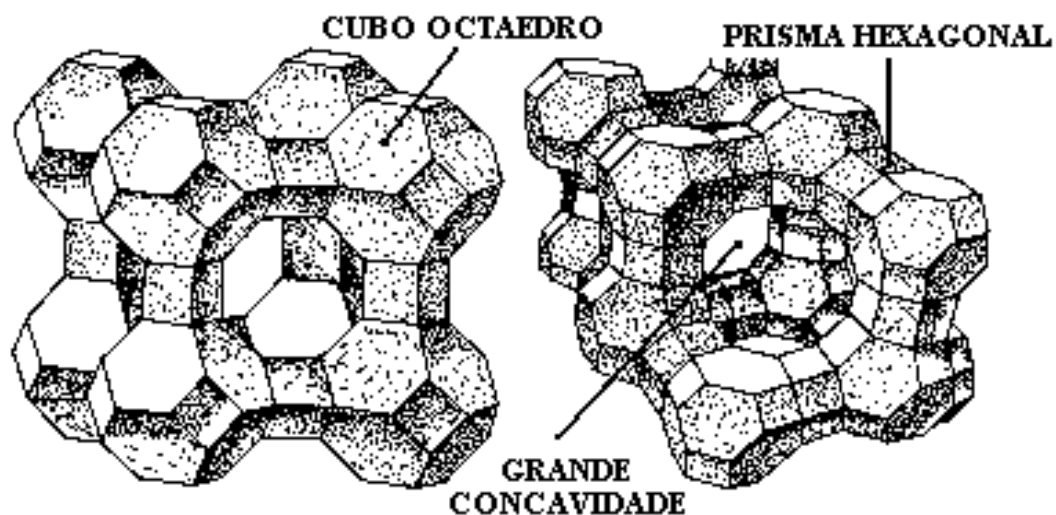
Durante a noite: Abrem-se os orifícios de aeração do captador e a válvula que o liga ao evaporador. A evaporação tem início, pro-

vocando a produção de frio (e, portanto, de gelo) no evaporador, pois a água manteve uma temperatura constante de 0°C , graças a reserva de gelo produzida na noite anterior. A adsorção continua até de manhã (7-8 horas), quando a temperatura do captador está no ponto mais baixo. Durante a adsorção, que é um fenômeno exotérmico, o calor liberado é escoado por ventilação.



As zeólitas são silicatos hidratados de alumínio. Os primeiros espécimes foram descobertos em 1756. O termo *zeólita*, que em grego significa “pedra que ferve”, provém do fato de seus cristais entrarem em ebulição quando aquecidos à chama de um maçarico.

A origem das propriedades adsorventes das zeólitas está na estrutura de sua rede cristalina, crivada de espaços vazios em forma de canais ou de cavidades. Por exemplo, seus espaços vazios podem ser preenchidos por moléculas de água, sem que haja alteração notável nas dimensões dos cristais (as argilas, ao contrário, dilatam-se com a adsorção de água). Frequentemente as zeólitas foram comparadas com esponjas – esponjas cujo teor de água depende da temperatura e da pressão do vapor desta.



As zeólitas possuem uma estrutura cristalina com grandes “câmaras” que se comunicam por túneis de dimensões diversas, onde se alojam as moléculas de água capturadas.

Quando a zeólita é colocada em atmosfera seca, ou quando é aquecida, a água nela contida pode ser eliminada progressivamente, sem destruição da sua estrutura. E, inversamente, uma zeólita desidratada pode recuperar sua água com a dissipação de grande quantidade de calor. O processo de refrigeração descrito baseia-se nesse fenômeno fundamental.

Para quaisquer informações:

M.J.J. Guilleminot

Laboratoire de Thermodynamique des Fluides

Centre Universitaire -Bâtiment 502 Ter

91405 Orsay Cedex - France