

FRIO POR UM FIO

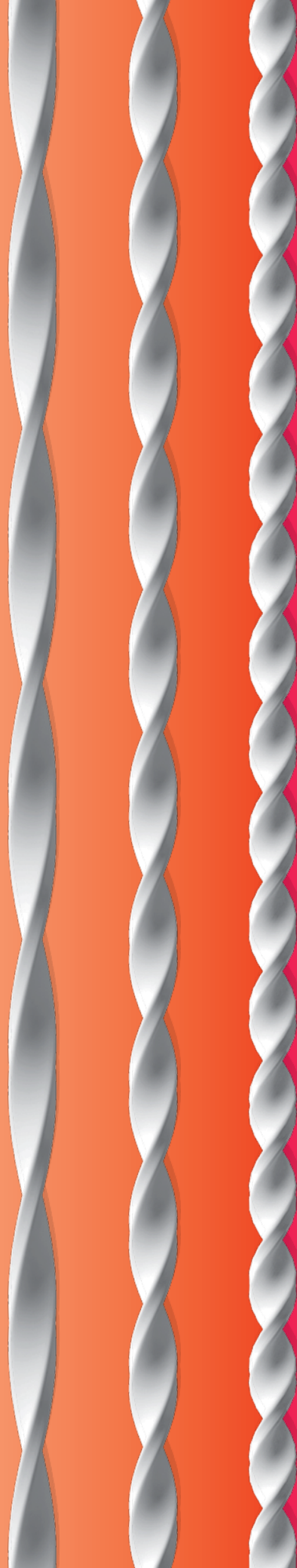
Sistema de refrigeração baseado na torção e destorção de fibras reduz a temperatura da água em até 7 °C

Marcos Pivetta

Torcer e destorcer fibras de borracha, linhas de pesca ou fios de uma liga de níquel e titânio pode alterar a temperatura do material em até 20 °C. Enrolados, os filamentos esquentam. Em seguida, entram em equilíbrio térmico com o ambiente e perdem alguns graus. Por fim, desenrolados, esfriam na mesma medida em que tinham se aquecido. De acordo com o material empregado, o número de fibras utilizado e o nível de torção e destorção exercido, as oscilações térmicas podem ser maiores ou menores. Quanto mais enrolados, mais os fios esquentam e, por conseguinte, mais resfriam quando são desenrolados. Além de apresentar esse efeito, até agora desconhecido, um artigo publicado na revista científica *Science* em 11 de outubro indica que parte do frio gerado por esse tipo de manipulação de fios pode ser transferida para o ambiente e se tornar uma alternativa a ser empregada em sistemas de refrigeração, como geladeiras e aparelhos de ar-condicionado.

Um experimento relatado no estudo, feito por pesquisadores dos Estados Unidos, da China e do Brasil, mostra que a temperatura de um fluxo de água diminuiu entre 4,7 °C e 7,7 °C ao passar por um dispositivo resfriado pelo movimento

Estudo mostra que torcer fios esquentam o material e destorcer esfria



de destorção de três fibras retorcidas de níquel e titânio com 0,7 milímetro (mm) de diâmetro. “Chamamos esse efeito de resfriamento calórico por torção”, afirma, em comunicado à imprensa, o físico Ray Baughman, diretor do Instituto NanoTech da Universidade do Texas em Dallas, Estados Unidos, coordenador da equipe que realizou o estudo. O grupo liderado por Baughman tem testado a torção de fios ou até de nanotubos de carbono em experimentos com diferentes finalidades, como produzir energia ou fabricar músculos artificiais.

A nova forma de promover o resfriamento é uma variante de um fenômeno conhecido há 200 anos e denominado efeito elastocalórico. “Desde 1805, sabemos que esticar uma borracha rapidamente aumenta sua temperatura”, explica Douglas Galvão, do Instituto de Física Gleb Wataghin da Universidade de Campinas (IFGW-UNICAMP), coautor do trabalho. Essa é uma propriedade simples de entender: espichar uma fibra torna-a mais quente; soltá-la, para que volte ao formato original, reduz sua temperatura na mesma proporção em que havia aumentado. “A descoberta de que uma torção faz a temperatura dessa estrutura variar de forma significativa tem potenciais aplicações tecnológicas”, comenta Galvão.

A mudança de temperatura ocorre porque a deformação mecânica exercida sobre um fio (seu puxamento ou torção) diminui a entropia, uma grandeza termomecânica que mede a desordem das partículas de um sistema físico. Essa alteração faz o material ceder calor ao ambiente. Quando a fibra é solta, o efeito é revertido e a temperatura se reduz. No estudo, por meio de análises de cristalografia de raios X, os pesquisadores observaram esse rearranjo molecular no interior das fibras torcidas e destorcidas quando elas esquentavam e resfriavam. Eles também constataram que torcer e destorcer fios altera a temperatura com o dobro da eficiência do que o ato de esticar e soltar o mesmo material. Em alguns experimentos, os fios foram pintados com tintas que mudam de cor em função de variações de temperatura, detalhe que permitiu observar as mudanças térmicas.

O resfriamento por torção apresenta ainda outra vantagem prática em relação ao produzido pelo espichamento do fio:

O efeito de diminuição da temperatura foi obtido em experimentos com fibras de borracha, linhas de pesca e fios de níquel e titânio

um elástico enrolado necessita de menos espaço do que um esticado. “Criar uma geladeira baseada no efeito elastocalórico clássico seria inviável”, explica o físico Alexandre Fontes da Fonseca, também do IFGW, outro coautor do estudo. Para produzir frio em quantidade suficiente, o aparelho teria que ocupar um tamanho de seis a sete vezes maior do que o comprimento original de suas fibras de borracha. Esse espaço extra seria usado pelo movimento de esticar e soltar os fios. Uma forma de contornar esse problema seria usar materiais em escala nanométrica, que não precisam de muito espaço ao ser esticados, em aparelhos de refrigeração. Alguns estudos sinalizam que isso seria possível. Outra maneira seria recorrer ao resfriamento calórico por torção de fios macroscópicos. “Com a descoberta de que a torção das fibras produz o mesmo efeito térmico que seu esticamento, a ideia de usar materiais sólidos, em vez de gases, em sistemas de refrigeração pode se tornar algo viável”, diz Fonseca.

As geladeiras atuais esfriam seu ambiente interno por meio da compressão de vapor. O processo é eficiente, mas tem um custo ambiental. Até alguns anos atrás, os gases utilizados para essa finalidade eram os clorofluorcarbonetos (CFCs), que destroem a camada de ozônio da atmosfera, cuja finalidade é proteger o planeta da radiação ultravioleta emitida pelo Sol. Depois da proibição do uso desses compostos em muitos países, inclusive o Brasil, os hidrofluorcarbonetos (HFCs) passaram a ser utilizados em refrigeradores e sistemas de ar-condicionado. Embora não produzam danos à camada de ozônio, os HFCs contribuem para o aumento do efeito estufa, o aquecimento anormal da temperatura da atmosfera terrestre.

Esse quadro faz com que alternativas ao uso de gases para refrigeração sejam alvo de novas pesquisas. Entre elas, destacam-se as que promovem mudanças na corrente elétrica, no campo magnético ou no movimento mecânico de materiais sólidos (como o esticamento e a torção de fios) para diminuir a temperatura em sistemas fechados, como um refrigerador.

Para ser viável comercialmente, um método alternativo de refrigeração tem de ser barato e eficiente em otimizar as trocas de calor entre o material que produz o frio – a fibra de borracha ou linha de pesca no caso do novo experimento – e o ambiente a ser termicamente modulado, como o ar dentro de uma geladeira ou em um climatizador. Esse é o desafio que os aparelhos atuais, resfriados por gases, superam sem problemas não fosse pelo impacto provocado por seus vapores no clima do planeta. “A eficiência do uso da torção ou do esticamento de fios em sistemas para gerar frio ainda não é tão boa quanto a da geladeira comum, mas é melhor do que a obtida com outros métodos de refrigeração descritos na literatura científica”, diz Fonseca. ■

Projeto

Centro de Engenharia e Ciências Computacionais – Cecc (nº 13/08293-7); Modalidade Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid); Pesquisador responsável Munir Salomão Skaf (Unicamp); Investimento R\$ 24.519. 718, 86 (para todo o projeto).

Artigo científico

WANG, R. et al. Torsional refrigeration by twisted, coiled, and supercoiled fibers. *Science*. 11 out. 2019.