

Vizinhança *inquieta*

Estratégia permite avaliar interação magnética entre nanopartículas

RICARDO ZORZETTO

Sueli Hatsumi Masunaga e Renato de Figueiredo Jardim, físicos da Universidade de São Paulo (USP), desenvolveram uma estratégia relativamente simples de medir um fenômeno que afeta o armazenamento e a transmissão de informações registradas em meios magnéticos, como o disco rígido (HD) dos computadores. Caso essa forma de avaliar as características do material que compõe a memória magnética dos computadores se mostre viável comercialmente, pode se tornar possível produzir, com o mesmo material usado hoje, discos rígidos com capacidade de armazenamento até cinco vezes superior à atual.

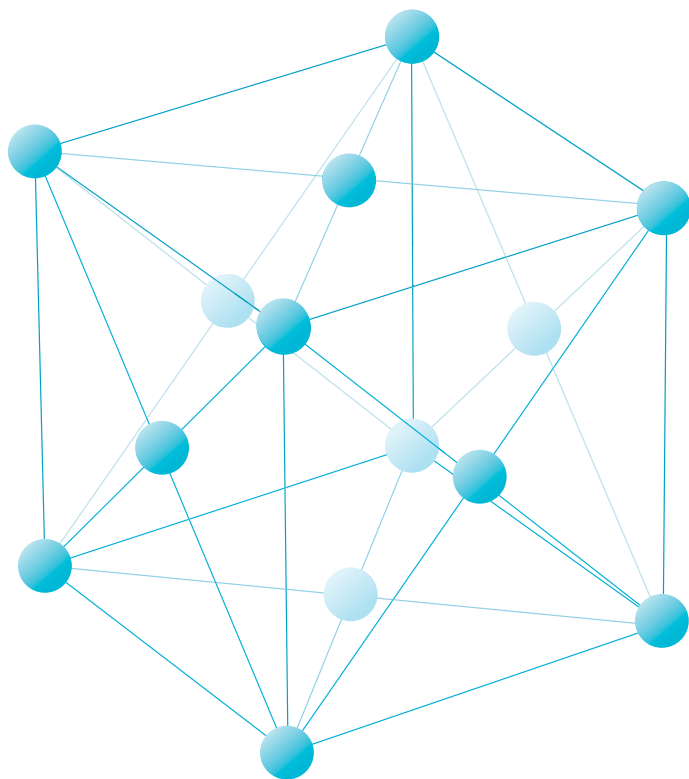
Calcula-se que o HD de um computador comum, que registra as informações em filmes de pequenas partículas magnéticas de cobalto (Co), cromo (Cr) e platina (Pt), cobertos com material isolante, armazene 200 gigabytes de dados em uma superfície comparável à de uma caixa de fósforos. “Otimizada a fabricação desse componente, a mesma área seria capaz de abrigar 1 terabyte”, afirma Jardim, diretor do Instituto de Física (IF) da USP.

A ampliação do poder de armazenamento desse material, cuja composição e capacidade exatas não costumam ser divulgadas pela indústria, depende do controle da influência que as nanopartículas exercem umas sobre as outras – fenômeno do mundo atômico que recebe o nome de interação dipolar porque as nanopartículas se comportam

como minúsculos ímãs (dipolos magnéticos). “Essa interação, cuja intensidade aumenta com a redução do espaço entre as partículas, ocorre mesmo a distâncias consideradas grandes no mundo nanométrico”, conta Sueli.

Quando se pressiona a tecla *enter* de um computador para salvar um arquivo de texto, por exemplo, uma pequena bobina (cabeça de leitura) que flutua a décimos de milionésimo de milímetro do disco rígido converte pulsos elétricos em magnéticos e orienta o campo magnético das nanopartículas em um determinado sentido ou no seu oposto, girado 180 graus. A orientação desse campo magnético – imagine uma seta apontando para cima ou para baixo – funciona como unidade de informação: o bit, representado pelos números 0 e 1. Acionado o comando de salvar a informação, uma longa sequência de zeros e uns é codificada na orientação magnética das nanopartículas, que não se altera com a máquina desligada.

Aumentar a capacidade de armazenamento desse tipo de memória, criada nos anos 1950 pela IBM, exige acomodar um número maior de partículas magnéticas numa mesma área. Mas isso é dificultado, entre outros fatores, pela interação dipolar. À medida que as nanopartículas se tornam mais próximas, os campos magnéticos gerados por elas interagem entre si até que, a depender da distância, provocam a inversão de sentido das nanopartículas – ou, como dizem os físicos, *fli-*



Cubo metálico:
arranjo em
3D dos átomos
de níquel à
temperatura
ambiente

O PROJETO

Estudo de fenômenos intergranulares em materiais cerâmicos - nº 2005/53241-9

MODALIDADE

Projeto Temático

COORDENADOR

Reginaldo Muccillo - Ipen/SP

INVESTIMENTO

R\$ 945.914,22 (FAPESP)

pam. E, nesse caso, *flipar* é sinônimo de instabilidade, o que não é desejável para armazenar informações.

Jardim e Sueli propuseram em janeiro na *Applied Physics Letters* um modo de driblar o problema. A sugestão é usar dois conjuntos de características do material para estimar a partir de que ponto a interação dipolar se torna relevante. O primeiro conjunto, de ordem estrutural, leva em conta o tamanho das partículas e a distância entre elas. A outra medida é a susceptibilidade magnética – resposta do material a um campo magnético.

A dupla chegou a essa estratégia investigando o comportamento de um material contendo nanopartículas de níquel sintetizado por Sueli, parte de um projeto temático da FAPESP coordenado pelo físico Reginaldo Muccillo. Naturalmente magnético à temperatura ambiente, assim como o Fe e o Co, o níquel (Ni) é um metal modelo para o estudo de propriedades magnéticas.

No laboratório, Sueli misturou um ácido (cítrico), um álcool (etileno-glicol) e um sal (nitrato de níquel) e manteve o líquido a 80 graus Celsius até que se transformasse em um gel, que mais tarde levou ao forno a 300 graus

por três horas. A resina que se formou foi triturada e mais uma vez aquecida, agora em atmosfera de nitrogênio, para eliminar impurezas. O resultado foi a formação de nanopartículas esféricas de níquel imersas numa matriz de carbono e óxido de silício. Com cinco nanômetros de diâmetro, em média, cada nanopartícula é, na verdade, um aglomerado de quase 6 mil átomos dispostos na forma de cubos que se comporta como se fosse um só dipolo.

Interação - Aumentando a concentração de níquel, que variou de 1,9% a 12,8% da massa do composto, Sueli observou ao microscópio eletrônico que a distância entre as nanopartículas diminuiu de 21 para 11 nanômetros. Em paralelo, a susceptibilidade magnética revelou maior interação entre as partículas. A partir de certa distância, a susceptibilidade magnética deixou de ser descrita da forma esperada para partículas independentes, sinal de que os campos magnéticos das nanopartículas começaram a interferir uns sobre os outros. “A interação dipolar se tornou importante em distâncias menores que 14 nanômetros”, conta Sueli, que descreveu os resultados em um artigo da *Physical Review B* de 2009 e em outro a ser publicado no *Journal of Applied Physics*. Um HD contendo nanopartículas que estivessem tão próximas entre si se comportaria como uma memória com Alzheimer: poderia perder a informação logo depois de adquiri-la.

“Essa característica que torna o material impróprio para armazenar dados pode ser interessante para fenômenos que não exijam a preservação do estado, como a transmissão de informações”, conta Jardim. Segundo o físico, a estratégia pode ser aplicada a qualquer material, o que pode atrair o interesse da indústria. “O método”, diz ele, “poderia ser adotado como protocolo para monitorar a construção de memórias magnéticas de computador e testar a qualidade delas”. ■

Artigo científico

MASUNAGA, S.H. *et al.* Increase in the magnitude of the energy barrier distribution in Ni nanoparticles due to dipolar interactions. *Applied Physics Letters*. v. 89, jan. 2011.