

Memória no vidro

Material inovador poderá armazenar dados digitais em três dimensões

YURI VASCONCELOS

Armazenar grandes quantidades de dados digitais em um pequeno pedaço de vidro é a nova possibilidade que se abre com as pesquisas do Grupo de Materiais

Fotônicos do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (Unesp), de Araraquara. Os pesquisadores conseguiram desenvolver um tipo de material vítreo, produzido com alta concentração de óxido de tungstênio, que poderá receber gravações em três dimensões, abrangendo a altura, o comprimento e a largura. Isso representa um avanço em relação aos principais meios eletrônicos que armazenam memória óptica em duas dimensões, como os CDs e os DVDs, capazes de acumular dados apenas na superfície do material. Com a capacidade de armazenamento tridimensional do vidro de tungstênio, as aplicações podem avançar por vários campos da informática e da indústria eletroeletrônica, na fabricação de chips e memórias para computadores e na produção de dispositivos de gravação audiovisual. Tudo isso, é claro, se as pesquisas ainda em andamento comprovarem a eficácia do novo material e as suas possibilidades de interação com os equipamentos eletrônicos. “Nos últimos três anos surgiram muitas pesquisas no mundo inteiro relacionadas a materiais com capacidade de gravação tridimensional, mas, até onde sabemos, nenhum outro grupo nacional ou estrangeiro chegou ao estágio em que nos encontramos”, diz o químico Younès Messaddeq, coordenador do Grupo de Materiais Fotônicos da Unesp.

A grande vantagem do novo material, que tem uma coloração amarelada em razão da presença de tungstênio em sua composição, é que ele poderá ultrapassar, de maneira significativa, a capacidade atual de armazenamento dos meios utilizados como memórias ópticas digitais. Um CD comum, por exemplo, pode armazenar 700 megabytes de informação, quantidade suficiente para uma hora e quinze minutos de música de alta qualidade ou mais de 300 mil páginas de um texto escrito em espaço duplo. Os DVDs mais avançados, por sua vez, contam com 20 gigabytes de memória e são capazes de armazenar filmes de longa metragem. “O vidro poderá ser usado como dispositivo para gravação ou transformado em um filme fino, com alguns nanômetros de espessura, similar às películas existentes hoje em CDs e DVDs”, diz o químico Gaël Poirier, aluno de pós-doutorado e um dos inventores do novo material. Esses discos compactos possuem um filme de polímero, de espessura também nanométrica, depositado sobre um vidro polido, onde as informações são gravadas. É uma camada fina de resina fotossensível (por exemplo, policarbonato ou poliéster) produzida a partir da evaporação de vidros ou polímeros especiais. “Vamos testar a gravação diretamente no vidro de tungstênio e no filme fino com o mesmo material para ver qual dos dois é mais eficiente”, diz o pesquisador.

Os pesquisadores da Unesp garantem que a capacidade de armazenamento do vidro à base de óxido de tungstênio será infinitamente maior que os disquinhos atuais, embora, por enquanto, não consigam precisar o tamanho dessa memória. “Ain-



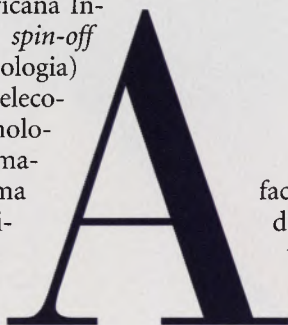
Vidro de tungstênio:
gravação
tridimensional na
Unesp de Araraquara

da não fizemos as medidas necessárias, mas o limite teórico de armazenamento é de 1,6 terabyte (1.600 gigabytes) por centímetro cúbico”, diz Poirier. Essa capacidade, segundo Messaddeq, será fundamental para a projeção do sucesso comercial do novo vidro, que já precisa ser superior a 200 gigabytes porque esse é o volume de informações da memória eletrônica mais ampla do mercado, prevista para ser lançada este ano pela empresa americana In-Phase Technologies, uma *spin-off* (pequena empresa de tecnologia) originária da gigante das telecomunicações Lucent Technologies, especializada em armazenamento holográfico, uma técnica que também permite guardar dados em três dimensões. “A diferença fundamental entre nosso vidro e os materiais holográficos que gravam em três dimensões é que esses últimos são polímeros ou vidros porosos contendo polímeros. Eles gravam em três dimensões, mas o processo não é reversível”, conta Messaddeq.

Com o material vítreo da Unesp é diferente. Ele poderá se contrapor aos materiais utilizados hoje, experimentalmente, para gravação em três dimensões que possuem como grande limitação o fato de não serem reversíveis. “A não gravação é uma grave limitação no campo de aplicação de armazenamento de dados, porque esses materiais somente poderão ser utilizados como memórias ‘definitivas’”, diz Messaddeq. As gravações feitas no vidro sintetizado nos laboratórios da Unesp podem ser apagadas por tratamento térmico ou quando expostas a lasers apropriados. Isso faz com que o material possa ser usado como suporte regrável ou memória de alta capacidade. Além disso, o novo vidro de tungstênio tem um custo de preparação bem inferior ao de outros materiais vítreos especiais usados como memórias ópticas, como os chamados vidros calcogenetos, que embora permitam a ampliação da memória gravam em duas dimensões e não são tridimensionais. Messaddeq também possui projetos com o vidro calcogeneto (veja Pesquisa FAPESP nº 86).

Em 2002, a empresa japonesa Panasonic apresentou um DVD com fil-

me à base de calcogeneto e alta capacidade de gravação (9,4 gigabytes) com recurso de regravação. Esse material é produzido com selênio, enxofre e telúrio, elementos da tabela periódica chamados de calcogênios. “O nosso vidro de tungstênio é cem vezes mais barato em relação aos outros materiais que estão em pesquisa e serão usados, no futuro, para armazenamento de dados.”



facilidade de produção do vidro de óxido fotossensível de tungstênio é outra grande vantagem desse material.

Ele é preparado a partir de um processo clássico de fabricação de vidros, baseado na mistura de componentes de partida, nome dado aos reagentes químicos constituintes do vidro – óxido de tungstênio (WO_3), polifosfato de sódio ($NaPO_3$) e fluoreto de bário (BaF_2). Eles são homogeneizados e colocados em um cadinho, recipientes cerâmicos que suportam altas temperaturas, que é levado ao forno para fusão. Em seguida, o líquido fundido é vertido, com o auxílio de uma pinça de inox com pontas de platina, em um molde metálico apropriado e com a geometria desejada. O cadinho utilizado (de óxido de alumínio ou platina), bem como a temperatura

de fusão, depende da composição inicial do material, variando de 1.000 a 1.600°C. Depois da sintetização do vidro, a amostra é submetida a um recozimento durante quatro horas e, em seguida, é resfriada gradualmente até chegar à temperatura ambiente. A fase final do processo de fabricação é o polimento na superfície, um ponto importante para melhorar a qualidade óptica do material. Para confirmar o estado vítreo da amostra, o material é submetido a técnicas de caracterização, como difração de raios X, análise térmica e observação visual. “O segredo do nosso vidro não está nos materiais utilizados, mas na sua composição química”, diz Messaddeq.

Por acaso - Como algumas das mais importantes descobertas da história da humanidade, esse novo material surgiu quase por acaso, quando Poirier fazia experimentos durante o seu doutorado. “Há dois anos, eu estava estudando certas propriedades ópticas do vidro com óxido de tungstênio e, por acaso, testei sua fotossensibilidade usando um laser visível azul. Isso permitiu verificar que o vidro era fotossensível no volume e podia receber gravações em três dimensões”, conta Poirier. Para demonstrar esta nova propriedade do material (a gravação tridimensional), os pesquisadores fizeram uma parceria com o Instituto de Estudos Avançados do Centro Técnico Aeroespacial (IEAv/CTA), em São José dos Campos, que gravou com laser, em três dimensões, a famosa face do físico Albert Einstein numa amostra do vidro que mede 1 centímetro de largura por 3 centímetros de altura.

Para armazenar dados no vidro de tungstênio podem ser usados lasers ultravioleta (no caso de gravações superficiais, em duas dimensões) ou lasers visíveis, com comprimento de onda de 488 nanômetros (nm) ou 514 nm. Esse último laser foi usado para gravação do rosto de Albert Einstein na forma tridimensional. Também são utilizados lasers infravermelhos pulsados para gravação de dados em três dimensões. Neste caso, os lasers possuem uma potência de pico muito alta, de alguns megawatts ou gigawatts, num tempo de irradiação muito curto (da ordem de nanossegundos, a bilionésima parte do

OS PROJETOS

1. *Desenvolvimento de vidros contendo óxido de tungstênio para aplicação em óptica*
2. *Fotossensibilidade reversível no ultravioleta e visível de vidros à base de WO_3*

MODALIDADE

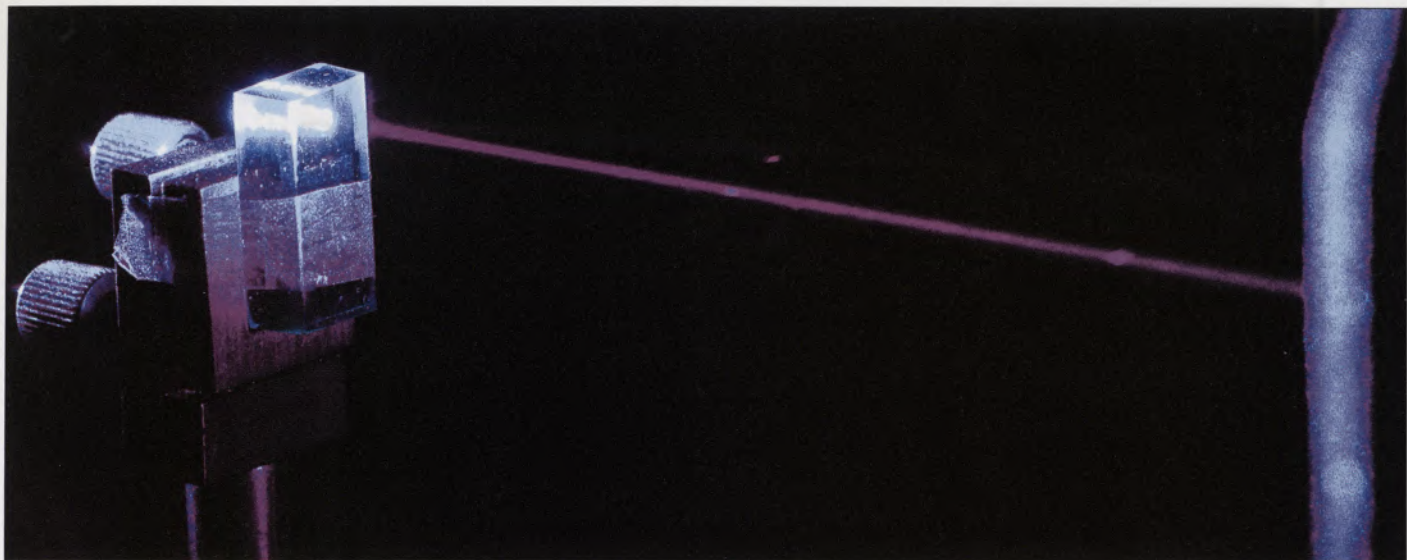
1. Linha Regular de Auxílio à Pesquisa
2. Programa de Apoio à Propriedade Intelectual (PAPI)

COORDENADOR

YOUNÈS MESSADDEQ – Unesp

INVESTIMENTO

1. R\$ 53.750,00 (FAPESP)
2. R\$ 6.000,00 (FAPESP)



Armazenamento no vidro é feito por feixes de laser. Ao lado, a imagem de Albert Einstein gravada em uma amostra



segundo, ou femtossegundos, ou a quatrilionésima parte, o que corresponde, respectivamente, a 10^{-9} e 10^{-12} segundos) para induzir processos ópticos e o efeito fotossensível.

O ineditismo da descoberta fez com que os pesquisadores decidissem entrar com um pedido de patente do vidro de tungstênio no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) com o apoio do Núcleo de Patentamento e Licenciamento de Tecnologia (Nuplítec) da FAPESP. “Essa patente, intitulada Materiais Fotossensíveis Tridimensionais para Armazenamento de Dados Tridimensionais e Holografia, só vale para o Brasil, mas dentro de um ano, como permitem os acordos internacionais, faremos a proteção de nossa descoberta em outros países: Estados Unidos, Japão, Inglaterra, França, Alemanha, Suécia, Itália, Austrália e China”, afirma Messaddeq. Com o depósito da patente, o novo material sin-

tetizado pelo Grupo de Materiais Fotônicos da Unesp de Araraquara começará a ser mostrado em congressos e eventos da área. Até o momento, a única apresentação no exterior ocorreu durante um *workshop* sobre materiais avançados realizado, em junho do ano passado, na Universidade de Münster, na Alemanha. “Mostrei apenas um *slide* da amostra de vidro com o rosto de Albert Einstein e todos ficaram impressionados”, diz Messaddeq.

Parceiro nacional - O próximo passo dos pesquisadores é fazer a caracterização do material para determinar sua capacidade de memória. “Esses estudos vão apontar se precisamos aperfeiçoar o vidro de tungstênio, melhorando sua composição, ou se ele já está pronto para ser produzido em escala piloto”, diz o coordenador do grupo. Para realizar esse trabalho, os cientistas estão buscando um parceiro nacional. “Não

sabemos se algum grupo de pesquisa no Brasil dispõe de tecnologia para fazer essas medidas. Se percebermos que não existe, vamos tentar encontrar um parceiro no exterior”, diz Messaddeq, que espera concluir essa etapa do trabalho até o fim deste ano.

Paralelamente à caracterização, o grupo está pesquisando formas de produzir filmes finos a partir desse vidro. O desenvolvimento da tecnologia adequada e o controle dos parâmetros para preservar as propriedades dos fenômenos observados no material vítreo estão sendo realizados pela mestranda Bianca Montanari. “Como o tungstênio apresenta diferentes estados de oxidação, as condições de preparação foram a chave da pesquisa de Bianca”, diz Messaddeq. “No primeiro ano de estudos, ela conseguiu explorar as condições para obtenção de filmes homogêneos de boa qualidade óptica, mas ainda é preciso confirmar várias outras propriedades existentes no vidro.”

O Laboratório de Materiais Fotônicos do Instituto de Química da Unesp de Araraquara, coordenado pelos professores Messaddeq e Sidney José Lima Ribeiro, é formado por cerca de 40 profissionais e estudantes, sendo oito pesquisadores com pós-doutorado, dez alunos de doutorado, sete de mestrado e dois pesquisadores visitantes. Anualmente a equipe publica cerca de 20 artigos em revistas científicas internacionais indexadas, como *Journal of Chemical Physics*, *Journal of Physics and Chemistry of Solids e Applied Physics Letters*.