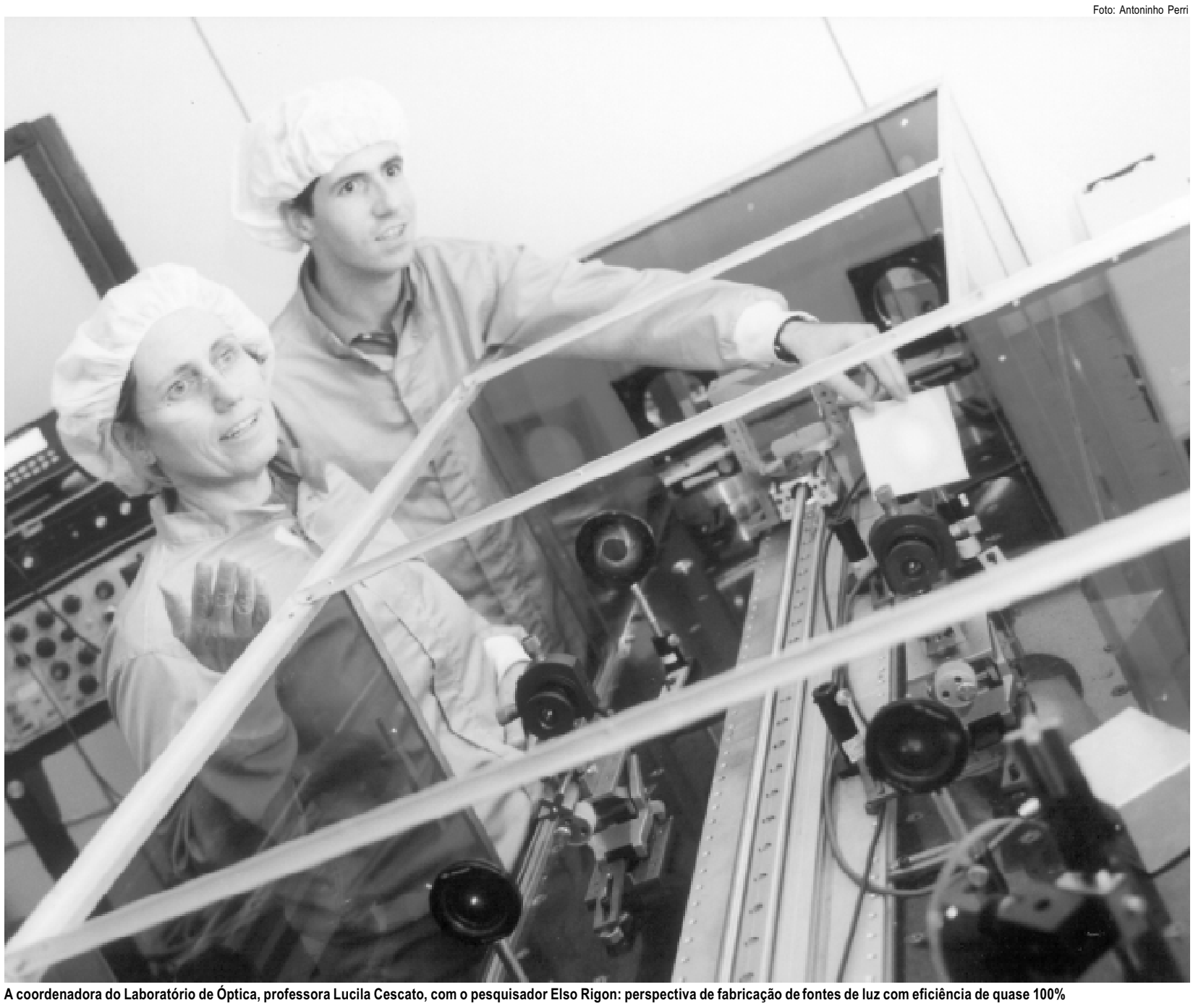
*Melhora da eficiência de emissores de luz e a construção de componentes e circuitos ópticos estão entre as aplicações*

# Pesquisadores usam a holografia na produção de cristais fotônicos

**MARIA TERESA COSTA**
*Especial para o Jornal da Unicamp*

Foto: Antoninho Perri



**A coordenadora do Laboratório de Óptica, professora Lucila Cescato, com o pesquisador Elso Rigon: perspectiva de fabricação de fontes de luz com eficiência de quase 100%**

Pesquisadores do Laboratório de Óptica do Instituto de Física estão utilizando a holografia para fabricar cristais fotônicos, com alta qualidade óptica. Esses cristais, estruturados artificialmente, têm a capacidade de atuar sobre os fótons em dispositivos ópticos, da mesma forma que semicondutores atuam sobre os elétrons em dispositivos eletrônicos. Esse grupo é o primeiro no País a produzir estruturas deste tipo, utilizando a mesma técnica de holografia que é usada para gravação e reconstrução de imagens tridimensionais.

Como são materiais construídos, podem ter sua simetria e geometria previamente definidas, diferentemente dos cristais naturais, compostos por arranjos de átomos, cujas geometrias são determinadas pela natureza dos elementos. Desta forma parece não existir limites para o que se pode fazer com eles. As aplicações, diz a coordenadora do Laboratório de Óptica Lucila Cescato, incluem desde pesquisa básica até tecnologia de ponta. Entre as possibilidades estão a melhora da eficiência de emissores de luz e de dispositivos para guiamento de luz, e a construção de componentes e circuitos ópticos similares aos eletrônicos que existem hoje.

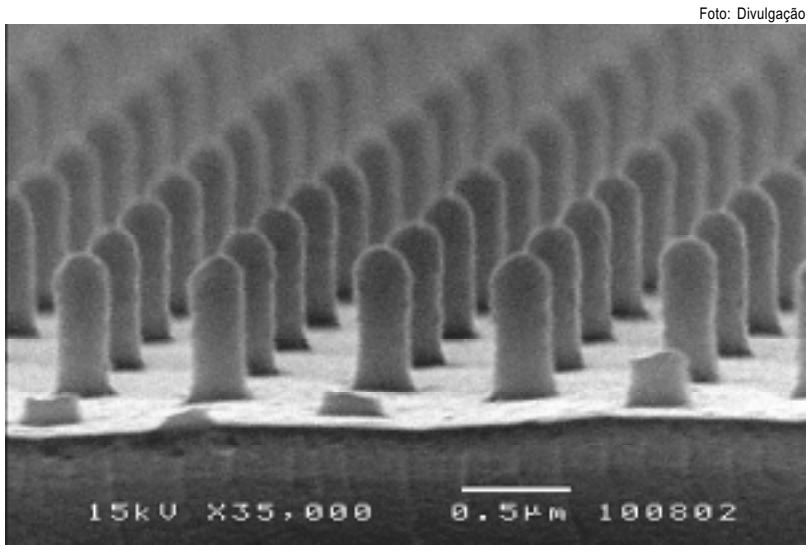
**Grupo é o primeiro no País a usar técnica**

Os cristais fotônicos podem ser uni, bi ou tridimensionais. Os que estão sendo fabricados no Laboratório de Óptica são bidimensionais, explica Elso Rigon, que acaba de defender seu mestrado trabalhando, sob orientação de Lucila, no desenvolvimento de processos para gravação de estruturas bidimensionais, com dimensões nanométricas (ou seja, em escala de milionésimo de milímetro), utilizando exposições holográficas e litografia.

O que de fato interessa nos cristais fotônicos é que, devido a sua similaridade com os cristais naturais, eles possuem bandas de energia proibidas. São energias ou comprimentos de onda dentro do material onde os fótons não podem existir. É justamente essa propriedade que faz com que estas estruturas recebam o nome de cristais fotônicos.

Isto significa que há possibilidade, por exemplo, de se criar um material estruturado, com bandas de comprimentos de onda proibidos, para inibir a emissão espontânea de luz. Isso resultaria em um dispositivo que aproveitasse muito mais energia emitindo luz apenas na região de interesse. Algo como ter uma lâmpada incandescente que emitisse apenas a luz visível, ao contrário das atuais que emitem a maior parte de luz no infravermelho, o calor. "O cristal fotônico abre, assim, possibilidade para fabricação de fontes de luz com eficiência de quase 100%", compara Lucila. Ainda não há dispositivos para isso, mas quando existir, não é difícil imaginar a economia que será gerada em termos de energia.

Foto: Divulgação




**A conversão do padrão luminoso em padrão em relevo resulta em uma superfície com elevações, semelhantes a arranjos de minúsculos postes, com ar entre eles**

Como os cristais fotônicos são estruturados, intercalando diferentes materiais (ele será mais eficiente quanto mais diferentes forem os materiais), deste modo, a forma mais efetiva de construção é alternar material e ar. Para construção de dispositivos de guiamento de luz e circuitos ópticos, este material deve ser dielétrico como, por exemplo, resinas, vidros, óxidos, enfim, qualquer material transparente na faixa onde se deseja que ele apresente bandas proibidas para os fótons.

Rigon conseguiu fazer cristais usando a holografia, projetando padrões de interferência em um material fotossensível. Esse padrão periódico tipo claro, escuro, é gravado no material, depois revelado como numa fotografia. Assim, o padrão luminoso se converte em padrão em relevo, resultando em uma superfície repleta de elevações, semelhantes a arranjos de minúsculos postes, com ar entre eles. As propriedades desse cristal dependem do material onde está sendo gravado o padrão, do espaçamento as estruturas e de sua geometria. "Estamos conseguindo obter desde estruturas formadas por arranjos de cilindros de resina, até estruturas complementares, como buracos num filme de carbono", informa Rigon. Esses "buracos" têm diâmetro entre 100 e 150 nanômetros para distância entre o centro de um "buraco" até o centro do outro, de 1 micron. Entretanto, ressalta Rigon, estas dimensões podem ser reduzidas em até 50 %, utilizando a mesma técnica desenvolvida.

Como esses cilindros (postes) ficam alinhados, se for, por exemplo, retirada uma fileira deles, a luz ficará confinada naquela região, podendo fazer qualquer caminho projetado "Esta qualidade é muito útil para fabricação de dispositivos e circuitos ópticos, pois, nos cristais fotônicos, podemos fazer trajetórias extremamente versáteis, tais como curvas de 90 graus, porque a luz não pode sair do caminho construído", diz Rigon.

O confinamento de luz em regiões bem definidas de guias ópticos é ideal para a fabricação de fibras ópticas. Fibras de cristal fotônico (fibras fotônicas) são muito mais eficientes que as atuais fibras ópticas. Nas atuais, a luz só propaga se incidir em um ângulo maior que o ângulo crítico. Se estiver abaixo, a luz escapa pela "casca" da fibra. Já em uma fibra fotônica, independente do ângulo de incidência, a luz só vai passar no caminho aberto para ela, explica Lucila. Se encontra um defeito, ela espalha, mas continua propagando.

**Peneiras -** No Laboratório de Óptica, embora a linha de pesquisa em cristais fotônicos seja recente, há muito tempo são estudados materiais fotossensíveis e elementos ópticos difrativos. As técnicas desenvolvidas no laboratório permitem a fabricação de estruturas nanométricas com aplicações tanto em óptica como em micro-mecânica.

No momento o grupo também está desenvolvendo processos para fabricação de micropeneiras. A mesma técnica holográfica utilizada para construção dos cristais fotônicos está agora sendo utilizada para construir as minúsculas peneiras, formadas por uma membrana muito fina com furos em escala de nanômetros, da ordem de 100 milionésimo de milímetros. "Vamos chegar a obter furos em escala de vírus", observa Lucila. Os testes de filtragem serão feitos pela professora Maria Aparecida da Silva, da Faculdade de Engenharia Química.

Essas peneiras são produtos de nanofabricação usando a técnica holográfica, que substitui, com vantagens, as técnicas convencionais. A pesquisadora explica que, normalmente, para gravar as estruturas nas dimensões conseguidas pelo grupo, o único outro processo é usar feixes de elétrons, mas equipamentos assim custam milhões de dólares e só gravam em áreas extremamente pequenas. "Para gravar estruturas periódicas 'submicrometricas', a holografia é mais eficiente e barata", afirma.