

**N**

a aparência, o cristal de brometo de tálio lembra o âmbar-amarelo, a bela resina fóssil proveniente de pinheiros pré-histó-

ricos extintos. A semelhança, no entanto, é só aparente, porque o cristal desenvolvido no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), colocado na ponta de uma sonda cirúrgica, auxilia o cirurgião na incisão precisa dos tecidos afetados por células cancerígenas e na identificação de linfonodos – os pontos de confluência da rede linfática – durante a cirurgia. Os vasos linfáticos fazem parte do sistema circulatório do corpo humano e distribuem fluidos como água e células. No procedimento cirúrgico é necessário injetar, de duas a 24 horas antes, uma substância radioativa no local do tumor, como o radiofármaco tecnécio-99. “O radiofármaco emite radiação gama, que é captada pela sonda”, explica o professor Renato Santos de Oliveira Filho, da disciplina de Cirurgia Plástica da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), que vai coordenar os estudos clínicos com a nova sonda. Outras aplicações para o cristal de brometo de tálio estão sendo pesquisadas pelo Ipen para utilização na indústria como controladores de espessura de folhas de papel ou plástico, por exemplo, e na astrofísica como rastreadores cósmicos de emissores de raios X.

Os grandes centros de medicina nuclear do país dispõem de sondas radioguiadas feitas com outros cristais, como o iodeto de céσιο e o telureto de cádmio, mas elas são importadas e custam entre US\$ 20 mil e US\$ 40 mil. A estimativa é que o preço da sonda de brometo de tálio desenvolvida pelo Ipen fique em torno de US\$ 6 mil, com a mesma qualidade. “O alto preço dos equipamentos importados e a falta de assistência técnica foram os motivos que levaram alguns médicos a nos procurar para desenvolver uma sonda nacional”, diz a coordenadora da pesquisa, Margarida Mizue Hamada, do Laboratório de Desenvolvimento de Sensores de Radiação do Ipen. No laboratório trabalham vários grupos na área de crescimento de cristais e na preparação e caracterização desses materiais como detectores de radiação para diversas aplicações.

**Cristais perfeitos** - Os cristais de silício e germânio são reconhecidos como excelentes detectores semicondutores de radiação, mas necessitam de baixas temperaturas para funcionar. Por isso os

pesquisadores envolvidos no projeto decidiram trabalhar com o cristal semicondutor de brometo de tálio, que funciona à temperatura ambiente. Fazer os cristais crescerem com perfeição foi um desafio transposto com o desenvolvimento de uma nova metodologia para a purificação do sal de brometo de tálio. A primeira etapa desse processo é colocar o sal em um tubo de quartzo selado, que vai ao forno em temperatura de 500 a 555°C, para a purificação do material por um processo denominado refino zonal. “A pureza é um fator determinante na qualidade do cristal para atuar como detector de radiação com alta resolução energética”, diz Margarida. Na sequência o material vai para um outro forno, para o crescimento dos cristais. Depois o cristal é cortado em fatias de diferentes espessuras com uma serra de diamante e, em seguida, polido. Contatos elétricos são colocados nessas fatias para que funcionem como detectores de radiação.

A radiação contida no radiofármaco injetado no organismo excita o detector de radiação e produz um pequeno sinal elétrico. Esse sinal é amplificado, quantificado e transformado em um sinal sonoro, para orientar o cirurgião na localização da área afetada sem precisar recorrer à monitoração visual. A sonda é encapsulada em uma montagem cilíndrica de aço inoxidável, para garantir a assepsia. Conectada à unidade eletrônica de contagem – uma caixa metálica – e acoplada a um computador, ela mostra a medida de radiação em cada foco do tumor. A técnica de utilização da sonda cirúrgica radioguiada, difundida mundialmente na última década, tem sido empregada em vários hospitais brasileiros.

A avaliação é feita a partir do linfonodo sentinela, o primeiro a receber a drenagem da rede linfática. “O método apresenta alta eficácia para identificar metástases ocultas nos tumores de disseminação inicial preferencialmente pela via linfática, como no melanoma cutâneo e no câncer de mama”, diz Oliveira Filho. “A grande vantagem dessa técnica é minimizar a intervenção cirúrgica, porque só será retirada toda a cadeia de linfonodos se houver um efetivo comprometimento.” Por enquanto tem sido utilizada principalmente para melanomas e câncer de mama. Estudos experimentais estão sendo conduzidos para estendê-la para outros tipos de tumor.

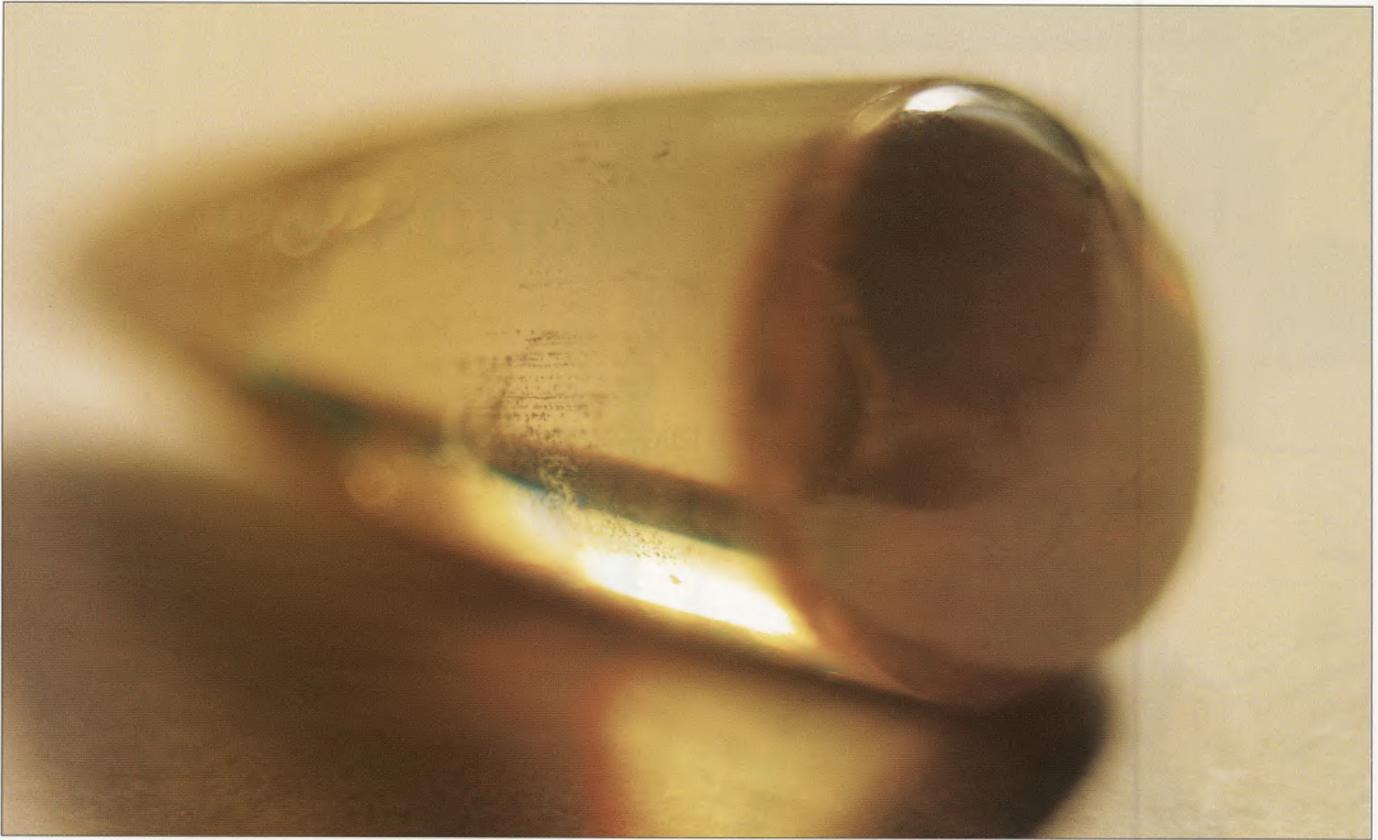
No projeto financiado pela FAPESP foram desenvolvidos dois protótipos de sondas cirúrgicas. Em um deles foi utilizada a tecnologia dos detectores semicondutores com o brometo de tálio e, no outro, a dos detec-

MEDICINA NUCLEAR

# Na mira do cristal

Sonda detecta  
tumores e auxilia  
em cirurgias

DINORAH ERENO



Cristal de brometo de tálio desenvolvido no Ipen interage com radiofármaco injetado em tumor e ajuda a identificar metástases

tores cintiladores com o iodeto de céσιο dopado com tálio. Os dois protótipos apresentaram bons resultados. A grande vantagem em utilizar o brometo de tálio é que ele não necessita de um componente fotossensor (fotodiodo) para converter a luz em sinal eletrônico, enquanto o iodeto de céσιο precisa desse material, classificado na lista de aplicações nucleares e, portanto, com restrições para ser obtido. E o que torna mais vantajoso o uso do brometo de tálio em comparação com o telureto de cádmio é o cristal possuir um número atômico elevado e, conseqüentemente, alta densidade de elétrons na rede cristalina. Isso propicia alta eficiência na produção de cargas no interior do detector devido ao aumento da probabilidade de interação da radiação com o meio material do detector. Com isso, mesmo cristais bem pequenos são suficientes para interagir com o radiofármaco injetado. Isso possibilita reduzir as dimensões da sonda radioguiada, tornando-a de mais fácil manuseio para os cirurgiões.

A metodologia para purificação e crescimento dos cristais de brometo de

tálio é tema de uma tese de doutorado de Icimone Braga de Oliveira, orientada pela professora Margarida e também financiada pela FAPESP. Toda a tecnologia para criar a parte eletrônica do cristal, o módulo de processamento, de contagem da radiação, exibição e sistema de alarme sonoro faz parte da tese de doutorado de Fábio Eduardo da Costa. “Os testes técnicos, que antecedem os estudos clínicos, mostraram que a sonda de brometo de tálio apresenta as

mesmas características físicas das outras existentes no mercado”, diz Oliveira Filho.

A implantação no Ipen da tecnologia de crescimento de cristais cintiladores e sua caracterização como detectores de radiação teve início em 1992 com a vinda do professor visitante Shinzou Kubota, da Universidade de Rikkyo, no Japão, por quatro meses, com auxílio da Fundação. Hoje o instituto fornece cristais para aplicações diversas, como detectores para medidas de traçadores de mercúrio em organismos aquáticos marinhos e de radiação de origem cósmica. Com o desenvolvimento da sonda de brometo de tálio o Ipen responde a uma demanda profissional e espera contribuir com a nova tecnologia para disseminar o uso da sonda radioguiada nas cirurgias oncológicas. O protótipo que será utilizado na Unifesp foi produzido pelo instituto, mas assim que os testes clínicos forem realizados a tecnologia deverá ser repassada para empresas que demonstrarem interesse na produção da sonda. •

### O PROJETO

*Desenvolvimento do cristal semicondutor de brometo de tálio para aplicações como detector de radiação e espectrômetro de cintilação*

#### MODALIDADE

Linha Regular de Auxílio a Pesquisa

#### COORDENADORA

MARGARIDA MIZUE HAMADA – Ipen

#### INVESTIMENTO

R\$ 93.783,75 (FAPESP)