

## Vidros para absorção de calor

A lâmpada de filamento incandescente foi a primeira forma concebida pelo homem para transformar energia elétrica em luz visível. Até hoje, embora tenham surgido diversas outras formas de iluminação, não só ela continua sendo largamente empregada, como há condições em que permanece insubstituível.

Há situações, no entanto, em que a região iluminada deve ser protegida do intenso calor emitido pelas lâmpadas incandescentes. É o que ocorre, por exemplo, na iluminação cirúrgica. Médicos, enfermeiros e pacientes, submetidos por várias horas à iluminação direta dessas lâmpadas, sofreriam grande desconforto, havendo ainda o risco da rápida coagulação do sangue exposto ao calor irradiado. Nesta e em outras aplicações — como na iluminação odontológica, de palcos e vitrines, em projetores de filmes, diapositivos e retroprojetores —, empregam-se filtros de vidro especial, que permitem a passagem da luz de comprimento de onda visível e absorvem praticamente todo o calor (radiação infravermelha) emitido pela lâmpada. Esses vidros podem também vir a ser empregados em janelas de edifícios e automóveis, prolongadamente expostos à iluminação solar intensa.

Todo o vidro desse tipo consumido hoje no Brasil é importado, o que envolve, além de custos elevados, freqüentes embaraços alfandegários, por ser ele confundido com o vidro colorido convencional, cuja importação é proibida.

Ciente do vazio tecnológico existente no país nesse campo, o Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) iniciou, em 1983, estudos experimentais, em escala de laboratório, visando o desenvolvimento desses filtros a partir de matérias-primas nacionais. Numa dissertação de mestrado concluída em fevereiro deste ano, um de nós (Joanni) resume a experiência acumulada ao longo de dois anos e meio de pesquisa nessa área de grandes desafios tecnológicos.

A pesquisa, orientada por Zanotto, iniciou-se com uma análise de patentes internacionais e a caracterização físico-química de um vidro importado. Com base nos dados levantados, foram fundidas algumas composições em cadinhos cerâmicos de  $Al_2O_3$ , disponíveis no mercado nacional. Como esses cadinhos não resistiam ao cho-

que térmico envolvido nas múltiplas etapas do vazamento do vidro fundido, passou-se ao desenvolvimento de cadinhos refratários do sistema  $Al_2O_3-ZrO_2-SiO_2$ , de elevada resistência ao choque térmico e à corrosão pelo vidro fundido. O uso desses cadinhos cerâmicos — que resistem a altas temperaturas sem se deformarem e não reagem quimicamente com o vidro líquido — é obrigatório por ser o óxido de ferro um constituinte essencial do vidro absorvedor de calor, que é fundido a  $1.450-1.550^\circ C$ , em condições fortemente redutoras, isto é, condições que tendem a levar os elementos químicos presentes no vidro ao seu estado mais baixo de oxidação. Os cadinhos de platina, normalmente utilizados em fusões de laboratório, são corroídos nessas condições. Essa etapa da pesquisa consumiu aproximadamente um ano.

Com os novos cadinhos e a experiência acumulada das fusões anteriores, passou-se a estudar as condições de fusão (tempo, temperatura e agente redutor) e a composição química do vidro que levassem, simultaneamente, à homogeneização, à eliminação de bolhas (refino) e à transmissão óptica desejada.

O segredo da formulação do vidro absorvedor de calor reside no baixo teor de elementos de transição (tais como cobalto, níquel, cromo e cobre), exceto o ferro, que deve estar presente no estado reduzido  $Fe^{+2}$ . Isso representa um desafio considerável, pois, nas indústrias, os vidros são fundidos a aproximadamente  $1.500^\circ C$  ao ar, e, portanto, em condições que facilitam a oxidação do ferro para  $Fe^{3+}$ .

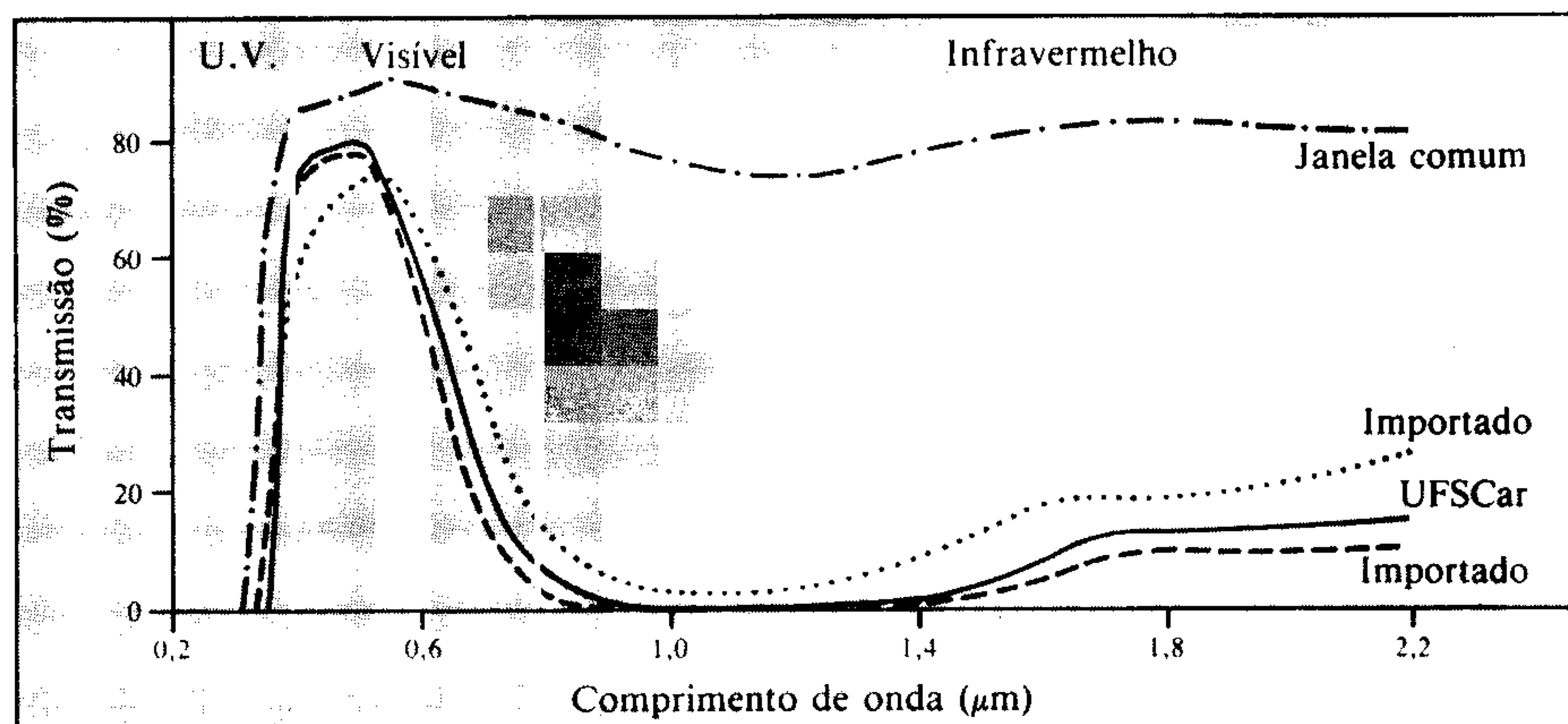
Não foram poucas as dificuldades que

encontramos ao longo da pesquisa. Basicamente, relacionaram-se à falta de pessoal especializado e de equipamentos de pesquisa na área de vidros no Brasil. Para citar apenas um exemplo, as análises químicas de um mesmo vidro, efetuadas por cinco laboratórios renomados de universidades, institutos de pesquisa e indústrias, apresentaram resultados discrepantes. Para levantar cada curva de transmissão óptica, do ultravioleta ao infravermelho, foi preciso recorrer aos instrumentos de quatro diferentes departamentos de duas universidades de São Carlos, em razão dos freqüentes problemas de manutenção. O próprio desenvolvimento dos cadinhos cerâmicos especiais impôs-se pela inexistência desses materiais auxiliares de pesquisa no mercado nacional. A importação de simples elementos de aquecimento de super-Kanthal, utilizados num forno de fusão de vidros, vem se arrastando desde agosto de 1985 (quando os recursos foram liberados), sem definição.

Apesar de todos os entraves, seguimos em frente, e os resultados se mostram animadores. O vidro desenvolvido na UFSCar apresenta características de transmissão de luz e absorção de calor similares às do vidro importado. A figura mostra a transmissão de amostras de vidros importados e do que desenvolvemos, em função do comprimento de onda. Para efeito de comparação, é mostrada a transmissão de um vidro comum de janela.

O próximo passo será a realização de ensaios em escala piloto em empresas nacionais que poderão, futuramente, produzir o vidro para absorção de calor.

**Ednan Joanni e Edgar Dutra Zanotto**  
Departamento de Engenharia de Materiais,  
Universidade Federal de São Carlos



Transmissão do vidro desenvolvido na UFSCar, de dois vidros importados e de um vidro de janela nas faixas ultravioleta, visível e infravermelha.