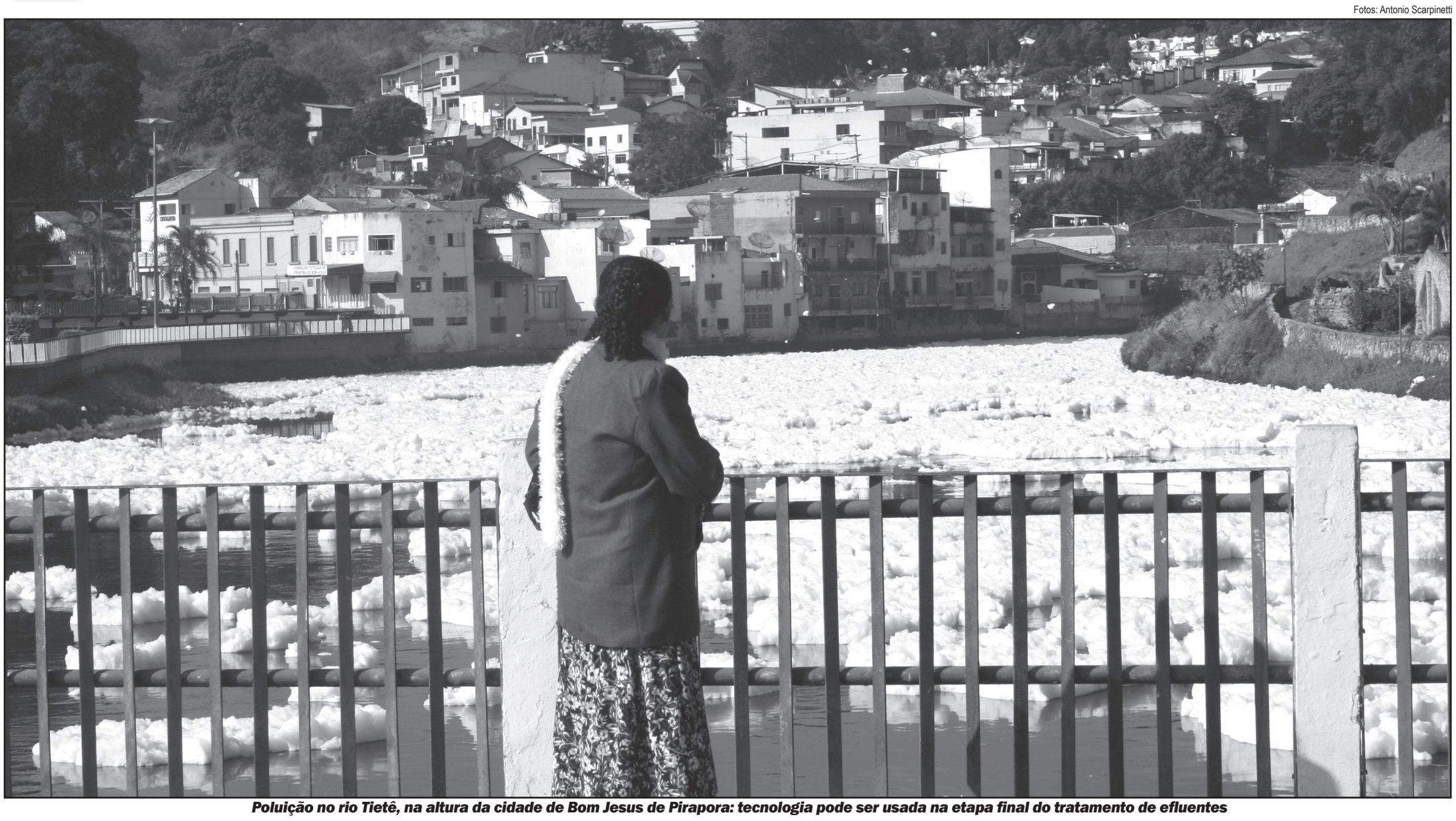
Fotos: Antonio Scarpinetti



Poluição no rio Tietê, na altura da cidade de Bom Jesus de Pirapora: tecnologia pode ser usada na etapa final do tratamento de efluentes

Tecnologia à base de energia solar elimina poluentes orgânicos da água

Sistema, cujo pedido de patente já foi depositado, é sustentável e viável economicamente

VÉRONIQUE HOURCADE
Especial para o JU

A Organização das Nações Unidas (ONU) divulgou que 2,6 bilhões de pessoas no mundo vivem sem acesso a saneamento adequado. O alerta foi dado por ocasião do lançamento do programa "Saneamento Sustentável: Cinco Anos até 2015", em junho último, cuja proposta é acelerar a redução pela metade da quantidade de pessoas sem acessos a saneamento básico, reconhecido pela ONU como um direito humano.

Nesse sentido, pesquisas como a desenvolvida pelo grupo de Fotoeletroquímica & Conversão de Energia, coordenado pela professora Cláudia Longo, do Instituto de Química (IQ) da Unicamp, ganham destaque. O trabalho resultou no desenvolvimento da tecnologia "Sistema para purificação de água que utiliza energia solar e eletrodo de TiO_2 nanocristalino para destruir poluentes", que tem pedido de patente depositado pela Agência de Inovação Inova Unicamp junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi) e traz uma alternativa sustentável, viável economicamente e altamente eficiente, para eliminar poluentes orgânicos da água.

De acordo com a professora Cláudia Longo, os resultados obtidos nos experimentos realizados em escala laboratorial são promissores e indicam que o sistema pode ser aperfeiçoado e utilizado para promover melhor condição de vida para a população. O aperfeiçoamento, conforme explica, poderá viabilizar a utilização dessa tecnologia para a etapa final do tratamento de efluentes industriais. "Também poderá ser utilizada para a purificação da água consumida por pessoas que vivem em regiões sem acesso a saneamento básico", aponta.

Após providenciar o registro de pedido de patente, os resultados do trabalho foram divulgados em 2010 na revista *Applied Catalysis B: Environmental,* uma das mais conceituadas da área. A pesquisa vem sendo desenvolvida desde 2004 e conta com financiamento da Fapesp, CNPq e Capes por meio de auxílios à pesquisa e bolsas. Também recebeu apoio do Instituto Nacional de C,T&I em Materiais Complexos Funcionais (Inomat), coordenado pelo professor Fernando Galembeck (IQ).

Os estudos foram realizados no âmbito do projeto de mestrado de Haroldo Gregório de Oliveira, que é coautor da patente e atualmente desenvolve o doutorado na área, e também em programas de iniciação científica desenvolvidos por estudantes de Química, Farmácia e de Engenharia Química.

Em 2009, na ocasião do XVII Congresso Interno de Iniciação Científica da Unicamp, a professora Cláudia recebeu uma menção honrosa concedida pela Pró-Reitoria de Pesquisa por orientar o aluno Fernando C. L. Miaise no trabalho "Desenvolvimento de um sistema para purificação de água por fotocatálise heterogênea eletroassistida utilizando eletrodo de TiO_2 nanocristalino e células solares".

Outra premiação foi concedida na 33ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química: o trabalho "Descontaminação de água com eletrodo de TiO_2 conectado a célula solar: oxidação de fenol no anodo e deposição de cobre no catodo" foi apresentado oralmente e como painel, tendo sido eleito um dos melhores painéis da sessão de Química Tecnológica.

Purificação

A conversão de energia solar em aplicações que visam a melhoria do meio ambiente é o que move o grupo de pesquisa do IQ e, no trabalho que resultou no pedido de registro de patente, o objetivo é o de purificar a água por meio dessa fonte de energia. Os pesquisadores desenvolveram um sistema que consiste na conexão de um eletrodo de TiO_2 a células solares, resultando na combinação de duas aplicações da conversão da energia solar por meio de semicondutores.

A professora Cláudia Longo, coordenadora das pesquisas, com o aluno Haroldo Gregório de Oliveira, coautor da patente: resultados de experimentos feitos em escala laboratorial são promissores

Conforme explica Cláudia, a primeira aplicação resultante, e já bastante conhecida, é a conversão em energia elétrica. A outra se refere à purificação da água. O diferencial do trabalho é a combinação das duas, tornando o processo mais eficiente em relação às alternativas existentes.

Em relação ao tratamento de efluentes disponíveis atualmente, ela aponta algumas limitações, como custos elevados e o longo período necessário para a descontaminação. Outro fator relevante inclui a baixa eficácia para eliminar diversos poluentes orgânicos solúveis, tais como fenol, pesticidas, corantes e medicamentos. Estes poluentes persistentes permanecem no ambiente por longos períodos, já que não são biodegradáveis.

O tema da presença de contaminantes emergentes é objeto de estudo do professor Wilson de Figueiredo Jardim, também do IQ. No primeiro semestre deste ano, inclusive, ele organizou um workshop na Unicamp sobre a presença desses contaminantes na água para consumo humano (*ver em Portal da Unicamp, 14 de abril de 2011*). Na ocasião, Jardim afirmou que ainda não se sabe, ao certo, dos riscos à saúde humana, mas o efeito em animais já foi comprovado, como é o caso da alteração no sexo dos peixes, provocando uma feminização dos machos.

No evento, o docente apresentou ainda o resultado do projeto temático sobre a ocorrência de contaminantes emergentes em mananciais e água consumida no Estado de São Paulo. Foram encontrados vários, entre os quais atrazina (agrotóxico), cafeína, hormônio sintético e substâncias de medicamentos. O levantamento contou com financiamento da Fapesp e envolveu pesquisadores da Unicamp, Unesp e da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb).

Irradiação solar

Os testes realizados em pequenas escalas, no laboratório, no âmbito da pesquisa orientada pela professora Cláudia Longo, mostraram resultados animadores em relação à eliminação justamente desse tipo de substância da água. Os primeiros experimentos foram realizados sob irradiação solar direta; posteriormente, os pesquisadores utilizaram um simulador solar, eficiente e de baixo custo, com intensidade semelhante à obtida sob o sol do meio dia e que permite o controle de temperatura e intensidade da radiação. Recentemente, adquiriu-se também um simulador solar de maior porte para possibilitar o estudo em maior escala. Com esse simulador foi possível medir a eficiência e a durabilidade do sistema de purificação de água, que tem atuado de maneira reprodutível e com longa durabilidade.

Esse estudo foi realizado com eletrodos de TiO_2 com 9 cm² para tratamento de 10mL de água contendo 50 mg/L de fenol. O fenol, considerado um poluente persistente, pode estar presente nos efluentes de diversas indústrias e apresenta vários efeitos nocivos à saúde. Os resultados encontrados revelaram a degradação de 78% do fenol após três horas sob irradiação no simulador solar; após seis horas, mais de 90% do poluente foi mineralizado. Resultados animadores também foram encontrados no sistema com eletrodos de 35cm² para tratamento de 70 mL de solução e, recentemente, para 0,5 L, em fluxo. As substâncias investigadas incluem, além do fenol, o corante Rodamina 6G (utilizado na indústria têxtil) e os fármacos paracetamol e estradiol.

O sistema também tem grande potencial para desinfecção de água contaminada por bactérias. Já foi estabelecida uma colaboração com o professor José Roberto Guimarães, do Departamento de Saneamento e Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da Unicamp, e espera-se que novos estudantes integrem o grupo para desenvolver o projeto.

Benefícios

Com a possibilidade de ampliação dos testes e aperfeiçoamento do sistema, o trabalho pode ter aplicação na etapa final do tratamento de efluentes, tendo como alvo estações de tratamento de efluentes de indústrias têxteis, de papel e celulose, petroquímicas e de agrotóxicos, por exemplo, bem como companhias de água e esgoto e estações de tratamento de efluentes em shopping centers, entre outros. Cláudia ressalta ainda que o sistema aperfeiçoado também pode ser utilizado para purificação de água em comunidades afastadas, não atendidas pelo serviço básico de saneamento, eliminando contaminantes resistentes a tratamentos convencionais.

Outra vantagem do sistema é o fato de ser autossuficiente do ponto de vista energético, devido à utilização de radiação solar. Baixo custo e o fato de ser sustentável (não é poluente, não exige adição de insumos e não gera resíduos) completam a relação.

Publicação
Projeto: "Sistema para purificação de água que utiliza energia solar e eletrodo de TiO_2 nanocristalino para destruir poluentes"
Coordenação: Cláudia Longo
Coautor: Haroldo Gregório de Oliveira
Financiamento: Fapesp, CNPq e Capes