

Redução da escala pode aumentar eficiência de reações químicas

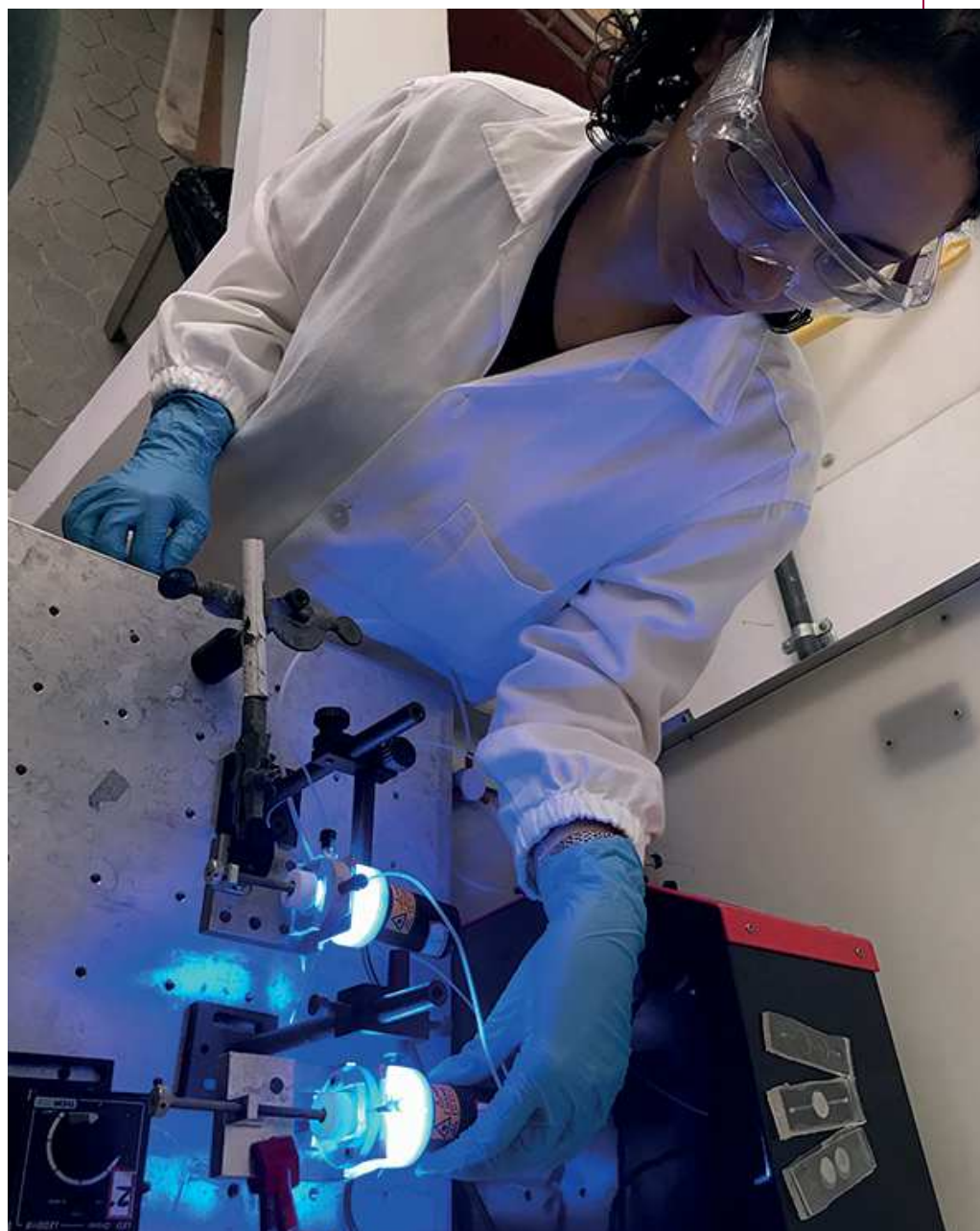
Juliana Passos

Alto rendimento em pequenos espaços. A preocupação com o aumento da eficiência em processos químicos industriais tem resultado em inúmeras pesquisas de avaliação de desempenho em microrreatores. O italiano Omar Ginoble Pandoli, professor do Departamento de Química do Centro Técnico Científico da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (CTC/PUC-Rio) é um dos pesquisadores que se interessam pelo tema. Há uma década que ele se dedica ao estudo de reações químicas em pequena escala e na construção de dispositivos microfluídicos para que elas possam ser realizadas com alto desempenho.

Contemplado no programa *Jovem Cientista do Nosso Estado*, da FAPERJ, Pandoli e uma equipe de pesquisadores da PUC-Rio, em parceria com a Universidade de Ferrara (Itália), publicaram recentemente um estudo comparativo do desempenho entre reatores químicos, na macro e microescala, na revista *Journal of Photochemistry & Photobiology A: Chemistry*. O resultado foi a redução do tempo de 16 horas para 1 hora no processo de fotodegradação em microrreatores de compostos orgânicos utilizados no tingimento de papel, madeira,

Com a utilização de microrreatores, pesquisadores da PUC-Rio conseguiram acelerar o processo de degradação de corantes orgânicos poluentes

Foto: Divulgação



Gisele Silva da Cruz realiza teste de fotodegradação de corantes orgânicos em microrreatores para avaliar eficiência do equipamento

roupas, cosméticos e de compostos aromáticos – gerados em refinarias, gaseificadores de coque e plantas petroquímicas. Para tal, os pesquisadores usaram o semicondutor dióxido de titânio (TiO_2), sensível à luz ultravioleta, incorporando-o no dispositivo microfluídico. Este se torna um microrreator fotocatalítico por reações orgânicas em fluxo contínuo. Atualmente, o fotocatalisador de TiO_2 é o produto comercial mais utilizado no tratamento de contaminantes tóxicos em águas residuais, de origem doméstica ou industrial.

Para Pandoli, o paradigma de que um equipamento maior é naturalmente mais eficiente, em termos de capacidade de produção por um determinado processo químico, precisa ser revisto. Em reatores tradicionais a ampliação de escala, definido escalonamento da reação, ocorre por meio do aumento do volume do meio reacional (em inglês *scaling-up*). Na área de tecnologia de microrreatores, a ampliação de escala de um determinado processo químico se denomina *numbering-up*, onde um número elevado de microrreatores é colocado um ao lado do outro, aumentando a produção com a multiplicação dos dispositivos microfluídicos, e, ainda assim, obtendo economia e eficiência. A explicação encontrada pelos pesquisadores é que em ambientes micrométricos o contato entre a substância que precisa ser degradada e o agente catalisador aumenta. “Moléculas orgânicas para reagir mais rapidamente devem ter uma íntima relação com o agente catalisador”, diz o químico italiano. Outra vantagem é a quantidade de luz necessária para ativar a superfície do catalisador sensível à luz ultravioleta. Enquanto uma lâmpada serve para um conjunto

Foto: Divulgação



O desenvolvimento de microrreatores também foi o tema da tese de doutorado de Druval Santos de Sá. Na foto, ele realiza teste de velocidade da degradação de componentes orgânicos

de microrreatores, mais de uma e de maior potência são necessárias para o funcionamento de um reator de médio e grande porte.

Outro destaque apontado pelo pesquisador é a maior eficiência de troca de calor e de massa, o que significa uma economia de energia e de matéria. Esta tecnologia tem atraído

atenção das indústrias que olham com interesse para a possibilidade de redução de custos energéticos, de tempo e de recursos humanos para o desenvolvimento da fase de ampliação da produção. A pesquisa realizada também apresenta uma padronização para determinar a eficiência fotocatalítica de novos

catalisadores em equipamentos de pequena escala. Por meio de equações matemáticas conforme à União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), foi possível estabelecer um parâmetro comparativo, estabelecendo a quantidade de energia consumida para o processo de fotodegradação de um determinado volume de água residual por unidade de tempo.

“Na microescala, as condições reacionais de temperatura, volume, concentração e velocidade de fluxo são controláveis com maior precisão, que induz uma maior seletividade e rendimento reacional”, prossegue Pandoli. Essa vantagem, explica o pesquisador, é particularmente útil quando o objetivo da reação é produzir um fármaco ainda na fase de desenvolvimento da nova molécula, por exemplo. “A indústria farmacêutica, inclusive, tem sido a principal interessada e está cada vez mais presente nas conferências da área. Por realizar testes com substâncias muito caras e em pequenas quantidades, as reações em escala reduzida se tornam imediatamente vantajosas.”

A próxima etapa da pesquisa será trabalhar com elementos nanoestruturados da prata e do ouro a serem incluídos no semicondutor de dióxido de titânio. “O objetivo é explorar duas propriedades distintas destes materiais sensíveis em diferentes regiões espectrais da luz solar, ultravioleta e visível. Então esperamos obter resultados ainda melhores do que aqueles com dióxido de titânio puro”, conta.

Pandoli (à direita) com parte da equipe de seu laboratório: Gisele Silva da Cruz, aluna de mestrado, o técnico estagiário Christian de Oliveira e Druval Sá

Inspiração da natureza por microrreatores de bambu

Entre 2009 e 2011, Pandoli realizou um pós-doutorado na Universidade de Shanghai, na China, e ficou encantado com as propriedades e usos variados do bambu. Agora ele está em fase final de desenvolvimento de um microrreator catalítico obtido a partir da biomassa do bambu. Já com pedido de patente depositado, o projeto financiado pelo Instituto Serrapilheira, visa criar um dispositivo microfluídico feito a partir da matriz vegetal do bambu.

“Além de explorar a natureza química do bambu, queremos usar a estrutura anatômica da planta, ou seja, os microcanais dos feixes vasculares são revestidos com diferentes catalisadores metálicos para realizar síntese orgânica em fluxo”, conta. “O bambu desenvolve naturalmente um sistema de canais retos e paralelos entre eles, o que nos permite economizar todo o processo de prototipagem dos dispositivos no laboratório. Então, vislumbramos a ideia de transformar os microcanais

vasculares do bambu em um reator químico em miniatura para realizar reações orgânicas, a ‘química click’, de ciclo adição alcino-azida catalisadas por íons cobre”.

A opção pelo bambu também se deve à rápida reprodução da planta e capaz de crescer até um metro por semana. Com apenas uma seção de 30 centímetros de comprimento de um colmo de bambu é possível construir centenas de microrreatores. “Estes dispositivos microfluídicos serão mais baratos e sustentáveis em comparação aos dispositivos confeccionados artificialmente atualmente no mercado”, conclui. O trabalho, intitulado *Fabrication of Lignocellulose-Based Microreactors: Copper-Functionalized Bamboo for Continuous-Flow CuAAC Click Reactions*, foi publicado no mês de janeiro do 2019, na revista *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*.

Pesquisador: Omar Pandoli

Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

Fomento: Programa Jovem Cientista do Nosso Estado (JCNE)

Foto: Divulgação

