

Fotossíntese artificial

Moléculas sintetizadas em laboratório imitam mecanismo de produção de energia das plantas

Maria Guimarães


Imagine um frasco de água onde está mergulhada uma placa de metal revestida com um material sintetizado em laboratório, que produz e armazena energia na forma do gás hidrogênio simplesmente por estar ao sol. “Estamos pensando num mundo em que a água seria o combustível”, diz o químico Jackson Megiatto, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Esse aparato ainda não é realidade em grande escala, mas de acordo com o pesquisador já não é ficção científica. “Um corpo de conhecimento vem sendo construído para obter energia a partir do sol e água em um futuro próximo.” O hidrogênio é uma fonte energética importante, porque além de eficiente ele não gera poluentes quando usado como combustível. Produzi-lo, porém, tem sido um grande desafio. Em parceria com pesquisadores das universidades do Estado do Arizona (ASU) e da Pensilvânia, nos Estados Unidos, Megiatto deu um passo para a solução do problema: reproduzir em laboratório a reação de quebra de moléculas de água promovida por energia solar.

As plantas, as algas e algumas bactérias têm a capacidade única de produzir energia a partir de água e luz solar, e conseguem isso graças a um mesmo processo: a fotossíntese, que envolve moléculas complexas e reações químicas ainda não completamente compreendidas. Quando ativadas pela luz solar, essas moléculas naturais são capazes de decompor a molécula da água, H_2O , uma das mais estáveis na natureza, em seus constituintes oxigênio e hidrogênio. “Essa estabilidade da água é tão grande que quando tentamos reproduzir o processo nossas moléculas são degradadas antes das de água”, explica Megiatto.

A novidade do estudo está no *design* das moléculas fotoativas e dos catalisadores nanoparticulados que imitam o sistema fotossintético natural que as plantas têm usado ao longo de milhões de anos para acumular a energia que sustenta a maior parte da vida na Terra. Os resultados foram publicados em dois artigos na *PNAS*, em 2012, e mais recentemente na *Nature Chemistry*, na qual foi veiculado *on-line* em 9 de fevereiro deste ano.

Depois de estudar o que se conhece sobre a fotossíntese natural, ele conseguiu sintetizar em laboratório moléculas mais robustas, chamadas de perfluoro porfirina, cujo comportamento é semelhante ao do cofator P680, que ocorre naturalmente nas plantas. Para imitar a estrutura proteica do sistema natural diretamente envolvido no processo de quebra das moléculas de água, foi também necessário acrescentar um grupo fenólico à porfirina. “Quando excitada pela luz solar, a porfirina rouba um elétron do grupo fenol, gerando uma espécie química com energia suficiente para quebrar as moléculas de água”, descreve o químico da Unicamp, que fez o trabalho enquanto era pesquisador associado na ASU e no Centro para Produção Bio-Inspirada Solar de Combustível (BisFuel), criado em 2009 com um investimento de US\$ 14 milhões pelo Departamento de Energia norte-americano.

A equipe monitorou as transferências de elétrons entre a porfirina e o fenol usando uma técnica conhecida como espectroscopia de ressonância paramagné-



tica eletrônica. “A técnica detecta apenas os elétrons que estão livres nas moléculas, e não aqueles que estão envolvidos em ligações químicas no material”, explica Megiatto. As respostas observadas foram muito semelhantes às obtidas quando o sistema fotossintético natural é submetido à mesma análise, indicando um paralelo na maneira como esses compostos transportam elétrons quando expostos à luz solar.

“Até agora, nenhum material tinha sido capaz de transferir elétrons de maneira tão similar ao sistema natural”, comemora o químico. Os resultados foram atingidos em 2011, mas antes de publicar o grupo fez questão de realizar testes exaustivos para garantir que podiam ser reproduzidos, além de analisar o novo material usando outras técnicas. Deu certo. “O material tem sido sintetizado no Arizona até por alunos de graduação e os resultados são sempre os mesmos”, diz o pesquisador.

O material desenvolvido por Megiatto já integra aparelhos fotossintéticos que funcionam como pequenas usinas à base

Sistema fotossintético completo

Material sintético pode reproduzir quebra da molécula da água feita pelas plantas



FONTE JACKSON MEGIATTO

de água. A ideia é conectá-los a células a combustível. Testes preliminares mostram, porém, que o sistema ainda é ineficiente para a produção de energia em larga escala. Daqui para a frente, serão necessários mais estudos em laboratório para refinar o funcionamento do sistema de produção de energia.

Ao fim desse trabalho, Megiatto estava prestes a assinar um contrato como professor no BisFuel, mas soube de um concurso no Instituto de Química da Unicamp e optou por voltar ao Brasil. Aqui ele mantém a colaboração com o grupo dos Estados Unidos, por meio de uma pesquisa integrada, reuniões via internet e, no futuro, troca de alunos entre os laboratórios brasileiro e americano para realizar etapas do estudo que exijam o uso de equipamentos específicos em um dos dois países.

Nos próximos tempos, seu plano é encontrar uma maneira de melhorar o desempenho do material à base de porfirina e a eficiência do processo fotoquímico, com a intenção de diminuir o

Se depender da integração de esforços, estão contados os dias da fotossíntese como exclusividade das plantas

custo de produção de energia. A ideia é fazer com que as moléculas de porfirina e fenol se organizem sozinhas como se fossem peças de um jogo de armar em vez de precisarem ser ligadas quimicamente uma à outra. É preciso, ele explica, descobrir como “conversar” com essas substâncias químicas dispersas em solução: “Você vem aqui, você dá a mão para aquela outra molécula...”. Mais uma vez, não é ficção científica, mas parte de uma disciplina conhecida como química supramolecular. “Os custos cairiam significativamente e a eficiência aumentaria”, prevê o químico, caso seu projeto seja bem-sucedido.

Longe de estar isolado na busca pela produção de energia sem a necessidade de combustíveis fósseis, no final de fevereiro Megiatto foi convidado para expor a nova tecnologia na Universidade de Tecnologia em Delft, na Holanda, e discutir alternativas futuras. Também apresentou a fotossíntese artificial no encontro multidisciplinar Fronteiras da Ciência, organizado na Inglaterra pela Royal Society, pela FAPESP e pela Academia Brasileira de Ciências. Se depender da integração de esforços, estão contados os dias da fotossíntese como exclusividade das plantas. ■

Artigos científicos

MEGIATTO, J. D. *et al.* A bioinspired redox relay that mimics radical interactions of the Tyr-His pairs of photosystem II. *Nature Chemistry*. on-line. 9 fev.

MEGIATTO, J. D. *et al.* Mimicking the electron transfer chain in photosystem II with a molecular triad thermodynamically capable of water oxidation. *PNAS*. v. 109, p. 15.578-583. 2012.

ZHAO, Y. *et al.* Improving the efficiency of water splitting in dye-sensitized solar cells by using a biomimetic electron transfer mediator. *PNAS*. v. 109, p. 15.612-616. 2012.