

# Avanço na reciclagem do CO2

Cientistas dos Estados Unidos criam abordagem que aprimora a redução eletroquímica, processo que transforma o gás carbônico em combustível líquido. O método rende mais carbono que as técnicas atuais

» PALOMA OLIVETO

Produto da queima de gás natural, petróleo e óleo diesel, o dióxido de carbono (CO2) é um dos grandes vilões do aquecimento global. Ao mesmo tempo em que se discutem políticas de diminuição das emissões do mais prevalente gás de efeito estufa, cientistas buscam maneiras de transformá-lo, de forma sustentável, em combustível para diversas aplicações. Um dos caminhos mais promissores é conhecido como redução eletroquímica. Mas, para ser comercialmente viável, o processo precisa ser melhorado, para que faça render uma quantidade maior de carbono do que a capacidade atual.

Agora, pesquisadores do Laboratório Nacional Lawrence Berkeley, da Universidade da Califórnia (UC), relatam, na revista *Nature Energy*, que conseguiram aprimorar o processo e desenvolver uma nova abordagem para modificar a superfície dos catalisadores de cobre usados para auxiliar a reação. “Embora saibamos que, para esse caso, o cobre é o melhor catalisador, ele não dá alta seletividade aos produtos desejados”, diz Alexis Bell, professor de engenharia química da UC Berkeley. “Nosso grupo descobriu que você pode fazer vários truques com o ambiente local do catalisador para fornecer essa seletividade.”

Em estudos anteriores, os pesquisadores estabeleceram as condições precisas que proporcionavam o melhor ambiente eletroquímico para a criação de produtos ricos em carbono comercialmente interessantes. Mas essas condições são diferentes das que ocorrem naturalmente em uma célula de combustível típica, que usa um material condutor à base de água.

Para localizar um projeto que pudesse ser usado no ambiente aquoso das células de combustível, Bell e os outros cientistas da equipe apostaram em camadas finas de ionômeros — polímeros que permitem a passagem de certas moléculas carregadas (os íons), enquanto exclui outras. Isso aumenta significativamente a seletividade do processo, explica Chanyeon Kim, pesquisador de pós-doutorado no grupo de Bell e principal autor do artigo.

DAREK REDOS



A busca pela redução de emissões caminha com pesquisas em prol do uso sustentável do mais prevalente gás do efeito estufa

Kim propôs revestir a superfície do catalisador de cobre com dois ionômeros comuns, nafion e sustainion. A equipe levantou a hipótese de que isso modificaria o ambiente — incluindo o pH e as quantidades de água e CO2 — nas imediações do catalisador. Assim, seria possível direcionar a reação para gerar produtos ricos em carbono que podem ser prontamente convertidos em substâncias químicas úteis e combustíveis líquidos.

## Bicamada

Os pesquisadores aplicaram uma fina camada de cada ionômero e uma bicamada de ambos, em filmes de cobre suportados por um material polimérico, formando membranas que podiam ser inseridas perto da extremidade de uma célula eletroquímica do tamanho de uma mão. Enquanto alimentavam o CO2 no dispositivo e aplicavam uma voltagem, os cientistas mediram a corrente total que fluía através dele. Em seguida, quantificaram

Universidade de Berkeley/Divulgação



Alexis Bell e colegas modificaram a superfície dos catalisadores de cobre: melhor seletividade

os gases e líquidos que se acumularam em reservatórios adjacentes durante a reação. Para o caso da bicamada, os produtos ricos em carbono foram responsáveis por 80% da energia consumida

— bem acima dos 60% na situação sem revestimento.

“Esse revestimento sanduíche oferece o melhor dos dois mundos: alta seletividade do produto e alta atividade”, comemora Bell.

A superfície bicamada favoreceu não apenas produtos ricos em carbono, mas, ao mesmo tempo, gerou uma forte corrente elétrica, indicando aumento de atividade”, complementa.

Os pesquisadores concluíram que a reação melhorada era consequência da alta concentração de CO2 que se acumulava na camada de revestimento imediatamente acima do cobre. Além disso, moléculas com carga negativa que se juntavam na região entre os dois ionômeros criavam uma baixa acidez local, corrigindo um problema que tende a acontecer na ausência dos filmes.

Para aumentar ainda mais a eficiência da reação, os pesquisadores recorreram a uma técnica já demonstrada antes, sem filmes de ionômero. Ao usar uma tensão pulsante com o revestimento de ionômero de bicamada, os pesquisadores conseguiram um aumento de 250% em produtos ricos em carbono, em comparação com cobre não revestido e uma tensão estática.

## Desafios

Adam Weber, da equipe da área de tecnologias de energia do Laboratório de Berkeley, diz que, embora, anteriormente, alguns pesquisadores tenham se dedicado ao desenvolvimento de novos catalisadores, eles não levaram em consideração as condições operacionais. Controlar o ambiente na superfície da substância que aumenta a velocidade da reação é uma abordagem nova e diferente, sustenta.

“Em vez de criar um catalisador, pegamos o que sabemos sobre a cinética de uma reação e usamos esse conhecimento para guiar nosso pensamento sobre como mudar o ambiente no local”, diz Weber. O cientista conta que a próxima etapa é aumentar a produção do catalisador revestido. Os experimentos iniciais da equipe envolveram sistemas muito mais simples de trabalhar em comparação com as estruturas porosas necessárias para aplicações comerciais.

“Não é difícil revestir uma superfície plana. Mas uma abordagem comercial pode envolver o revestimento de pequenas esferas de cobre”, diz Alexis Bell. Adicionar uma segunda camada se torna um desafio. Uma possibilidade é misturar e depositar os dois revestimentos juntos em um solvente e esperar que eles se separem quando o solvente evaporar. “Mas, se não der certo, precisamos apenas pensar em estratégias mais inteligentes.”

## Armazenamento seguro de energia

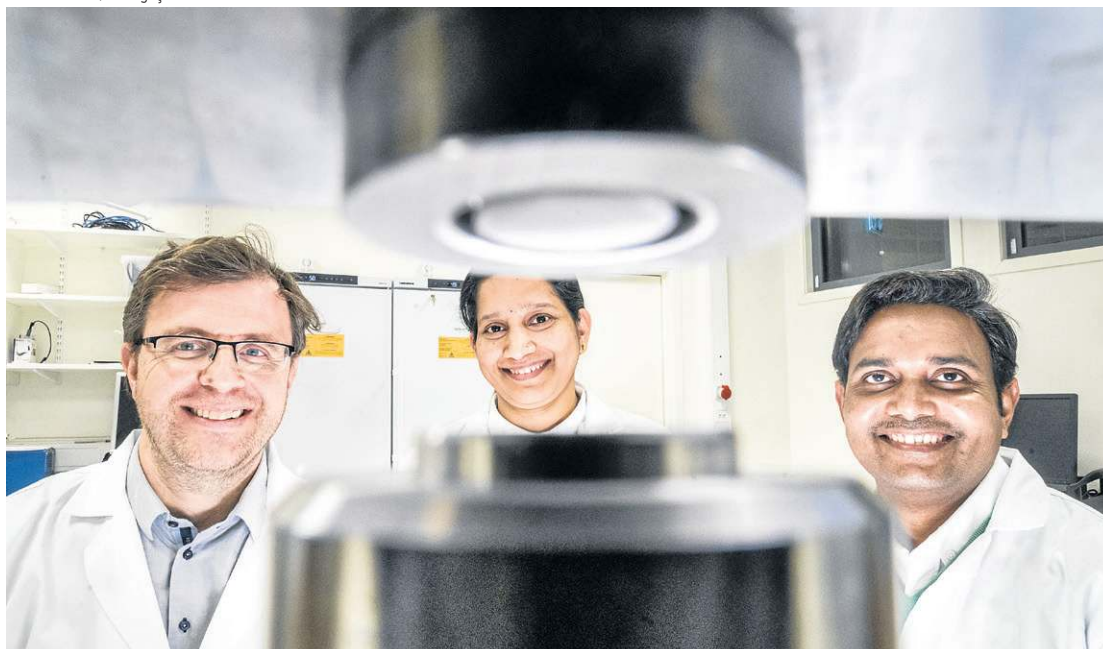
O crescimento da participação das energias renováveis e o aumento do consumo elétrico em todo o mundo são grandes desafios para o equilíbrio das redes de fornecimento energético. Em princípio, a eletricidade é consumida no momento de sua produção, e, atualmente, existem opções limitadas para armazenar grandes quantidades. O problema é intensificado no frio, quando a demanda é mais alta. O desequilíbrio na rede pode causar graves interrupções de energia.

Para abordar esse problema, Xavier Crispin e colaboradores do Laboratório de Eletrônica Orgânica da Universidade de Linköping, na Suécia, desenvolveram um conceito de armazenamento de energia em grande escala seguro, barato e sustentável. A potência de saída é suficientemente alta

para que a tecnologia mantenha o equilíbrio de energia no fornecimento de eletricidade. O projeto, publicado na semana passada na revista *Advanced Energy and Sustainability Research*, foi premiado na Conferência de Mudanças Climáticas da ONU, a COP26, em Glasgow.

“Nosso projeto permite o armazenamento seguro e ambientalmente sustentável de energia orgânica com alta densidade de potência, 5kW/kg. Os eletrodos são fabricados com material à base de madeira, em uma impressora tipográfica”, diz Crispin. “Devemos, no entanto, aumentar a densidade de energia: nossas baterias orgânicas são melhores do que os supercapacitores normais e têm quase o mesmo desempenho de chumbo-ácido. Mas as de íon-lítio são melhores”, compara.

Thor Balkhed/Divulgação



Segundo Xavier Crispin (esquerda), a solução pode ser adaptada para grandes baterias

## Recorde mundial

Os resultados apresentados no artigo baseiam-se em duas descobertas: um novo tipo de

eletrólito à base de água e eletrodos feitos de lignina, que é um subproduto barato da fabricação de papel, amplamente disponível. Os pesquisadores

desenvolveram um polieletrólito que consiste em um polímero à base de água bastante concentrado, poliácido de potássio, lignina de biopolímero (como

eletrodo positivo) e poliimida misturada com carbono condutor (como eletrodo negativo). “A queda de tensão, que mede a autodescarga, é inferior a 0,5V em 100 horas, o que é um recorde mundial para armazenamento de energia com eletrodos orgânicos em eletrólitos de base aquosa”, explica o professor.

A técnica usa matéria-prima barata: lignina e polieletrólito, por exemplo, não custam mais de US\$ 1 por quilo. Além de fáceis de encontrar, são materiais não inflamáveis, e a tecnologia pode ser ampliada para grandes baterias. Segundo Crispin, é uma solução sustentável para armazenamento seguro e em grande escala de energia. (PO)