Batimento que gera vida

Cientistas americanos criaram um dispositivo capaz de alimentar marca-passos usando a própria energia do coração. A técnica consiste em um nanogerador que substitui a bateria convencional sem alterar o tamanho do implante e rendimento duas vezes maior que as versões antigas

» RAFAELA LEITE

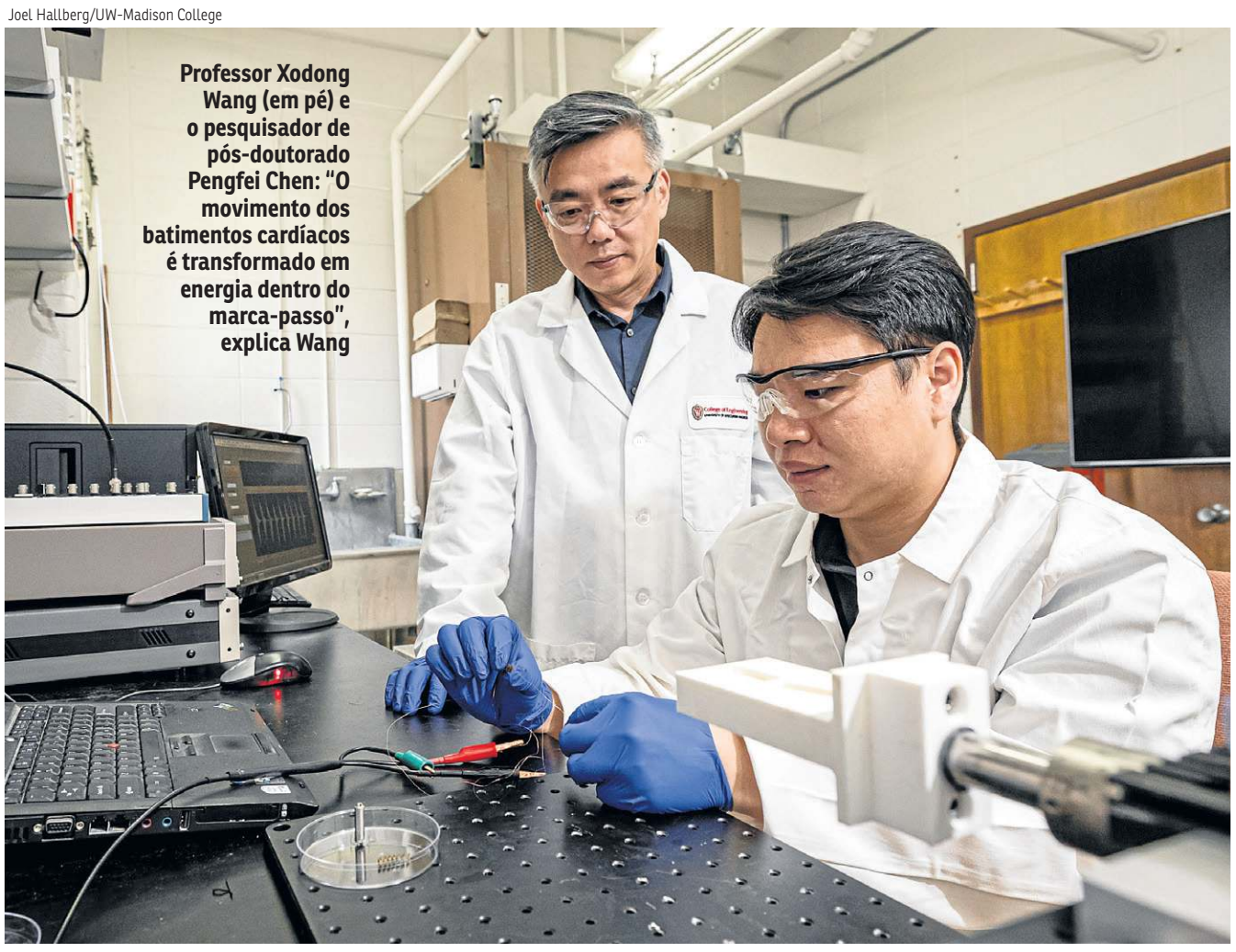
Pesquisadores da Universidade de Wisconsin-Madison, nos Estados Unidos, desenvolveram um nanogerador que transforma o movimento dos batimentos do coração em eletricidade para alimentar marca-passos intracardíacos. O dispositivo ocupa o espaço da bateria sem aumentar o tamanho do aparelho e teve desempenho mais de duas vezes superior ao de modelos anteriores, de acordo com o estudo publicado na revista *Science Advances*.

O marca-passo é usado para corrigir alterações no ritmo cardíaco, especialmente quando o coração bate muito devagar ou apresenta falhas na condução dos impulsos elétricos, segundo o cirurgião Marcelo Sobral, presidente da Associação Brasileira de Estimulação Cardíaca. Sobral explica que o aparelho é composto por um gerador, que reúne a fonte de energia e os circuitos eletrônicos, e eletrodos (fios) responsáveis por levar os estímulos elétricos ao coração.

Ao longo de décadas, os marca-passos ficaram menores e mais sofisticados, mas a bateria continua sendo um desafio, pois sua vida útil é limitada, gerando riscos para os pacientes. Uma das alternativas para enfrentar o problema são os nanogeradores. Até agora, porém, essas tecnologias encontravam dificuldades para produzir energia suficiente em estruturas pequenas o bastante para serem incorporadas a um marca-passo intracardíaco (sem fios), diz a pesquisa.

Foi nesse desafio que a equipe liderada por Xudong Wang, professor de ciência e engenharia de materiais, da universidade americana concentrou os esforços. Em vez de aumentar a capacidade da bateria, o grupo desenvolveu um sistema que aproveita continuamente o movimento produzido pelo coração. "O movimento dos batimentos cardíacos é transformado em energia dentro do marca-passo", explicou Wang ao **Correio**.

Joel Hallberg/UW-Madison College



Professor Xodong Wang (em pé) e o pesquisador de pós-doutorado Pengfei Chen: "O movimento dos batimentos cardíacos é transformado em energia dentro do marca-passo", explica Wang

Energia cardíaca

De acordo com o cientista, quando o dispositivo é fixado à parede ventricular, ele se movimenta junto ao coração. Dentro do aparelho, o módulo eletrônico e um pequeno peso atuam como uma massa inercial. Por causa da inércia, essa massa fica brevemente para trás em relação ao movimento do coração, comprimindo e liberando dois nanogeradores triboelétricos com comportamento semelhante ao de molas.

Segundo Wang, os nanogeradores são formados por superfícies de cobre e FEP, sigla para etileno propileno fluorado. À medida que essas superfícies entram em contato e se separam repetidamente, elas geram cargas elétricas por meio da eletrização por contato e da indução eletrostática. "É importante ressaltar que um batimento cardíaco pode desencadear várias oscilações internas amortecidas, de modo que uma única contração cardíaca é convertida em múltiplas saídas elétricas, em vez de apenas uma", explicou o pesquisador. A energia produzida é então retificada, armazenada em um pequeno capacitor e enviada aos circuitos de estimulação quando o coração precisa de um impulso elétrico.

Para fazer o sistema caber no espaço ocupado pela bateria, os pesquisadores precisaram concentrar várias estruturas capazes de gerar eletricidade em uma área reduzida. Uma das soluções foi criar uma arquitetura multicamadas em formato de tesoura, que reúne diversas interfaces triboelétricas em pouco espaço.

As superfícies de FEP também receberam tratamento com plasma. A técnica aumenta a rugosidade do material e favorece o aprisionamento de cargas, elevando a quantidade de energia produzida. Outra escolha foi utilizar os próprios componentes eletrônicos do marca-passo como parte da massa inercial. Com isso, os pesquisadores evitaram acrescentar um peso exclusivo para a coleta de energia, economizando espaço e melhorando a conversão do movimento em eletricidade.

"Finalmente, o design não linear de mola-massa permite que um batimento cardíaco gere múltiplas oscilações internas com perdas mecânicas relativamente baixas. Portanto, nosso dispositivo alcançou mais que o dobro do desempenho de sistemas de nanogeradores implantados relatados anteriormente", afirmou Wang. As estruturas foram posicionadas acima e abaixo do conjunto eletrônico central do Micra. O sistema precisou ser ajustado para suportar milhões de oscilações sem perder suas propriedades. Para isso, os pesquisadores otimizaram componentes como fios, placas de eletrodo e substratos.

Futuro

Nos testes de laboratório, o nanogerador atingiu densidade de potência de 276,6 microwatts por centímetro cúbico, resultado considerado suficiente para alimentar um marca-passo. A equipe também implantou um protótipo em um porco e acompanhou seu funcionamento e sua biocompatibilidade durante um mês. O dispositivo conseguiu fornecer energia para a estimulação cardíaca e não provocou reações adversas além das observadas em marca-passos intracardíacos convencionais alimentados por bateria.

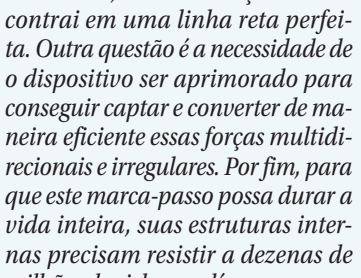
A tecnologia, porém, ainda está longe dos testes em seres humanos. Dentro do organismo, o nanogerador produziu menos energia do que em laboratório. O tecido cardíaco é flexível e absorve parte do movimento que deveria impulsionar o mecanismo. Outro desafio está na movimentação do coração. O órgão não apenas sobe e desce durante os batimentos, mas também gira e se torce. Como o nanogerador foi projetado principalmente para aproveitar o movimento vertical, parte dessa energia mecânica não é convertida em eletricidade.

"Precisamos de estudos em animais com amostras maiores e de longo prazo para avaliar a segurança, a durabilidade e o desempenho de geração de energia do dispositivo durante períodos prolongados de implantação", afirmou Wang. Segundo o pesquisador, também será necessário testar o sistema em condições cardíacas diferentes e aprimorar o gerenciamento da energia produzida. Só depois dessas etapas o dispositivo poderá passar pelas avaliações regulatórias e de segurança necessárias para uma eventual aplicação clínica.

Estagiária sob a supervisão de Marcelo Abreu*

Palavra de especialista

Arquivo pessoal



Desafios da bioengenharia

Trata-se de uma prova de conceito em fase pré-clínica que ainda precisa superar desafios de bioengenharia bastante complexos. Durante os testes em modelos animais, na mecânica do tecido vivo, o pico de geração de energia dentro do coração foi menor do que o obtido na bancada do laboratório, justamente porque o miocárdio é um tecido macio e flexível que absorve parte do impacto mecânico necessário para ativar o oscilador. Também há a complexidade vetorial do batimento, onde o coração não se contrai em uma linha reta perfeita. Outra questão é a necessidade de o dispositivo ser aprimorado para conseguir captar e converter de maneira eficiente essas forças multidirecionais e irregulares. Por fim, para que este marca-passo possa durar a vida inteira, suas estruturas internas precisam resistir a dezenas de milhões de ciclos cardíacos por ano, sem apresentar qualquer fadiga de material ou perda de desempenho. Portanto, ainda que estejamos a alguns anos de ver essa tecnologia em nossos centros cirúrgicos e consultórios, o caminho traçado é extraordinário. Ainda que leve alguns anos para termos esta tecnologia em nossos centros cirúrgicos, é o primeiro grande passo para uma cardiologia de precisão autossustentável, de alta tecnologia, custos eficazes e focada na longevidade e segurança dos nossos pacientes.

Alexandre Camilo Bandeira,
cardiologista e professor da pós-graduação da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ)

AVIAÇÃO SUSTENTÁVEL

Cientistas criam bioquerosene à base de óleo de coco

As emissões de hidrocarbonetos, compostos de carbono e hidrogênio que baseiam os combustíveis fósseis, são um desafio crítico para a saúde no entorno de aeroportos. O poluente é liberado pela queima incompleta do querosene durante o táxi em solo, quando os motores operam em marcha lenta. Sem poder usar catalisadores devido ao peso, a aviação aposta em motores com maior rendimento e em combustíveis sustentáveis (SAF).

Para tentar eliminar essas moléculas e a fuligem antes da decolagem, pesquisadores da Universidade Metropolitana de Osaka, no Japão, desenvolveram um biocombustível à base de óleo de coco que pode ser misturado ao querosene de aviação, mantendo a eficiência do motor e reduzindo a liberação de poluentes. Para isso, os cientistas utilizaram o método co-solvente, que facilita a reação entre a matéria-prima renovável e os demais componentes do processo, segundo o estudo publicado na revista *Fuel*.

Com isso, a equipe de pesquisa produziu dois tipos de biocombustível: ésteres metílicos de ácidos graxos (FAME) e ésteres etílicos de ácidos graxos (FAEE). A diferença está no álcool utilizado na reação química. No FAME, é utilizado metanol, enquanto o FAEE é produzido com etanol. Ambos podem ser obtidos a partir de óleos vegetais e são usados na produção de biocombustíveis.

De acordo com o engenheiro químico e professor Fabio Souza Toniolo, para a produção desse biocombustível específico, o óleo do fruto passa por uma transformação química chamada de transesterificação, na qual os triglicerídeos que existem nele vão reagir com um tipo de álcool e virar ésteres, moléculas diferentes das que compõem o combustível de aviação derivado do petróleo.

Depois disso, eles são incorporados ao querosene em proporções de 10% a 50%. Segundo o artigo, o "novo" bioquerosene foi testado em um pequeno motor a jato. Os pesquisadores acompanharam o micromotor em variadas rotações avaliando consumo, eficiência térmica e emissões do modelo. As misturas apresentaram consumo específico de combustível (SFC) superior ao querosene, resultado associado ao menor poder calorífico dos biocombustíveis, ou seja, menor rendimento.

Simplicidade do sistema

Entretanto, a eficiência térmica permaneceu em níveis comparáveis aos do combustível convencional. Na saída do motor, a concentração de hidrocarbonetos caiu com o aumento da participação do biocombustível. Em contrapartida, houve leve elevação do monóxido de carbono (CO). As emissões de óxido nítrico (NO) permaneceram dentro de faixas consideradas aceitáveis.

Para o professor Toniolo, a simplicidade do sistema é o que chama mais atenção no estudo: "pressões e temperaturas mais brandas geram uma economia energética na fabricação desse biocombustível. Se pensarmos numa produção em grande escala, sem dúvida, o processo fica mais econômico". A pesquisa, porém, ainda exige etapas adicionais para avaliar o desempenho em motores de maior tamanho e os efeitos ambientais ao longo de todo o ciclo de produção e consumo, afirmaram os cientistas, em nota. **(Rafaela Leite)**

Universidade Metropolitana de Osaka



O óleo de coco é processado para produzir combustível de aviação sustentável, semelhante ao combustível