

# BATERIA PARA TODA A VIDA

Cientistas brasileiros criam protótipo de módulo nuclear capaz de gerar eletricidade por centenas de anos sem necessidade de recarga

**Yuri Vasconcelos**

Imagine um telefone celular cuja bateria dure anos e não precise ser plugado na tomada para recarregar. Ou um drone capaz de voar indefinidamente sobre a Amazônia, registrando focos de desmatamento e de mineração ilegal. Situações como essas poderão se tornar realidade, em algum tempo, com o início da produção comercial de novos sistemas de armazenamento de energia que usam material radioativo para gerar eletricidade ininterruptamente, por dezenas ou centenas de anos.

Uma das inovações foi revelada no começo do ano pela startup chinesa Betavolt. A empresa desenvolveu uma bateria nuclear que poderá gerar energia por 50 anos sem necessidade de recarga. O dispositivo, com 100 microwatts ( $\mu\text{W}$ ) de potência e 3 volts (V) de tensão elétrica, ainda é um projeto-piloto e opera a partir da conversão da energia liberada pelo decaimento de isótopos radioativos de níquel (Ni-63). A Betavolt planeja colocar no mercado em 2025 uma versão mais potente da bateria, com 1 watt (W). Com função modular, ela poderá ser empregada em série para energizar drones ou celulares.

O Brasil tem estudos na área. Uma equipe do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), com sede em São Paulo, apresentou no fim de 2023 o primeiro protótipo de uma bateria nuclear termelétrica feita no país. O princípio de funcionamento do dispositivo, também conhecido como gerador termelétrico radioisotópico (RTG), é diferente do sistema da Betavolt: uma corrente elétrica é produzida a partir da conversão do calor gerado pela desintegração de um isótopo de amerício (Am-241) (ver infográfico ao lado). No módulo chinês, partículas beta (elétrons) transformam-se em corrente elétrica por meio de um sistema conversor específico.

O processo de decaimento ou desintegração radioativa ocorre quando o núcleo instável de um elemento químico se transforma no núcleo de outro elemento, que tem menos energia. O processo libera radiação eletromagnética e pode emitir partículas. Esse fenômeno é caracterizado pela meia-vida, que é o tempo necessário para que metade dos átomos do isótopo radioativo presente em uma amostra se desintegre.

“Durante nosso desenvolvimento, tivemos que dimensionar um módulo gerador termelétrico, responsável por converter a energia térmica em elétrica”, explica o engenheiro químico e doutor em tecnologia nuclear Carlos Alberto Zeituni. Ele é o gerente do Centro de Tecnologia das Radiações (Ceter) do Ipen, uma das unidades envolvidas no projeto – a outra é o Centro de Engenharia Nuclear (Ceeng).

A principal vantagem das baterias nucleares é a possibilidade de fornecer carga durante um longo período de tempo. “Uma bateria química convencional dura cinco anos, enquanto uma de lítio chega a 10 anos. As nucleares podem ter duração de 50, 100 anos ou mais, dependendo do material radioativo utilizado. A nossa, estimamos que vá durar mais de 200 anos”, diz Zeituni. A pesquisa, iniciada há dois anos, vem sendo financiada por uma empresa nacional interessada em comercializar a tecnologia. Por contrato, seu nome não pode ser revelado.

Os pesquisadores do Ipen utilizaram 11 fontes de amerício, originalmente empregadas em equipamentos de medição de espessura de chapas. Para eliminar o risco de vazamento do material radioativo, as fontes foram empilhadas e encapsuladas em um tubo de alumínio. “O parâmetro inicial de todo o projeto nuclear tem que ser a segurança. A bateria só será comercializada quando houver garantia de que o risco de vazamento é nulo”, esclarece o engenheiro mecânico Eduardo Lustosa Cabral, pesquisador do Ceeng que participa do projeto.

Baterias nucleares começaram a ser estudadas no início do século passado. Não há ainda fabricação comercial desses dispositivos. A produção, limitada, é feita principalmente por governos de países que dominam a tecnologia nuclear – como Estados Unidos, Rússia, França, China e Inglaterra.

A tecnologia é empregada em dispositivos situados em lugares de difícil acesso, como faróis em ilhas desertas, cavernas e laboratório no Ártico e na Antártida. Na década de 1970, foi utilizada em marcapassos, aparelhos que monitoram e regulam os batimentos do coração, implantados em mais de 300 pessoas. “Não houve nenhum relato de vazamento ou falha”, conta a engenheira química e doutora em tecnologia nuclear Maria Alice Morato Ribeiro, pesquisadora do Ceeng e líder do grupo. Os *rovers* da agência espacial norte-americana Nasa e a sonda Voyager, lançada ao espaço em 1977, também usam essas baterias. O módulo desenvolvido no Ipen será destinado a aplicações em locais remotos.

“O uso dessa tecnologia é restrito por causa do custo de fabricação, da disponibilidade de matéria-prima e da dificuldade de produção”, informa Ribeiro. É preciso muito cuidado para evitar vazamento durante a fabricação e a operação do dispositivo. Outra dificuldade diz respeito ao fato de toda a parte elétrica estar exposta à radiação, o que pode acarretar danos ao sistema.

#### DURA COMPETIÇÃO

Para o físico Hudson Zanin, da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universida-



A bateria da Betavolt mede 15 milímetros (mm) de comprimento, por 15 mm de largura e 5 mm de espessura

de Estadual de Campinas (Unicamp) e coordenador de uma pesquisa que visa desenvolver uma bateria à base de sódio (ver Pesquisa FAPESP nº 329), o trabalho feito no Ipen é promissor, mas terá que superar desafios para resultar em um produto comercial.

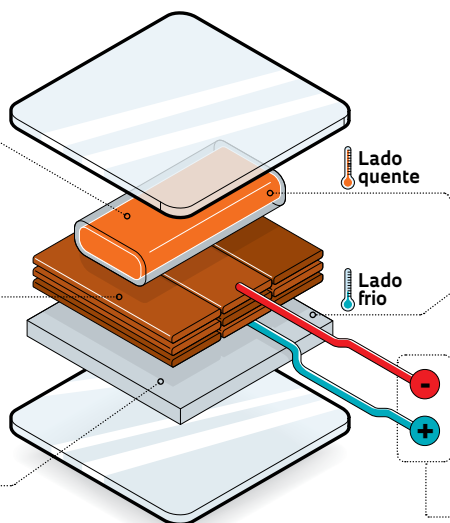
“Em um momento que se discute como passar para uma sociedade 100% elétrica e baseada em fontes renováveis de energia, que irão substituir os combustíveis fósseis, o armazenamento de energia é uma tecnologia-chave. Por isso, o desenvolvimento dos mais diferentes tipos de baterias, inclusive essa do Ipen, é importante”, afirma.

“O longo tempo de operação sem recarga das baterias nucleares é seu grande diferencial, mas elas precisam evoluir para aumentar a tensão de saída”, ressalva o físico da Unicamp. “Além disso”, destaca, “irão enfrentar uma dura competição com outras tecnologias avançadas, mais baratas e já estabelecidas, como as baterias de lítio-fosfato-ferro (LFP) e de níquel-cobalto-manganês (NCM)”. ■

## COMO FUNCIONA O DISPOSITIVO BRASILEIRO

Protótipo de bateria nuclear do Ipen transforma calor em corrente elétrica

1. O isótopo radioativo **amerício-241** é encapsulado em um tubo de alumínio. Seu decaimento libera radiação, que gera calor
2. Um **módulo gerador termelétrico** é ligado a esse tubo, a fonte “quente” da bateria
3. O outro lado da peça é conectado a uma **placa de alumínio**, o lado “frio”



4. O sistema gera uma **diferença de temperatura** entre as duas faces do módulo

5. A ligação dos dois lados em um circuito produz uma **corrente elétrica**