

# No pulso dos astronautas

Tripulantes da missão lunar Artemis II levaram “relógio” brasileiro que mede o funcionamento de funções vitais do corpo humano

MARIANA CECI



**Q**uando a missão Artemis II partiu em 1º de abril para a primeira viagem tripulada ao redor da Lua em mais de meio século, um pouco da tecnologia brasileira também foi ao espaço pela primeira vez. Atado ao pulso de cada um dos quatro astronautas, um actígrafo desenvolvido no Brasil registrou os ciclos de atividade e de repouso dos norte-americanos Reid Wiseman (comandante do voo espacial), Victor Glover e Christina Koch e do canadense Jeremy Hansen durante a jornada. Esse tipo de dispositivo se parece com um relógio de pulso e registra continuamente dados como movimento corporal, níveis de atividade e exposição à luz, informações sobre o sono, o ritmo biológico e o funcionamento do organismo em ambientes extremos, como o espaço. Discreta, a presença brasileira na missão ajuda a mostrar como o país vem se inserindo, em áreas específicas, nas pesquisas que cercam o retorno humano à Lua.

A Artemis II estabeleceu alguns recordes. A bordo da espaçonave Orion, os astronautas, três da agência espacial norte-americana (Nasa) e um da Agência Espacial Canadense, percorreram 406.777 quilômetros em 10 dias e se tornaram os seres que foram mais longe no espaço. A distância percorrida em sua viagem superou em mais de 6 mil quilômetros o recorde anterior, estabelecido em 1970 pela missão Apollo 13. A tripulação foi a primeira a sobrevoar o chamado lado oculto ou mais afastado da Lua, o hemisfério do satélite que não pode ser visto integralmente da Terra por estar sempre “de costas” para nosso planeta. Coube aos chineses, no entanto, serem os primeiros a pousar um veículo de exploração no lado oculto da Lua, em 2019, e a recolher amostras dessa região, em 2024.

Segundo a Nasa, a Artemis II foi planejada como um voo tripulado de teste no espaço lunar, destinado a validar tecnologias, operações e procedimentos que serão fundamentais para as próximas etapas do programa, voltadas ao pouso

**A Terra vista pelos tripulantes da Artemis II durante o sobrevoo em torno do lado oculto da Lua**

de astronautas na superfície lunar e, futuramente, ao estabelecimento de uma presença humana mais duradoura no satélite. Uma possível base lunar também serviria de uma espécie de primeiro passo para uma viagem a Marte. Entre os aspectos avaliados na Artemis II estão a capacidade de sustentar a tripulação durante a viagem e o retorno à Terra, o funcionamento de sistemas críticos da cápsula Orion e a resposta a situações de emergência, como abortamentos e resgates.

**R**esultado de 20 anos de desenvolvimento, a tecnologia brasileira que deu origem ao actígrafo utilizado na missão ajudou a monitorar os ritmos circadianos dos astronautas, responsáveis por regular funções vitais como sono, temperatura corporal, metabolismo e produção hormonal. O dispositivo foi desenvolvido pela empresa paulista Condor Instruments, criada por egressos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP). Estudos feitos pelos biólogos Luiz Silveira Menna Barreto e Mario Pedrazzoli, da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da USP, serviram de apoio à concepção do produto.

Fundada em 2013 com o apoio do Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe) da FAPESP, a Condor passou a desenvolver, a partir do protótipo criado pelos pesquisadores da EACH, uma versão apta a chegar ao mercado. Em 2023, a empresa foi procurada pela Nasa, que havia aberto uma chamada para selecionar tecnologias capazes de monitorar o ritmo circadiano dos astronautas da missão. Ao final do processo, o actígrafo brasileiro foi escolhido entre os concorrentes.

O dispositivo é vendido por US\$ 700 (cerca de R\$ 3,5 mil) no mercado externo, que atualmente concentra a maior parte da clientela da empresa, e por cerca de R\$ 3 mil no Brasil. “O preço do actígrafo no Brasil é mais baixo porque sabemos das dificuldades de financiamento enfrentadas pelos centros de pesquisa daqui e queremos estimular os estudos como esse tipo de dispositivo”, afirma o engenheiro mecatrônico Rodrigo Okamoto, um dos fundadores da Condor.

A limitação orçamentária para a pesquisa também se impõe a outros grupos brasileiros envolvidos em estudos ligados ao programa Artemis como um todo, não especificamente ao voo da Orion realizado em abril. Desde que se tornou signatário dos Acordos Artemis, em 2021, o Brasil passou a integrar iniciativas internacionais associadas à nova fase da exploração lunar. Entre elas está uma rede de pesquisadores voltada à produção de alimentos no espaço, campo conhecido como

agricultura espacial, ou *space farming* (ver Pesquisa FAPESP nº 339). Coordenada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Rede Space Farming Brazil reúne 24 instituições e cerca de 60 pesquisadores.

A rede se organiza em cinco grandes áreas: gestão; melhoramento genético de plantas no espaço; adaptação do ambiente de cultivo; microbiologia espacial com fins de promoção de crescimento vegetal para tratamento de resíduos ou consumo humano; e desenvolvimento experimental, etapa que busca converter essas diferentes frentes em tecnologias com potencial de aplicação em missões espaciais ou de introdução no mercado brasileiro. “Cada parceiro tem uma expertise diferente e, como todas as instituições são públicas, a ideia é não duplicar esforços, otimizando recursos e trabalho”, relata a agrônoma Alessandra Fávero, da Embrapa, que coordena a Space Farming Brazil.

As pesquisas da rede concentram-se em duas plantas: o grão-de-bico e a batata-doce. A escolha foi guiada por critérios nutricionais, genéticos e fisiológicos. Cada 100 gramas (g) de grão-de-bico tem cerca de 21 g de proteínas. A batata-doce é uma fonte importante de carboidratos complexos, que liberam energia de forma gradual e evitam picos de insulina. Além disso, o tubérculo pode apresentar maior tolerância à radiação, um atributo importante para cultivos que, no espaço, estarão expostos a esse tipo de ameaça, da qual são protegidos na Terra pela atmosfera. “As escolhas se complementam: uma é mais simples, a outra mais complexa; uma é rica em proteínas, a outra em carboidratos. A ideia é verificar como essas diferentes plantas se comportam”, diz Fávero.

Desenvolvimento de cultivos na Embrapa para pesquisas em agricultura espacial





Astronautas da missão levaram em seu pulso um actígrafo desenvolvido no Brasil, dispositivo na forma de um relógio que mede funções vitais



No laboratório do biólogo Gustavo Maia, da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no Rio Grande do Sul, os efeitos da radiação ionizante sobre plantas formam uma das três principais linhas de pesquisa. As outras duas se concentram nos impactos da microgravidade sobre hortaliças e no desenvolvimento de uma interface planta-computador capaz de captar sinais eletrofisiológicos do organismo vegetal. Esses estímulos elétricos podem ser registrados e analisados para diagnosticar condições específicas das plantas, em uma lógica semelhante à dos eletrocardiogramas usados na medicina.

**P**ara estudar os efeitos da microgravidade, Maia e sua equipe precisaram criar uma versão própria dos equipamentos que simulam essas condições. “Fizemos uma versão ‘faça você mesmo’ que parece estar funcionando bem. O principal desafio na captação de recursos para esse tipo de pesquisa é a ausência de chamadas específicas para pesquisas espaciais, principalmente envolvendo agricultura”, explica o biólogo. Na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) da USP, o engenheiro-agrônomo Paulo Hercílio Viegas precisou bancar com recursos próprios os equipamentos usados na construção de um clinostato, aparelho que simula a microgravidade ao submeter amostras biológicas a uma rotação contínua, processo chamado de clinorrotação, capaz de atenuar os efeitos da gravidade ao longo do tempo.

Apesar das dificuldades, algumas pesquisas brasileiras passaram recentemente a fazer parte do cardápio de experimentos espaciais realizados

em condições reais de voo. Em 2025, amostras de grão-de-bico e batata-doce foram enviadas em uma missão suborbital da empresa privada norte-americana Blue Origin. Durante a viagem, os alimentos ficaram expostos à microgravidade. O material, atualmente em processo de sequenciamento genômico nos Estados Unidos, deverá retornar ao Brasil para ser analisado por pesquisadores da rede. Um dos participantes do trabalho é o biólogo Carlos Hotta, do Instituto de Química da USP, que investiga os ritmos circadianos das plantas.

Segundo Hotta, o interesse por esse tipo de pesquisa vai além dos desafios de futuras missões espaciais. Em um cenário de mudanças climáticas, com aumento das temperaturas e impactos crescentes sobre a agricultura, compreender como produzir alimentos em ambientes adversos pode gerar aplicações também na Terra. “Temperaturas mais altas, ambientes mais secos, mais baixos ou altos: todo o conhecimento vindo dessa rede vai permitir produzir alimentos de forma mais eficiente em diferentes condições oferecidas pelo planeta”, afirma.

De acordo com a Embrapa, novas amostras, dessa vez de microrganismos, devem ser enviadas em agosto de 2026 a outra missão espacial, a bordo de um foguete suborbital desenvolvido pela Força Aérea Brasileira (FAB). O veículo vai alçar voo a partir do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), no Rio Grande do Norte, como parte da Operação Potiguar. “Assim como tivemos a oportunidade de enviar plantas, agora enviaremos os microrganismos promotores de crescimento de plantas”, diz Fávero. ●

O projeto consultado para esta reportagem está listado na versão on-line.