

No planeta das bactérias, os esporos mais resistentes já apareceram há 2800 milhões de anos

Equipa portuguesa mostra que esporos bacterianos são *made in Terra*, o que torna mais difícil a hipótese de que a vida teve uma origem extraterrestre. O nosso planeta, lembra a equipa, é, antes de mais, o das bactérias

Nicolau Ferreira

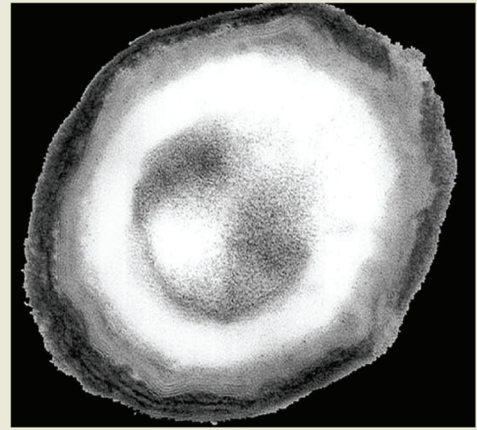
Em 1995, dois investigadores da Universidade Estadual da Califórnia conseguiram germinar bactérias com esporos, com 25 milhões a 40 milhões de anos, que estavam nas vísceras de uma abelha preservada em âmbar. O feito mostrou a resiliência destas células de sempre e ajudou a explicar a existência de outras formas de vida que podem ser capazes de sobreviver a condições extremas. Agora, uma equipa portuguesa não só determinou os genes que uma bactéria necessita para formar este tipo de esporos ultra-resistentes como datou o aparecimento destas estruturas celulares: foi há 2800 milhões de anos.

"Há vários tipos de esporos bacterianos. Estes que estudámos são os endósporos, porque são feitos dentro das células bacterianas, e são os mais resistentes de todos",

explica Adriano Henriques, líder da equipa de Desenvolvimento Microbiano do Instituto de Tecnologia Química e Biológica (ITQB) da Universidade Nova de Lisboa, em Oeiras, e um dos autores de um trabalho na revista *Journal of Bacteriology*, em parceria com investigadores do vizinho Instituto Gulbenkian de Ciência. "Estas estruturas apareceram uma vez só na história da evolução do planeta", afirma Adriano Henriques.

Antes de mais, um pouco de história: há 4500 milhões de anos, as primeiras células terão surgido na Terra, e a vida terá começado a proliferar. Hoje, há cerca de 3600 milhões de anos, tal como as bactérias, os animais também evoluíram nas células com núcleo, que hoje formam animais e plantas. Os animais surgiram há 580 milhões de anos, as plantas há 580 milhões de anos e os mamíferos apareceram há 200 milhões de anos.

"Os dinossauros existiram há 65 milhões de anos e o homem moderno, a nossa espécie, apareceu há 200 mil anos. Hoje, há muitas espécies de bac-

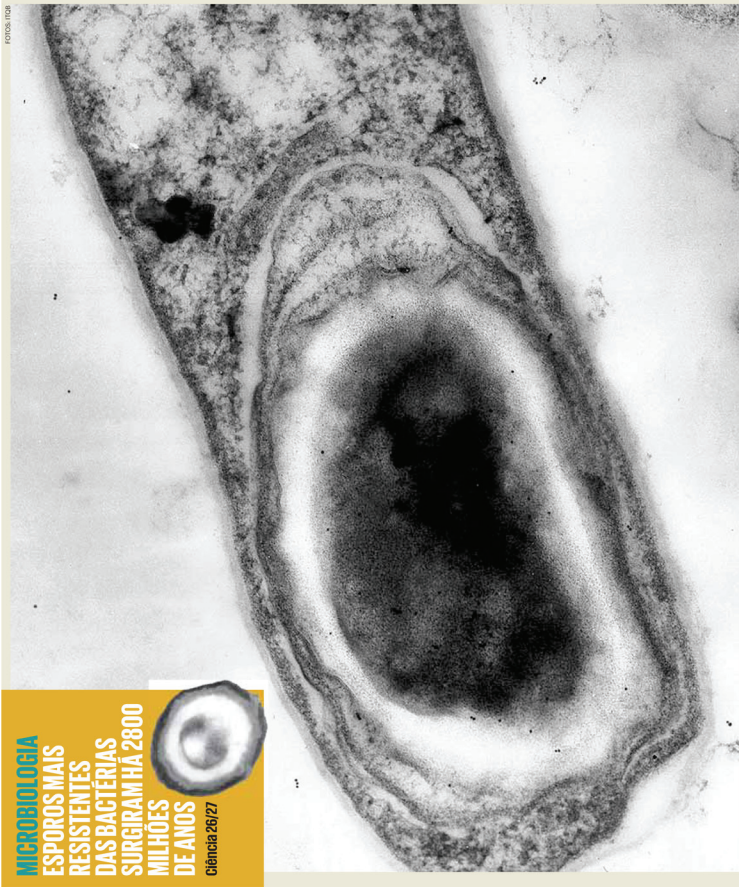


térias que formam endósporos nos nossos organismos. Mas, quando aparece o antepassado de todas estas espécies, as condições eram completamente diferentes". A certa altura da história natural do planeta, havia uma série de factores ambientais extremos que podem ter provocado esta evolução, explica Adriano Henriques, os oceanos eram muito salgados e o oxigénio escassa e aumentava.

Os endósporos só surgiram no âmbito dos animais, e a grande maioria das bactérias, as *Bacillus subtilis*, são capazes de resistir a condições extremas, tal como as bactérias, os animais também evoluíram nas células com núcleo, que hoje formam animais e plantas. Os animais surgiram há 580 milhões de anos, as plantas há 580 milhões de anos e os mamíferos apareceram há 200 milhões de anos.

Em cerca de oito horas, dá-se a divisão do ADN da bactéria e formam-se camadas à volta de uma das cópias do ADN que, no final, irá compor o endósporo. Durante o processo, a célula-mãe constrói um canal que serve de sistema de transporte de nutrien-

MICROBIOLOGIA
ESPOROS MAIS RESISTENTES DAS BACTÉRIAS SURTIRAM HÁ 2800 MILHÕES DE ANOS
Ciência 26/27



Célula bacteriana do *Bacillus anthracis*, como o endósporo (parte arredondada) a formar-se; na página ao lado, endósporo formado do *Bacillus subtilis*

dosporos", revela Adriano Henriques. Ao controlar-se a germinação dos endósporos, pode-se matar as bactérias numa altura em que estão indefesas, o que permitirá desinfectar os hospitais dos endósporos da *Clostridium difficile*. Há outras possíveis aplicações dos endósporos, como na produção de vacinas que deixarão de ter prazo de validade, em lugares ou na monitorização do ambiente.

Pausar a vida ao contrário
Mas este trabalho tem ainda implicações no que se sabe sobre a origem da vida na Terra. A hipótese da panspermia defende que a vida teve origem noutra planeta, por exemplo em Marte: os endósporos teriam viajado num meteorito vindo de outro planeta que caiu na Terra. "A ideia da panspermia apareceu num contexto onde não havia dados genéticos. Foi uma ideia especulada, que recentemente foi revalidada, como uma possibilidade", explica Adriano Henriques. "Diria que não é um cenário viável."

Ora os novos resultados mostram pelo menos que os endósporos foram criados muito depois de a vida ter aparecido na Terra. "A descoberta coloca dificuldades substanciais à panspermia, contudo não a invalida, porque não temos dados experimentais claros das condições de stress de uma viagem interplanetária e não conhecemos todos os seres vivos do nosso planeta", diz por sua vez Manuel Santos.

O que parece inevitável é a persistência destes esporos, sempre prontos a voltar à vida, mesmo com catástrofes globais. "Se o planeta for destruído, a vida não morre, e é só pra ser o planeta a morrer", diz Adriano Henriques. E, apesar de ser uma hipótese especulativa, a panspermia não pode ser descartada sem que a Terra já não tenha sido projectada do nosso planeta depois de um dos grandes impactos de meteoritos que a Terra já sofreu no passado.

Tanto a agência espacial norte-americana NASA como a Agência Espacial Europeia (ESA) têm especial interesse para reproduzir as condições reais em Marte, noutras planetas e noutras luas do sistema solar para verificar, caso um endósporo seja transportado numa missão espacial, se seria possível germinar, conta Adriano Henriques.

As agências espaciais têm rigorosos sistemas de desinfectação de tudo o que vai para o espaço. Mas, dado o número de robôs que já aterraram em Marte, a Terra bem pode ser a mãe de alguma forma de vida que lá esteja.

capacidade para colonizar o tracto gastrointestinal humano. E os endósporos, diz, são optimos cavados para par para par *difficile*. O *difficile* tem um colón ambiente sem a causa de mais em pessoas hospitalizadas. Nestas situações, os doentes podem estar a tomar antibióticos de largo espectro que dizimam a flora intestinal. Se engolirmos um endósporo da *Clostridium difficile*, a bactéria instala-se no mesmo sem competição das outras bactérias, multiplica-se e causa uma grande diarreia que pode levar os endósporos nos hospitais extremamente difícil descontaminá-los", explica Adriano Henriques.

Esta descoberta pode ajudar a combater a situação. Ao conhecerem-se os mecanismos de funcionamento dos endósporos e os genes que os controlam, poder-se-á encontrar uma forma de os manipular. "Ganhámos recentemente um projecto internacional da farmacêutica Astellas para fazer o rastreio de moléculas que bloqueiam a germinação e também que, paradoxalmente, activem os en-

66
A grande dificuldade é inactivar os endósporos nos hospitais, é extremamente difícil descontaminá-los

Adriano Henriques
Investigador do Instituto de Tecnologia Química e Biológica

Bacillus subtilis, são cerca de 10% dos seus 4000 genes. No estudo, a equipa compilou sequências genéticas de várias bactérias que formam endósporos para determinar qual o gene que, para cada espécie, é responsável por formar os 100 genes responsáveis pela maquinaria essencial à construção desta estrutura.

"Os investigadores não só identificaram o número mínimo de genes que são necessários para formar um endósporo, como descobriram novos genes envolvidos, incluindo genes reguladores de processo de esporulação e novas espécies bacterianas formadoras de esporos", diz Manuel Santos, especialista em bactérias da Universidade de Aveiro, que não esteve envolvido no trabalho. "Além disso, descobrimos também uma assinatura molecular que permite identificar se uma bactéria esporula, mesmo que os esporos não sejam produzidos no laboratório", acrescenta o investigador.

Para Adriano Henriques, quando o sistema digestivo apareceu nos animais, estas bactérias já tinham

tes para o futuro endósporo. "Há dois programas genéticos que não são independentes, a saber, a pequena família de genes que controla a formação do endósporo e a da célula-mãe, que, para cada espécie, é responsável por formar os 100 genes responsáveis pela maquinaria essencial à construção deste endósporo".

Cavalos de Tróia
O resultado é uma estrutura em camadas: a interior protege o material genético do calor, enquanto as camadas exteriores do endósporo protegem-no das condições físicas e químicas do ambiente. "O endósporo é feito para durar milhões de anos. Tem a capacidade de monitorizar as condições químicas do ambiente", refere o cientista. Caso estas condições mudem, uma cascata de acontecimentos reactiva o núcleo, onde está o ADN da bactéria, hidrata o interior do endósporo e... em minutos – a bactéria está de volta.

A complexidade deste fenómeno traduz-se numa proporção significativa de genes que participam na produção do endósporo. No caso da