

# A quem pertence a Lua?

Exploração de  
recursos exige  
acordo mundial

## CARLOS MINC

Saldo positivo na luta  
pelo meio ambiente

## ALZHEIMER

Doença pode ser uma  
forma de diabetes

## ASTROBIOLOGIA

Estamos sozinhos  
no universo?

## AMAZÔNIA

Desafios na concessão  
de florestas públicas





# A quem pertence a Lua?

**Há 40 anos, em 20 de julho de 1969**, o astronauta norte-americano Neil Armstrong dava, com um simples passo, um salto gigantesco para a humanidade. A frase do comandante da missão Apollo 11 (a quinta missão tripulada do programa Apollo e a primeira a pousar na Lua) ficou gravada na memória de todos que, estupefatos, assistiram ao feito, transmitido pela televisão para o mundo inteiro, e hoje faz parte da história.

Agora, com a retomada da exploração do satélite natural da Terra, o que inclui planos da Nasa – a agência espacial norte-americana – de construir uma base lunar até 2020 para pesquisa e utilização dos recursos naturais da Lua, uma questão se destaca: a quem pertencerão esses recursos? Aos países que lideram a investida espacial, a empresas privadas interessadas em explorá-los ou à humanidade como um todo?

A questão é tema do artigo de José Monserrat Filho, do Instituto Internacional de Direito Espacial. Ele expõe o que se alcançou até hoje em termos de regulamentação internacional sobre a utilização lunar, como, por exemplo, o Acordo da Lua, que, firmado há três décadas, não conta com o apoio das chamadas potências espaciais. E defende a necessidade de um instrumento internacional que faça valer a frase emblemática de Armstrong. Até porque, diante das exigências atuais de sustentabilidade, não se pode pensar em repetir na Lua a forma como a Terra foi – e continua sendo – explorada.

*A redação*



**INSTITUTO CIÊNCIA HOJE** • Organização da Sociedade Civil de Interesse Público da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. O Instituto tem sob sua responsabilidade a publicação das revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*, *CH on-line* (internet), *Ciência Hoje na Escola* (volumes temáticos). Mantém intercâmbio com a revista *Ciencia Hoy* (Corrientes 2835, Cuerpo A, 50 A, 1193, Buenos Aires, Argentina, tels.: 005411. 4961-1824/4962-1330) e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/CNPq) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). **ISSN:** 0101-8515

**DIRETORIA**

**Diretor Presidente** • Renato Lessa (IUPERJ e UFF)  
**Diretores Adjuntos** • Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ) • Caio Lewenkopf (Instituto de Física/UERJ)  
**Superintendente Executiva** • Elisabete Pinto Guedes  
**Superintendente Financeira** • Lindalva Gurfield  
**Superintendente de Projetos Estratégicos** • Fernando Szklo

**CIÊNCIA HOJE • SBPC**

**Editores Científicos** • Ciências Humanas e Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (Departamento de Sociologia e Política/PUC-RIO) e Ricardo Benzaquen de Araújo (IUPERJ) • Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRJ) • Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) e Suely Druck (Instituto de Matemática/UFF) • Ciências Biológicas – Débora Foguel (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ)

**REDAÇÃO**

**Editora Executiva** • Alicia Ivanishevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** • Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Setor Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado, Mariana Ferraz e Tatiane Leal; **Colaboraram neste número** • Luan Galani; **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho

**ARTE** • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.  
**Diretora de Arte** • Claudia Fleury; **Programação Visual** • Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@ampersanddesign.com.br); **Diagramação** • João Gabriel Magalhães

**SUCURSAIS**

**SUL** • Curitiba • Correspondente • Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufrpr.br). End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (0xx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná

**SÃO PAULO** • Correspondente • Vera Rita Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (0xx13) 9756-0848

**PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL** • Superintendente • Ricardo Madeira; • **Publicidade** • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Clarissa Akemi. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** • Gerente • Fernanda L. Fabres. Telefax: (0xx21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

**REPRESENTANTES COMERCIAIS**

**BRASÍLIA** • Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 3328-8046/9972-0741.

**PRODUÇÃO** • Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo  
**RECURSOS HUMANOS** • Luiz Tito de Santana

**EXPEDIÇÃO** • Gerente • Adalgisa Bahri

**IMPRESSÃO** • Ediouro Gráfica e Editora Ltda.

**DISTRIBUIÇÃO** • Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

**CIÊNCIA HOJE** • Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (0xx21) 2109-8999 – Fax.: (0xx21) 2541-5342 • Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, fundada em 1948, é uma entidade civil sem fins lucrativos, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. **Sede nacional:** Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP. Tel.: (0xx11) 3259-2766 e Fax: (0xx11) 3106-1002.



*Ciência Hoje* e CNPq/MCT são parceiros no fortalecimento da iniciação científica e na popularização da ciência

Apoio



**ATENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS**  
**0800 727 8999**

No Rio de Janeiro: (0xx21) 2109-8999  
**CH On-line:** www.ciencia.org.br  
 chonline@cienciahoje.org.br

**PARA ANUNCIAR**  
 TELFAX.: (0xx11) 3539-2000  
 cienciasp@cienciahoje.org.br

## 18 De quem será a Lua?

No momento em que começa a ser preparada a retomada da exploração do satélite natural da Terra, uma questão segue aberta: a quem pertencerão os recursos naturais lunares?

Por José Monserrat Filho

## 24 Doença de Alzheimer: uma nova forma de diabetes?

O que se sabia sobre a origem da doença de Alzheimer está sendo alterado.

Esse mal seria iniciado por interferências na atuação da insulina em células cerebrais, e por isso já começa a ser chamado de 'diabetes tipo 3'.

Por Fernanda G. De Felice e Sergio T. Ferreira

## 28 A física nuclear nas artes e na arqueologia

Além de aplicações benéficas em diversas áreas, como medicina, geração de eletricidade e outras, a física nuclear vem sendo utilizada para analisar objetos artísticos e arqueológicos, ajudando a preservar o patrimônio cultural.

Por Márcia A. Rizzutto





Capa: Foto agência Keystone

## 34 Florestas públicas na Amazônia: Os desafios ao sistema atual de concessões

As concessões florestais têm sido apontadas como uma alternativa que conciliaria a exploração e a preservação da floresta amazônica. O sistema, porém, ainda precisa superar alguns obstáculos.

Por Marco W. Lentini, Mark D. Schulze e Johan C. Zweede



## 40 Astrobiologia: por que uma vida solitária no planeta Terra?

Existe vida em outros locais do universo? Para tentar responder essa pergunta, surgiu a astrobiologia, área da ciência que investiga se seres vivos, como os conhecemos ou não, podem ter se desenvolvido em outros mundos.

Por Gabriel Zamith Leal Dalmaso, Ivan Gláucio Paulino-Lima e Claudia Lage

### O LEITOR PERGUNTA

- 4 Como os besouros conseguem voar sendo tão pesados e tendo asas tão finas?
- 4 Como são formadas as correntes de convecção no interior das geladeiras modernas, nas quais o compartimento refrigerador é separado?
- 5 Qual o telescópio mais indicado para um iniciante?
- 5 Um indivíduo hermafrodita verdadeiro que se submeta a processos de autofertilização poderia gerar um feto viável?

### ENTREVISTA

- 6 **Carlos Minc**  
**Mais vitórias que derrotas**  
Ministro do Meio Ambiente fala sobre os avanços de sua gestão

### MUNDO DE CIÊNCIA

- 10 **Os materiais 'verdes' estão chegando**  
Compostos magnetoelétricos podem mudar tecnologia da informação

### A PROPÓSITO

- 17 **O mundo sem RNA**  
A questão da origem da vida na Terra continua a intrigar a ciência

### EM DIA

- 46 **Guanabara: esperar para ver**  
A completa despoluição da baía ainda é uma perspectiva distante
- 49 **Proteção direta**  
Descoberto tratamento promissor para esclerose lateral amiotrófica
- 50 **Um animal do seu tempo**  
Fóssil de crocodilo-tatu revela animal único que viveu no Brasil
- 52 **Interferência silenciosa**  
Pesquisa investiga possíveis efeitos ambientais da casca de café
- 54 **Cidades no Amazonas**  
Cidades à margem dos rios Amazonas e Solimões têm perfil traçado
- 56 **Sapatos 'verdes' na passarela**  
Materiais recicláveis ganham espaço no setor de calçados

### FUTURO CIENTISTA

### ENSAIO

- 57
- 58 **A ciência dos mitos de Lévi-Strauss**  
A imaginação vista como fonte para a especulação intelectual

### OPINIÃO

- 60 **Sedimentos reduzem biodiversidade**  
Atividades humanas podem causar sérios prejuízos ecológicos

### RESENHA

- 64 **Palavra de arquiteto**  
Resenha do livro *Inquietação teórica e estratégia projetual na obra de oito arquitetos contemporâneos*, de Rafael Moneo

### PERFIL

- 66 **Tagea Kristina Simon Björnberg**  
**A Björnberg de Coqueiros**  
Bióloga e planctologista dedicada à educação e aos seres marinhos

### QUAL O PROBLEMA?

- 75 **Testes para a seleção**  
Alguns curiosos problemas que têm duas formas de solução

### MEMÓRIA

- 76 **A vitória de Sabin**  
Testes da vacina oral contra poliomielite foram concluídos há 50 anos

### CARTAS

### SOBRE HUMANOS

- 79
- 80 **Testemunho de quem resiste**  
Livro corajoso expõe violência armada nas periferias do Rio de Janeiro

## ? Como os besouros conseguem voar sendo tão pesados e tendo asas tão finas?

DAMAZIO RIGO FILHO, VÁRZEA PAULISTA/SP

O mecanismo que permite o voo dos besouros é o conjunto dos dois pares de asas que eles têm e a musculatura vigorosa. O primeiro par de asas (os élitros) desses insetos da ordem Coleoptera fica em posição superior e é bastante endurecido. Quando o besouro está em repouso, funciona como um estojo que protege o segundo par. Este fica no interior, é membranoso, tem a consistência do couro e é sustentado por número variável de nervuras. Durante o voo, os élitros têm papel secundário, funcionando como um paraquedas. O nome Coleoptera vem do grego e significa *koleos* = estojo e *pteron* = asa. Porque têm, em geral, corpo volumoso e pesado, o voo dos besouros, comparado ao de outros insetos, é de velocidade baixa: nos casos conhecidos, pode variar de 0,8 m/s a 3 m/s.

A musculatura responsável por fazê-los subir é bastante desenvolvida, sendo que alguns dos músculos

que movem as asas se originam na coxa do inseto. O mecanismo básico é o seguinte: os besouros abrem os élitros que ficam imóveis, formando um ângulo com o corpo, estendem as asas membranosas até ficarem planas e dão um impulso com as pernas. Assim, começam um voo planado e apenas em seguida dão início ao batimento vertical das asas membranosas, o que possibilita seu deslocamento no ar. Muitas vezes, durante o voo planado, podem aproveitar as correntes aéreas para voarem mais alto.

### Cleide Costa

Laboratório de Sistemática,  
Evolução e Bionomia de Coleóptera,  
Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo



## ? Como são formadas as correntes de convecção no interior das geladeiras modernas, nas quais o compartimento refrigerador é separado?

ANTONIO CARLOS KLINGELHOEFER DE SÁ, POR CORREIO ELETRÔNICO

As correntes de convecção no interior de refrigeradores podem ser naturais ou forçadas, sendo estas últimas auxiliadas por ventiladores. No caso de convecção natural, o movimento do ar se dá por diferença de densidade. Em contato com a superfície fria, geralmente localizada na parte traseira e superior do gabinete, o ar resfria, fica mais denso e desce, provocando a subida do ar mais quente e leve. Este, por sua vez, é resfriado em contato com a placa fria, dando continuidade à circulação natural da corrente de ar.

Quando existem dois compartimentos distintos, pode haver duas placas frias independentes, uma para cada compartimento ou uma única no compartimento superior mais frio (*freezer*), havendo, nesse caso, necessidade de pequenas janelas ou passagens, conhecidas como *dampers*, para comunicação do ar com o compartimento inferior, mais quente.

No caso de convecção forçada, ventiladores são acoplados às placas frias, e dutos de ar distribuem o ar frio no interior do gabinete. Nesse caso, pode haver também um conjunto de placa fria e ventilador para cada compartimento ou um único conjunto para o compartimento mais frio (*freezer*). Note que, para a convecção forçada, o *freezer* pode se localizar na parte inferior do gabinete, já que os ventiladores auxiliam a passagem do ar mais frio, através de dutos, para o compartimento mais quente, na parte superior.

### Luciana Wasnievski da Silva

Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, Embraco, Joinville (SC)



## ? Qual o telescópio mais indicado para um iniciante?

RAMONY, POR CORREIO ELETRÔNICO

Um telescópio com objetiva de 60 mm e 30 vezes de aumento já permite visualizar Júpiter e suas luas principais, Saturno (embora seus anéis apareçam ainda pequenos), as crateras lunares e aglomerados estelares. Já com um telescópio de 100 mm é possível ver os anéis de Saturno com mais clareza. É sempre bom lembrar que o mais importante, nesse equipamento, é a abertura, e não o aumento. Em geral, os fabricantes anunciam aumentos

fantásticos (400-500 vezes), mas o fato é que a maioria dos telescópios disponíveis ao grande público não têm dimensões compatíveis com esse aumento e a imagem final, mesmo muito ampliada, acaba sendo decepcionante.

A minha sugestão para os observadores iniciantes, entretanto, é a de começarem com um binóculo. Ao contrário do que muitos imaginam, vários corpos celestes (ne-

bulosas, cometas e aglomerados estelares) demandam pequeno aumento para que possam ser contemplados em sua plenitude. Além disso, não podemos esquecer a facilidade de uso (ao contrário de alguns telescópios) e o custo bem menor dos binóculos.

Um binóculo com uma configuração 7 x 50, isto é, com capacidade de ampliação de sete vezes e cuja objetiva tenha 50 mm, seria o ideal para o principiante. Aumentos maiores são indesejáveis, pois acentuam a trepidação da imagem, causada tanto pela atmosfera, quanto pelo fator humano. Após essa experiência, se o gosto e a tenacidade pela observação dos astros persistirem, vale a pena considerar a possibilidade de adquirir um telescópio.

**Paulo Cesar Rodrigues Pereira**  
Fundação Planetário  
da Cidade do Rio de Janeiro

## ? Um indivíduo hermafrodita verdadeiro que se submeta a processos de autofertilização (*in vitro* ou inseminação artificial) poderia gerar um feto viável?

GUILDNER MARCIUS ANTUNES, BELO HORIZONTE/MG

Não há relatos de autofertilização em hermafroditas humanos. Os hermafroditas verdadeiros humanos são muito raros. Eles têm gônadas com tecidos misturados, chamados de ovotestis (de ovário e testículo). Não se encontram na literatura científica menções à obtenção de espermatozoides desses indivíduos. Então, uma autofertilização não parece possível. Os hermafroditas conhecidos têm biotipo feminino, podem ovular e seus óvulos podem ser fecundados. Mas não se conhecem casos de ejaculação ou de produção de espermatozoides por esses indivíduos.

Em princípio, os hermafroditas podem engravidar, embora existam somente 12 casos registrados em que a gravidez chegou a termo. Todos os filhos gerados foram do sexo masculino. Esses dados foram publicados por Brett A. Schultz e colaboradores no periódico *Obstetrics and Gynecology* (113, 534-36) de 2009.

**Franklin Rumjanek**  
Instituto de Bioquímica Médica,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

CARTAS À REDAÇÃO

**Av. Venceslau Brás, 71**  
**fundos • casa 27**  
**CEP 22290-140 •**  
**Rio de Janeiro • RJ**

**CORREIO ELETRÔNICO:**  
cienciahoje@cienciahoje.org.br

# MAIS VITÓRIAS QUE DERROTAS

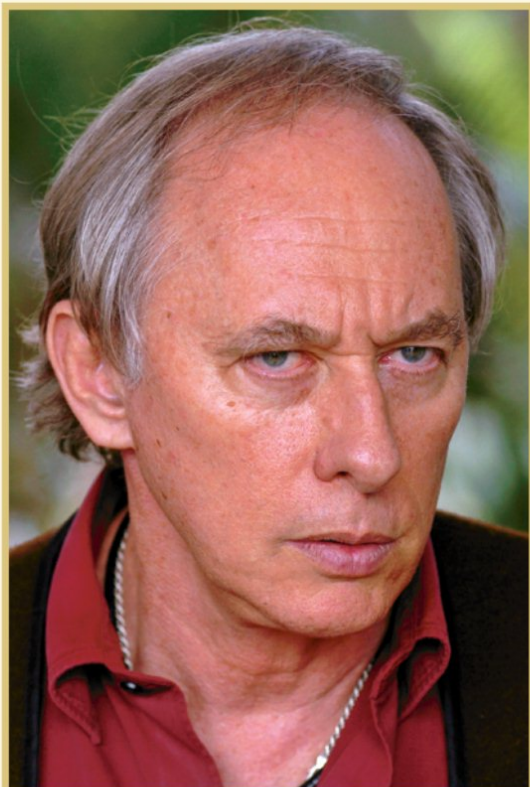


FOTO CARLOS FADON

## Carlos Minc

No dia 27 de maio de 2008, o então secretário estadual do Ambiente do Rio de Janeiro, Carlos Minc, assumia o posto de ministro do Meio Ambiente. Minc substituiu a senadora Marina Silva, que deixou o posto desgastada devido a atritos com outras áreas. Durante sua vida política, iniciada com sua primeira eleição para o cargo de deputado estadual, em 1986, a questão ambiental sempre foi uma das principais bandeiras. No comando do ministério, Minc ficou conhecido por seus embates com outros ministros, especialmente os da Agricultura e de Minas e Energia, para defender o desenvolvimento sustentável do país.

Recentemente, Minc esteve no centro de uma crise que teve como cerne a Medida Provisória 458, chamada de 'MP da grilagem', e um esforço concentrado do movimento ruralista em alterar a legislação ambiental brasileira para torná-la mais permissiva. Houve inclusive rumores de que ele seria destituído de seu posto. Ao retornar de uma reunião internacional de ministros do meio ambiente, na Groenlândia, no início de julho último, o ministro concedeu esta entrevista exclusiva à *Ciência Hoje*. Nela, ele faz um balanço dos seus 13 meses de atuação, citando suas principais conquistas e algumas derrotas. Para Minc, a noção de que o ministério perde a maioria de suas batalhas é errônea. "Não engolimos tantos sapos quanto parece", afirma.

**Fred Furtado**  
*Ciência Hoje*/RJ



### Como o senhor avalia o seu período como ministro até agora?

Nesses 13 meses de atuação, o ministério teve algumas marcas fortes. Primeiro, quero dizer que sou amigo e companheiro da [ex-ministra do meio ambiente e senadora] Marina [Silva] há 25 anos e a apoiei o tempo todo. Só aceitei o cargo após muita insistência do presidente [da República Luís Inácio] Lula [da Silva], porque ela havia saído em definitivo. Por isso, classifico minha gestão de continuidade – cerca de 40% dos meus secretários nacionais são da época dela. Quanto aos resultados que conseguimos, há quatro áreas onde avançamos mais: clima, licenciamento, novas estratégias contra o desmatamento e a aliança entre ecologia e a pequena agricultura. Na área do clima, o Brasil não tinha plano, metas ou o Fundo Amazônia e por isso vivíamos apanhando nos fóruns internacionais, em parte, com razão. Fizemos um esforço brutal para mudar isso e finalmente conseguimos criar o plano que o presidente Lula assinou em 1º de dezembro do ano passado. Ele prevê metas de redução das emissões de carbono, o que é uma novidade, pois até então o governo era contra isso. Assinamos também o Fundo Amazônia em 1º de agosto de 2008 e, graças a ele, já recebemos US\$ 150 milhões da Noruega e 18 milhões de marcos da Alemanha. Como resultado desse esforço, agora somos elogiados internacionalmente. Por exemplo, em dezembro, na Polônia, o secretário-geral da Organização das Nações Unidas [ONU], Ban Ki-Moon, e o [ex-vice-presidente dos Estados Unidos] Al Gore elogiaram pela primeira vez o Brasil. Além disso, reunimos os ministérios do Meio Ambiente, da Ciência e Tecnologia e o Itamaraty para criar uma espécie de Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas [IPCC] no Brasil, que reúne cerca de 300 cientistas.

Em relação à queda do desmatamento, também inovamos. Marina conseguiu uma diminuição excepcional, da ordem de 60%, em três anos sucessivos. No último ano, a área desmatada aumentou um pouco, de 11.500 km<sup>2</sup> para 11.900 km<sup>2</sup>, o que pode indicar que alguns instrumentos tenham se esgotado. Mas agora teremos o menor índice dos últimos 20 anos, com uma área de floresta desmatada inferior aos 10 mil km<sup>2</sup>. Isso é fruto de vários fatores, como o decreto de crimes ambientais que o presidente assinou no fim de julho de 2008 e que permite leiloar os bois e a madeira piratas. Também dobramos o número de operações de fiscalização, passando a trabalhar em entroncamentos rodoviários junto com a Polícia Rodoviária Federal. Criamos a Coordenação Interministerial de Combate aos Crimes Ambientais, com presença do Ministério da Defesa, o que aumentou a integração do Ibama [Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Reno-

váveis] com a Polícia Federal e o Exército. Além disso, desde 1º de julho está em vigor a resolução do Conselho Monetário Nacional [CMN] que dita que quem estiver irregular do ponto de vista ambiental ou fundiário, não ganha um tostão de crédito. Finalmente, fizemos pactos monitorados por organizações não governamentais com o setor produtivo, como o da soja. Pelo acordo, a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais se comprometeu a não comprar soja de área desmatada. Dez meses depois da assinatura, constatamos que ela havia cumprido o acordo com 97% de eficiência. Houve pactos semelhantes com as áreas de madeira e minérios, e com bancos públicos e privados. Só falta fazer com a pecuária, que está fora de controle e hoje é o principal fator de desmatamento. Reforçamos ainda a operação Arco Verde no mês passado, mobilizando o presidente e vários ministérios. Não basta repressão, temos que dar alternativas, como manejo sustentável, agricultura de baixo impacto, piscicultura.

**Teremos o menor desmatamento dos últimos 20 anos, com uma área de floresta desmatada inferior aos 10 mil km<sup>2</sup>**

Em termos de licenciamento, nesse período demos 60% mais licenças do que no anterior, o que não significa menos rigidez – nossos critérios estão mais rigorosos, mesmo porque não é o tempo levado para emitir uma licença que reflete o seu valor. Podem passar três anos para se liberar um licenciamento e ainda assim ele ser frouxo. O que fizemos foi diminuir a burocracia. Com isso reduzimos uma das principais fontes de atrito entre o Meio Ambiente e as outras áreas, mas isso não significa que não brigo com os outros ministros quando tentam atropelar a área ambiental. Na discussão do código ambiental, passamos para a ofensiva, negociando diretamente com a Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura, a Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar e o Movimento dos Pequenos Agricultores, que representam a agricultura familiar no Brasil, algo em torno de 80% a 85% de toda a mão de obra agrícola. Os ruralistas estavam falando em nome deles para criticar as dificuldades da lei ambiental, conseguindo atrair para o seu lado esses agricultores. Como da nossa parte havia uma postura de não negociar, o trabalho dos ruralistas ficava ainda mais fácil. Falando diretamente com esses três grupos, vimos que eles tinham razão quanto a determinados pontos. ▶

**Apesar desses sucessos, a sensação que se tem é que o Ministério do Meio Ambiente é menos poderoso que os outros e, nos embates com eles, tende a sair perdendo.**

O Ministério do Meio Ambiente tem muito menos recursos que os outros, porque não é um ministério executor. Suas incumbências são gerir as unidades de conservação – inclusive, nesse período, foram criados mais 6 milhões de hectares dessas áreas –, fiscalizar, licenciar; não realizamos obras como apoio a aterros sanitários e à recuperação de microbacias. Se você me perguntar se não é preciso mais dinheiro, eu diria que sim, mas também vamos atrás de mais recursos. Só do Fundo Amazônia teremos US\$ 1 bilhão para investir em projetos. Não concordo que o ministério perde todas as quedas de braço. Como falei antes, ganhamos o embate com os governadores sobre a resolução do CMN, a mes-

**Não tinha a ilusão de que conseguiria fazer com que um dia todos os ministérios pensassem com a nossa lógica. Mas não engolimos tantos sapos quanto parece**

ma coisa com o Fundo Amazônia. Além disso, vários ministérios foram contra as metas de redução das emissões, alegando que elas são para os países ricos que poluíram mais. Isso foi uma grande vitória nossa. Outra foi a taxação das usinas térmicas movidas a carvão e óleo para mitigarem suas emissões plantando árvores. Com isso, mudaremos o preço relativo dessa energia e seremos o primeiro país no mundo a ter esse tipo de exigência. Conseguimos ainda que o Ministério da Fazenda reduzisse o Imposto sobre Produtos Industrializados [IPI] para equipamentos de produção de energia eólica, ajudando a torná-la mais simples e barata. Então, creio que na maioria dos embates que tivemos nos saímos bem. Obviamente, não tinha a ilusão de que conseguiria fazer com que um dia todos os ministérios pensassem com a nossa lógica. Mas não engolimos tantos sapos quanto parece.

**Houve um esforço concentrado por parte do movimento ruralista de minar a legislação ambiental. Isso vai continuar?**

Isso está em curso, mas não é uma coisa nova, já ocorre há 15 anos, por meio de mais de 30 projetos no Congresso. Ele se acirrou devido ao nosso decre-

to de crimes ambientais, de julho do ano passado. Embora a legislação sobre meio ambiente existisse, ela não era cumprida e não acontecia nada – era o ‘me engana que eu gosto’. O sujeito entrava na terra, não pagava multa, não assinava carteira e lucrava com isso. Ou seja, o crime ambiental compensava. O decreto regulamentou a lei e criou mecanismos para o seu cumprimento. Agora, podemos chegar ao local durante o processo administrativo, apreender o gado e a madeira ilegais, leiloar e usar o dinheiro para empregar pessoas que trabalhavam, por exemplo, em uma carvoaria ilegal e perderam o emprego com o seu fechamento. Foi por conta disso que aconteceu uma reação mais forte dos ruralistas. Enquanto a legislação não era cumprida, eles não ficavam chateados com ela, mas quando dissemos ‘cumprase’, eles ficaram mais agressivos.

**Embora o presidente tenha vetado o artigo da Medida Provisória 458, que permitia a posse de terras por empresas e a exploração por terceiros, ele manteve o da venda após três anos.**

**Muitos dizem que isso vai agravar o problema da grilagem na Amazônia. Como será a fiscalização do processo de concessão de títulos de propriedade?**

Primeiro, ao contrário do que ficou parecendo, sou uma das pessoas que acredita que a regularização fundiária, no geral, é boa para o meio ambiente. Por quê? Porque existem 300 mil posseiros que estão há anos na Amazônia e não têm o registro. No Pará, ninguém sabe de quem são 90% das terras, cada terreno tem cinco donos, cada cartório tem cinco andares, por trás de cada papel tem um político que arranjou aquele documento para alguém. Então como podemos fiscalizar isso? Sobre quem recai a multa quando há cinco donos do mesmo terreno? Se quisermos ajudar um indivíduo com crédito para reflorestamento, também não temos como saber quem será. Os próprios ambientalistas e cientistas sempre disseram que, sem regularização fundiária, não há política pública na Amazônia. Logo, antes de discutir esse ou aquele artigo, temos que discutir a coisa em si, temos que olhar primeiro a floresta e depois a árvore. Regularizar a situação da terra é uma maneira de reduzir a violência e o desmatamento, pois nos permitirá controlar essa situação. Assim, isso é, fundamentalmente, uma coisa boa. Eu incluí o artigo 15 na MP, que diz que quem ganhar a propriedade e desmatar a terra vai perdê-la. Os ruralistas tentaram tirar esse artigo, mas perderam três votações por 190 a 90. Quero registrar, portanto, que eles não estão com essa bola toda. Eles propuseram o artigo 7, que permitia a posse por empresas e a exploração por terceiros, mas ele foi vetado. É claro que queríamos vetar a venda da propriedade após três anos, mas ela estava incluída em um artigo que também continha

uma coisa boa e não é possível vetar apenas algumas expressões ou parte do artigo. Em suma, os ruralistas tentaram incluir 12 alterações na MP, só emplacaram 3, sendo que as duas mais importantes foram vetadas. Isso foi pouco divulgado, dando a impressão de que a lei não era muito boa e que eles conseguiram pintar e bordar em cima dela. Quanto à fiscalização, acho que deverá haver uma ação grande em primeiro lugar do INCRA [Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária], mas com nossa participação.

**Apesar da crescente importância do meio ambiente nas relações comerciais, não se vê um movimento do governo na direção de exigir que empresas financiadas com dinheiro público ajustem suas cadeias de produção. Existe alguma diretriz quanto a isso?**

Sim, assinamos com seis bancos públicos o Protocolo Verde, que os impede de financiar qualquer atividade que degrade o meio ambiente. Depois, fizemos o mesmo com os bancos privados. Com base nisso, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e

**Os ruralistas tentaram tirar esse artigo, mas perderam três votações por 190 a 90. Quero registrar, portanto, que eles não estão com essa bola toda**

Social [BNDES] está impedido de financiar frigoríficos que comprem gado de fazendas que estão desmatando a Amazônia. Se o BNDES nos consultar sobre uma propriedade e nós mostrarmos que ela está em área desmatada, o frigorífico é corresponsável pelo crime ambiental cometido pelo seu fornecedor – é como se ele fosse o receptor de um carro roubado – e não receberá crédito do banco. Esse acordo vale a partir de 1º de agosto para os novos contratos assinados com o BNDES, mas não será retroativo. ■

## UM MERGULHO NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

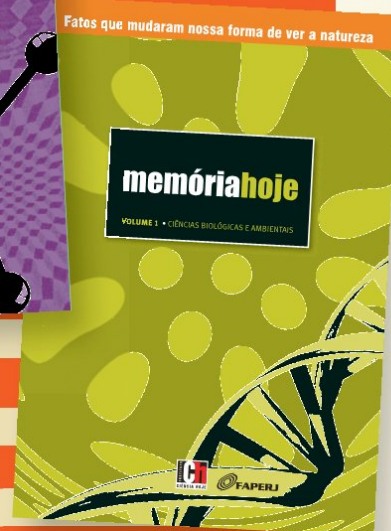
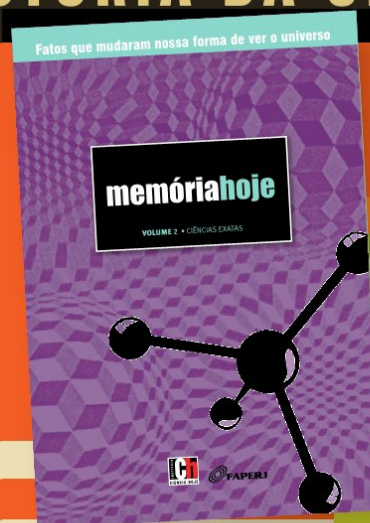
CONHEÇA NESTES 2 VOLUMES  
OS FATOS QUE MUDARAM  
NOSSA FORMA DE VER O  
UNIVERSO E A NATUREZA

DO TELÉGRAFO SEM FIO À INTERNET

DA INVENÇÃO DA PILHA À ERA ESPACIAL

DA ORIGEM DAS ESPÉCIES AO RITMO CARDÍACO

DO GÁS HILARIANTE AO REFLEXO CONDICIONADO



**PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR 0800 727 8999 [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br)**

# Os materiais 'verdes' estão chegando

Físicos experimentais de vários laboratórios no mundo – inclusive no Brasil – vêm dando sua parcela de contribuição para tornar o planeta mais sustentável. Nesses locais, está nascendo uma nova classe de materiais que promete ser ecologicamente correta, ao gastar muito menos energia que aqueles empregados hoje na fabricação de computadores, tocadores de mp3, celulares, entre outros dispositivos eletrônicos que manipulam ou armazenam informação.

Que tal deixar seu computador desligado por meses e, ao ligá-lo, recobrar o trabalho exatamente do ponto em que havia parado? Essa é só uma das proezas prometidas por esses materiais 'verdes'. Apesar de raros, esses compostos já começam a aparecer na literatura especializada. Um deles está em *Nature Materials* (v. 8, n. 7, pp. 558-562, 2009).

Imagine como seria bom se você pudesse desligar seu computador sem ter que fechar nenhum dos programas usados e ainda poder ligá-lo, dias, semanas ou meses depois, e recomeçar exatamente do ponto em que você havia parado. Tudo estaria lá: os mesmos programas funcionando, as mesmas janelas abertas, na mesma posição na tela, e o cursor piscando, no mesmo lugar... Exatamente igual ao momento em que você desligou o computador.

Hoje, soa meio como ficção. Mas isso está se tornando realidade em laboratórios de física do planeta, graças ao desenvolvimento de uma classe especial de materiais cuja utilidade promete ser diretamente proporcional à complicação do nome deles: materiais multiferroicos magnetoelétricos.

Esses materiais respondem à ação tanto de um campo magnético quanto de um campo elétrico, ou seja, combinam eletricidade e magnetismo.

Em geral, materiais que apresentam o fenômeno da magnetoelétricidade são bem raros. Mas um deles – e bem importante – acabou de ser desenvolvido e estudado pela equipe liderada por Yusuke Tokunaga, da Agência de Ciência e Tecnologia do Japão. Seu nome: ferrita de gadolínio ( $GdFeO_3$ ).

As ferritas são materiais cerâmicos, maus condutores de eletricidade (isolantes), derivados dos óxidos de ferro ou outros metais. São muito usadas na fabricação de ímãs permanentes, como os de geladeira.

Para manipular e armazenar informações, nossos computadores, tocadores de música mp3, celulares etc. usam basicamente dois tipos de fenômenos: elétricos e magnéticos. Porém, nos materiais usados para construir tais equipamentos, esses dois fenômenos estão desacoplados. O resultado prático disso é que, nesses apa-



relhos, é preciso usar um tipo de material para manipular a informação e outro para armazená-la.

A manipulação das informações é feita, em geral, por milhões de minúsculos componentes eletrônicos. Entre eles estão os transistores, que, ao responderem à ação sobre eles de um campo elétrico, controlam a passagem e a interrupção da informação (na forma de '1s' e '0s'), que se transforma, de modo absurdamente rápido, em música, movimento de imagens etc. Mas, se a energia fornecida ao equipamento cessa, toda a manipulação acaba, e a informação se perde. É o que ocorre quando 'falta luz', e você não tem um dispositivo de segurança (*no-break*). Por isso, é necessário armazenar as informações mais cruciais. Eis, portanto, a razão de gravarmos nossos arquivos e programas em uma unidade de armazenamento. Aí entram os fenômenos magnéticos.

O armazenamento é feito usando materiais magnéticos, que funcionam como minúsculas agulhas de bússola que podem ser forçadas a apontar em duas direções diferentes, formando outro universo binário de '1s' e '0s'. Toda vez que ligamos um computador, a informação magnética armazenada (por exemplo, no disco rígido) é lida e transferida novamente para os circuitos de manipulação. O processo de leitura é, em geral, muito mais lento que os processos de manipulação. E, cada vez que se desliga o computador ou acaba a energia elétrica, o procedimento deve ser repetido.

Muitas das etapas do processo de manipulação e de gravação da informação são feitas com correntes elétricas, o que implica alto consumo de energia, pois grande parte dela se transforma em calor intenso, ou seja, em energia que não é aproveitada.

Mas o que os materiais multiferroicos magnetoelétricos têm a ver com isso? Resposta: são uma

promessa para revolucionar a forma de manipulação e armazenamento de informação. Com eles, seria possível controlar, simultaneamente, os estados elétricos e magnéticos no mesmo material, com correntes elétricas de intensidade mínima. E isso é sinônimo de diminuição do consumo de energia. Ou seja, é a promessa de um mundo mais sustentável, mais 'verde'.

Mas esses novos materiais são mais do que energeticamente 'limpos'. Com eles, podemos construir dispositivos inteligentes e multifuncionais, permitindo simultaneamente manipular e armazenar informação, ou seja, eles se comportariam como um disco rígido que lê e processa informação ou como um componente eletrônico que a armazena. E daí vem o que foi dito na abertura deste comentário: a possibilidade de retomar na tela do computador um trabalho, meses depois, no ponto em que se havia parado.

Como dissemos, são raros os materiais que exibem comportamento magnetoelétrico significativamente intenso, ainda mais à temperatura ambiente – o autor deste comentário estuda um deles, a ferrita de bismuto. Segundo o artigo na *Nature Materials*, a ferrita de gadolínio é um material-chave para o entendimento de toda a classe de materiais multiferroicos magnetoelétricos.

Talvez, em poucos anos, o leitor poderá desligar seu computador, sair de férias e, ao voltar, retomar o trabalho justamente no ponto em que havia parado. Ou, se houver uma queda inesperada de energia, recuperar tudo que estava na tela. Se isso se tornar realidade, valerá lembrar que essas inovações ocorreram nos laboratórios de física experimental do mundo – inclusive no Brasil.

**João Paulo Sinnecker**  
Centro Brasileiro  
de Pesquisas Físicas (R)

## ZOOLOGIA

### FÊMEAS PROMÍSCUAS DESAFIAM TEORIA

Se você, leitor, se sente um macho de baixa qualidade genética e, por vezes, se ressentido de não ser, digamos, um Brad Pitt ou um Denzel Washington, então há um resultado científico que irá elevar sua autoestima. Talvez você seja melhor reprodutor que os bonitões do cinema e da tevê.

Começemos essa história com uma pergunta. Por que fêmeas de vários animais cruzam, na época do acasalamento, com muitos machos, apesar de isso envolver custo de tempo e energia, bem como a possibilidade de transmissão de doenças? Hipótese: isso ajuda a produzir proles de melhor qualidade genética, porque o esperma que fertiliza os óvulos viria dos machos com o melhor conjunto de genes.

Acredita-se que há dois mecanismos nessa seleção: i) os espermas competem entre si (na linha 'que vença o melhor') ou ii) a própria fêmea, por algum mecanismo desconhecido, daria acesso preferencial ao óvulo ao melhor candidato (algo como VIPs primeiro).

Tudo o que foi dito nos dois parágrafos anteriores parece ser um equívoco. Pelo menos, para o caruncho (*Callosobruchus maculatus*), também conhecido como gorgulho-do-feijão, entre outros nomes populares.

Para testar a hipótese, Trine Bilde, da Universidade de Aarhus (Dinamarca), e colegas estudaram fêmeas que cruzavam, apenas uma vez, com um macho de boa qualidade genética e outro de baixa qualidade. Para a surpresa dos pesquisadores, os machos do segundo grupo produziram mais filhotes.

Como explicar que machos de qualidade genética inferior obtenham mais sucesso na fertilização dos ovos? Para Bilde e seus colegas, uma possível resposta: genes que são bons para os machos podem, por vezes, serem ruins para as parceiras. Portanto, haveria um conflito genético entre os parceiros.

Assim, pelos menos entre os carunchos, o múltiplo acasalamento não "premia as fêmeas com benefícios genéticos", escrevem os autores.

*Science* 26/06/09

**Macho (esquerda)  
e fêmea do caruncho  
em posição  
de acasalamento**



**MEDICINA** Droga usada em transplantes prolongou a vida de animais de laboratório

## PÍLULA DA LONGA VIDA

Antes de prosseguir neste ‘Destaque’, recomendamos a leitura do ‘Em Foco’ deste mês (p. 14).

Se você, leitor, acha que cortar 1/3 das calorias de suas refeições para o resto da vida não é lá a prática mais agradável do mundo – mesmo que isso prolongue sua vida –, então talvez fique contente em saber que há chances de alguns miligramas de uma droga já conhecida aumentar em até 14% a expectativa de vida.

Até agora, parece ser o mais perto que a medicina chegou do ‘elixir’ da longa vida. A droga, no caso, é a rapamicina, usada em transplantados – ela diminui a ação do sistema imune, para evitar que este ‘veja’ o novo órgão ou tecido como corpos estranhos e os ataque, levando à rejeição.

Agora, vem aquela parte meio decepcionante: o experimento foi feito

com 2 mil camundongos, em três centros de pesquisa dos Estados Unidos, paralelamente. Os animais receberam o medicamento misturado à comida.

Por um acidente fortuito – os pesquisadores só conseguiram começar a alimentar os roedores quando estes estavam com 20 meses de idade, o equivalente a cerca de 60 anos humanos –, percebeu-se que a rapamicina prolongou a vida dos animais idosos (em média, um camundongo vive cerca de dois anos).

### Imitando efeitos

É possível que a droga esteja imitando os efeitos da restrição calórica – daí a sugestão inicial desta nota. Porém, ocorreu sem a perda de peso característica da dieta controlada, que sempre dá melhores resultados quando iniciada em animais jovens.

Um dos empecilhos para a tradução dos resultados para humanos é que as doses de rapamicina teriam que ser muito altas (transplantados tomam de 2 a 5 mg/dia). Um humano de 70 kg, para simular as doses dadas aos roedores, teria que ingerir cerca de 160 mg/dia.

Não se sabe se a molécula da rapamicina poderia ser alterada de modo a manter os efeitos antienvelhecimento e perder a ação supressora do sistema imune. A rapamicina é um produto bacteriano originalmente achado em amostras de solo da ilha de Páscoa, cujo nome nativo é Rapa Nui (daí o nome da droga).

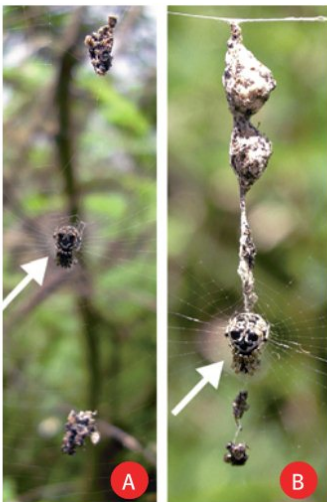
Então, resta, por enquanto, uma só alternativa: fechar a boca, como convida a nota do ‘Em Foco’.

*Nature*, 08/07/09 on-line

## ZOOLOGIA

### CÓPIA DE SI MESMA

Isclas da *C. mulmeinensis* formadas por restos de presas (A) e por bolsas de ovos (B). As aranhas estão indicadas pelas setas



Uma aranha pode ser dita mestra no disfarce: ela produz ‘cópias’ de si mesma para distrair a atenção dos predadores. É a primeira vez que esse tipo de comportamento é visto na natureza. E a observação ajuda a responder a uma pergunta secular.

As aranhas do gênero *Cyclosa* produzem uma réplica do próprio corpo, com o mesmo tamanho, forma e aparência. A figura ao lado mostra a estratégia da *Cyclosa mulmeinensis*.

Os autores do estudo, Ling Tseng e I-Min Tso, da Universidade de Tunghai (Taiwan), mostraram que, em teias em que não há cópias (ou iscas), os predadores (no caso, vespas), em todos os ataques, foram diretamente sobre a aranha. Mas, no caso das teias com duas ou mais iscas, a maioria dos ataques foi na ‘cópia’. Mais especificamente: dos 22 ataques contra essas teias, 17 deles foram contra a isca.

Teias com uma ou nenhuma isca sofreram metade dos ataques que as com duas ou mais iscas, no mesmo período de oito horas, mas no primeiro caso o percentual de acertos dos ataques foi

maior. Ou seja, as cópias, apesar de chamarem a atenção dos predadores, são uma estratégia vantajosa para as aranhas.

As iscas podem ser feitas de detritos, restos de plantas e de presas. Fêmeas adultas também usam suas bolsas de ovos, construídas para parecer com o corpo da aranha. Em geral, as cópias são posicionadas acima e abaixo do centro da teia, onde a aranha costuma ficar. Os autores também observaram que as cópias refletem luz do mesmo modo que o corpo da aranha.

Esses resultados ajudam a entender uma pergunta que há cerca de 100 anos vem perambulando sem resposta entre os biólogos: por que certas espécies de aranhas decoram suas teias? A resposta parece não ser única. Segundo Tso, isso parece ocorrer por motivos diferentes, sendo a distração dos predadores só um deles. Suspeita-se também que as decorações sirvam como sinal de alerta para os predadores ou atração para as presas, bem como reforço da estrutura da teia.

*Animal Behaviour*, 28/06/09 on-line

## FÍSICO-QUÍMICA

**'BLOCOS DA VIDA' EM TITÃ**

Cerca de 50 anos depois de um experimento clássico que simulou a atmosfera primitiva da Terra para testar hipóteses sobre a origem da vida, um grupo de pesquisadores brasileiros realizou algo semelhante. Mas, dessa vez, para o maior satélite de Saturno, a lua Titã.

No experimento de 1952, os químicos norte-americanos Stanley Miller (1930-2007) e Harold Urey (1893-1981) mostraram que, a partir de moléculas simples (água, amônia, hidrogênio, metano etc.), é possível obter compostos mais complexos, como os 'tijolos' que formam as proteínas (aminoácidos) e o material genético presente nos seres vivos.

Agora, em um experimento inédito, uma equipe de brasileiros liderada por Sérgio Pilling, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), fez algo similar para a lua congelada de Titã. Dentro de uma câmara de aço inox, evacuada previamente, foram simulados os efeitos de raios X de uma faixa específica (dita 'mole') sobre o particulado em suspensão (aerossol) possivelmente presente na atmosfera densa de Titã, formada basicamente por nitrogênio, metano e traços de compostos orgânicos simples. Os experimentos utilizaram cerca de 73 horas de feixe contínuo de raios X, produzidos por elétrons muito energéticos (relativísticos) acelerados no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), localizado em Campinas



Imagem da lua Titã construída com fotografias obtidas pela sonda Cassini em 2006

(SP). Essas horas de exposição equivalem a cerca de 70 milhões de anos de irradiação solar em Titã.

Com técnicas sofisticadas de análise (cromatografia e ressonância magnética nuclear), o autor e colegas da Universidade Estadual de Campinas mostraram que, entre os muitos compostos orgânicos produzidos pela irradiação, foram encontradas moléculas de adenina, um dos blocos básicos (bases) que formam a molécula de DNA (material genético). Esses resultados (<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/1p902824v>) confirmam que a superfície de Titã pode conter compostos orgânicos complexos, como aminoácidos e bases de DNA. Moléculas como essas, na Terra primitiva, encontraram um lugar, com água líquida, que permitiu o florescimento da vida (como a conhecemos).

*The Journal of Physical Chemistry*, 17/06/09 on-line

## BIOQUÍMICA

**VINAGRE NA GORDURA**

A sabedoria dos antigos já prescrevia: vinagre é bom para a saúde. A pesquisa moderna já atestou que o tempero tem ação no controle da pressão arterial e nos níveis de açúcar no sangue. Agora, mais uma linha no currículo dessa substância: ela previne o acúmulo de gordura no corpo.

O principal componente do vinagre é o ácido acético. Para testar sua ação contra as gorduras, Tomoo Kondo, do Instituto Central de Pesquisa (Japão), alimentou dois grupos de camundongos com comida muito gordurosa. Para um deles, porém, acrescentou o ácido acético. Nesse grupo, os roedores acumularam cerca de 10% menos gordura corporal, em relação ao outro grupo.

Há evidências de que o ácido acético aciona genes para a fabricação de enzimas que, por sua vez, ajudam a 'quebrar' as moléculas de gordura, evitando que elas se acumulem no organismo.

*Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 08/07/09

**SINTONIA FINA**

**Esta veio** do Serviço de Imprensa de Londres, em reportagem assinada por Ray Cooling, gentilmente cedida a esta coluna pelo Consulado Geral Britânico do Rio de Janeiro. E o leitor que gosta de escutar música ou é músico vai certamente achar a ideia sensacional. Uma empresa formada por engenheiros da Universidade de Warwick (Reino Unido) inventou um altofalante flexível, leve e com espessura de... 0,25 mm! E melhor: será barato. Melhor ainda: com som direcional e de melhor qualidade que a dos altofalantes normais (nas palavras dos inventores). A leveza e espessura permitem que ele seja pendurado na parede como quadro e até que seja pintado. A flexibilidade faz com que possa ser instalado sobre praticamente qualquer superfície: curva, ondulada etc. Já se pensa em usá-lo em carros, painéis de propaganda, estações de metrô e trem, aeroportos... Várias empresas já estão interessadas na tecnologia. A reportagem não dá muitos detalhes sobre como e de que é feito o invento. Diz apenas que são empregados materiais condutores e isolantes (bem vago) e que a placa vibra como um todo para produzir som (altofalantes convencionais também vibram). No final deste ano, os primeiros desses equipamentos, batizados FFL (sigla, em inglês, para altofalante flexível e plano), devem chegar ao mercado. Mais detalhes (em inglês): <http://www.warwickaudiotech.com>.

FOTO WARWICK AUDIO TECHNOLOGIES

Um dos engenheiros da empresa segura um altofalante plano





EM FOCO

**FECHE A BOCA E VIVA MAIS** • Quer viver mais? Então, coma menos calorias. Essa foi a conclusão de uma pesquisa que durou 10 anos e estabeleceu essa relação para primatas. Os autores defendem que os resultados podem ser aplicados a humanos.

Veja as fotos acima. Os dois são macacos rhesus. O da esquerda parece bem mais jovial que o outro, não? Note seu abdômen e depois o compare com o do seu companheiro. O primeiro parece mais 'enxuto', esguio; o segundo tem gordurinhas sobrando. Confronte os olhares. Canto (à esquerda), 27 anos, fez redução de calorias; Owen, 29 anos, comeu bastante. Certo, pode ser uma avaliação subjetiva, até porque a idade de ambos não é a mesma, e o comilão é mais velho. Então, aos fatos.

No grupo submetido a uma redução de 30% na quantidade de calorias ingeridas, de 1989 até este ano, morreram 13% dos

animais por causas relacionadas ao envelhecimento (diabetes, problemas cardíacos e atrofia cerebral). No grupo 'coma à vontade', esse percentual foi de 37%. Em outras palavras, a taxa de mortalidade entre os comilões foi cerca de três vezes maior. Os autores sugerem que esses benefícios podem valer também para humanos, dada a semelhança genética entre as espécies.

Um macaco rhesus vive, em média, 27 anos em cativeiro. O experimento foi feito por pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisas com Primatas de Wisconsin (Estados Unidos). Já se sabe que a redução calórica leva à longevidade em leveduras, vermes, moscas e roedores.

*Science*, 10/07/09

JEFF MILLER / UNIVERSITY OF WISCONSIN - MADISON UNIVERSITY COMMUNICATIONS



## MEDICINA

**A VOLTA DO CÂNCER DE MAMA**

Mistério: depois de um câncer de mama, a maioria dos casos de reincidência da doença ocorre nos ossos. Por quê? Estudo mostra uma possível resposta.

A equipe de Joan Massague, do Centro Memorial Sloan-Kettering para o Câncer (Estados Unidos), depois de examinar cerca de 600 tumores, mostrou que a sobrevivência das células doentes na medula óssea deve-se a uma enzima (tipo de proteína) de nome Src, que aumenta a resistência das células cancerosas a mecanismos que as levariam à morte na medula invadida.

A parte boa (e mais prática) da descoberta é que já existem várias drogas que inibem a atividade da Src e que poderiam ser testadas para ver se evitam a reincidência da doença.

*Cell Cancer*, julho de 2009

## MEDICINA

**ANSIOSOS, ACALMAI-VOS**

Atenção, portadores de transtornos de ansiedade: vem aí uma nova droga com efeito imediato e que não tem os efeitos colaterais dos medicamentos em uso hoje, como os benzodiazepínicos, que causam sedação e sintomas de dependência (alguns antidepressivos têm ação contra a ansiedade, mas demoram semanas para fazer efeito).

A XBD 173 é rápida. E já foi testada com sucesso em ratos e humanos. Sem efeitos colaterais, nos dois casos. Agora, é esperar (mas não com esperança ilimitada) que ela se torne um medicamento comercial.

*Science*, 18/06/09 on-line

## MEDICINA

**CAFÉ E ALZHEIMER**

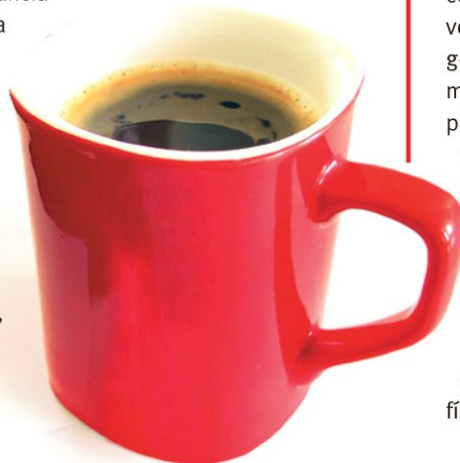
Há momentos em que o mundo é justo e perfeito: café parece não só tratar, mas também prevenir Alzheimer, doença marcada pela perda de memória (Pausa: uma pesquisadora da área consultada por esta coluna disse que justiça mesmo seria se o chocolate fizesse o mesmo). Preferências alimentares à parte, o fato é que essa relação ficou demonstrada em dois trabalhos recentes.

Duas equipes, com membros em comum, já haviam mostrado que doses relativamente baixas de cafeína (algo como cinco xícaras por dia em humanos) protegiam contra problemas cognitivos ligados à doença de Alzheimer, mais comum em idosos.

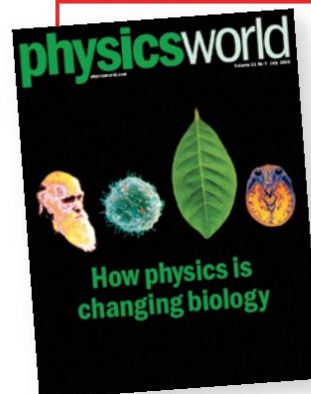
Agora, os pesquisadores testaram a ação da substância em camundongos modificados geneticamente para apresentar os sintomas da doença. A cafeína foi adicionada à água de roedores com idade entre 18 e 19 meses, ou seja, já idosos (a vida média de um camundongo é de dois anos). Ao final de quatro a cinco semanas, os animais que consumiram a substância mostraram muita superioridade no quesito memória em relação aos que beberam só água. Melhor: a cafeína reduziu substancialmente (em até 40%), no cérebro, as placas de proteína beta-amiloide, possíveis causas da doença.

*Journal of Alzheimer's Disease*,

v. 17, n. 3, pp. 661-680 e pp. 681-687



## SINTONIA FINA

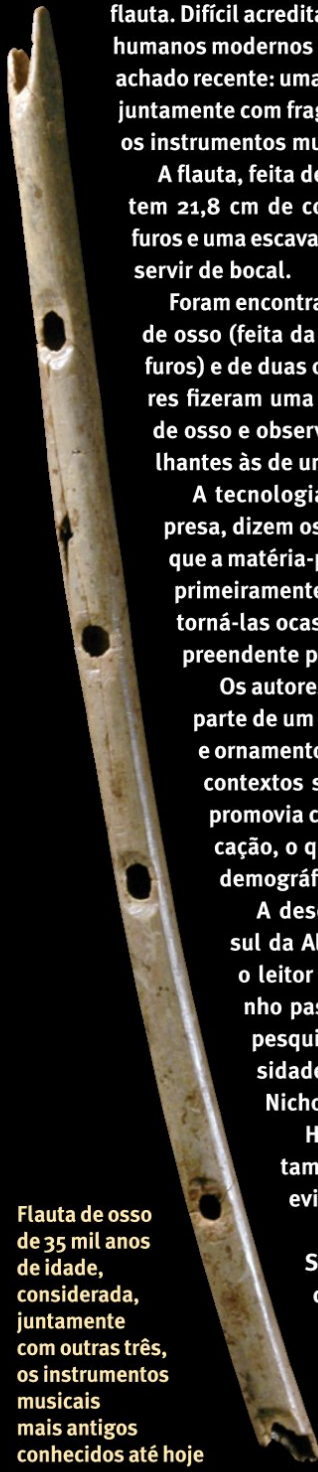


Capa da edição da revista *Physics World* sobre como a física está mudando a biologia

A merecidamente renomada revista *Physics World* está oferecendo um número de graça. É só entrar na página (<http://physicsworld.com>), se registrar e baixar o pdf (atenção: 10,97 MB). Bem, o volume 22, nº 7 (julho) não é uma edição qualquer. Com o título 'Como a física está mudando a biologia', ela discute a influência da primeira sobre a segunda (e, em menor intensidade, vice-versa). Como a tendência hoje é mesmo um enfoque multidisciplinar para tentar entender os fenômenos biológicos – entre eles, a vida – fica aqui a (forte) sugestão para estudantes de física e biologia – e para os de outras áreas, pois cultura geral nunca fez mal a ninguém. Por falar em origem da vida, um dos destaques da edição é 'Vida quântica', do físico inglês (e grande divulgador da ciência) Paul Davies. Ele inicia falando sobre a pretensão que tomou conta dos físicos nas décadas de 1940 e 1950 ao suporem que a mecânica quântica, que trata dos fenômenos moleculares, atômicos e subatômicos, iria, cedo ou tarde (mais para cedo, na verdade), explicar a vida e sua origem – afinal, se essa teoria extremamente bem-sucedida podia explicar a matéria sem vida, seria apenas uma questão de tempo que ela explicasse a vida. Bem, não aconteceu (e, talvez, nem aconteça, empregando-se só uma teoria física). Outros temas da edição, escritos igualmente por pesquisadores de primeira linha são: o legado de Darwin e como a física pode inspirar a biologia.

PALEONTOLOGIA

**FLAUTA PALEOLÍTICA**



Flauta de osso de 35 mil anos de idade, considerada, juntamente com outras três, os instrumentos musicais mais antigos conhecidos até hoje

Transporte-se para 35 mil anos atrás. Europa. Vislumbre um grupo de pessoas, à noite, ao lado de uma fogueira, comendo um animal abatido, entretido por uma dança ao som de uma flauta. Difícil acreditar que a música fizesse parte da vida dos humanos modernos há tanto tempo. Mas a prova está em um achado recente: uma flauta em ótimo estado de conservação, juntamente com fragmentos de outras três, já considerados os instrumentos musicais mais antigos conhecidos.

A flauta, feita de osso de abutre-fouveiro (*Gyps fulvus*), tem 21,8 cm de comprimento, 8 mm de diâmetro, cinco furos e uma escavação em forma de 'V', provavelmente para servir de bocal.

Foram encontrados também fragmentos de outra flauta de osso (feita da asa de um cisne, mas com apenas três furos) e de duas outras, de marfim. Curiosidade: os autores fizeram uma réplica de madeira desta última flauta de osso e observaram que ela emite tonalidades semelhantes às de um instrumento moderno.

A tecnologia para se escavar uma flauta em uma presa, dizem os autores, é bem mais complicada, dado que a matéria-prima é curva. Assim, o artesão teria que primeiramente produzir duas metades de um cilindro, torná-las ocas, fazer os furos e depois 'colá-las'. Surpreendente para sociedades do Paleolítico superior.

Os autores acreditam que os instrumentos faziam parte de um contexto cultural que envolvia estátuas e ornamentos pessoais, e eram tocados em diversos contextos sociais e culturais. Para eles, a música promovia coesão social e novas formas de comunicação, o que, indiretamente, ajudou na expansão demográfica dos humanos modernos.

A descoberta foi feita na mesma região, no sul da Alemanha, onde foi achada a Vênus que o leitor viu aqui nesta coluna na edição de junho passado ('Vênus volumosa'). A equipe de pesquisadores é também a mesma, da Universidade de Tübingen (Alemanha), liderada por Nicholas Conard.

Há quem defenda que os *Neanderthais* também produziam música. Porém, não há evidências.

Serviço: quem estiver passando por Stuttgart (Alemanha), de 18 de setembro deste ano até 10 de janeiro do ano que vem, poderá conhecer as flautas, que serão parte da exposição 'Arte e Cultura da Era do Gelo'.

*Nature*, 24/06/09 on-line

**LEIA NA CH ON-LINE**

**PSICOLOGIA > Bilinguismo infantil: bom ou ruim?** > Estudo avalia consequências do aprendizado de mais de uma língua durante a infância

→ <http://cienciahoje.uol.com.br/147171>

**GENÉTICA > Causa genética para disfunção cardíaca** > Mutações em gene afetam funcionamento de proteína responsável por contrair músculo do coração

→ <http://cienciahoje.uol.com.br/147831>

**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA > Sem lugar para o criacionismo** > Discussão sobre cobertura do tema pela imprensa reúne biólogo e repórter envolvidos em imbróglgio

→ <http://cienciahoje.uol.com.br/148270>

**MEDICINA E SAÚDE > Será que ela veio para ficar?** > Estudos apontam que vírus da gripe A pode se disseminar tanto quanto o tipo comum da doença

→ <http://cienciahoje.uol.com.br/148429>

**GENÉTICA > A química do amor** > Pesquisa estuda mecanismo genético de atração entre casais na espécie humana

→ <http://cienciahoje.uol.com.br/148650>

**E MUITO MAIS EM**  
[www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br)

**Cássio Leite Vieira**  
*Ciência Hoje/RJ*

FONTES: SCIENCE, NATURE, NATURE MEDICINE, NATURE BIOTECHNOLOGY, NATURE GENETICS, NATURE IMMUNOLOGY, NATURE NEUROSCIENCE, NATURE NEWS, NATURE MATERIALS, GENE THERAPY, PHYSICS NEW UPDATE (THE AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS), PHYSICAL REVIEW FOCUS (AMERICAN PHYSICAL SOCIETY), PHYSICS WEB SUMMARIES (INSTITUTE OF PHYSICS), PHYSICAL REVIEW LETTERS, SCIENTIFIC AMERICAN, PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION, EUREKALERT EXPRESS, THE PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, BBC SCIENCE/NATURE, NEW SCIENTIST, NANOTECHWEB NEWS ALERT, FOLHA DE S. PAULO, AGÊNCIA FAPESP, CELL PRESS, CHANDRA DIGEST, ASTROPHYSICAL JOURNALS, GRAVITY PROBE B UPDATE, INTERACTIONS NEWS WIRE, MEDICAL NEWS TODAY, ALPHAGALILEU, ROYAL SOCIETY LATEST UPDATE, SCIDEV.NET, UNIVERSO FÍSICO, SCIDEV.NET WEEKLY UPDATE, PICKED UP FOR YOU (H. WACHSMUTH / CERN), THE SCIENTIST DAILY, EPFL NEWS E ACS PRESS PAC

FOTO DE H. JENSEN / UNIVERSIDADE DE TÜBINGEN

# O mundo sem RNA

**Franklin Rumjanek**

Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro  
franklin@bioqmed.ufrj.br



A pergunta ‘quem nasceu primeiro, o ovo ou a galinha’ não é tão interessante quanto esta: o que surgiu antes, as proteínas ou os ácidos nucleicos (DNA e RNA)? Para a primeira, já há uma resposta. Para a segunda, não. Os advogados do mundo do ácido ribonucleico (RNA) alegam que este deu o ‘chute inicial’, por ser uma molécula muito versátil. Além de armazenar informação genética, o RNA exhibe, em algumas espécies, atividade enzimática, função que em geral cabe às proteínas. O RNA com esse papel duplo foi chamado de ribozima, em 1982, pelo bioquímico norte-americano Thomas Cech, que descobriu essa propriedade.

Há, porém, alguns problemas com a hipótese do mundo do RNA. O primeiro é que a atividade enzimática da ribozima está associada à sua ação como transportador da informação genética, isto é, essa propriedade já seria uma especialização funcional, um ‘acessório’ integrado ao sistema de transcrição da informação genética contida no DNA. Ao que consta, a ribozima faria só isso. Essa propriedade é diferente da mostrada pelas enzimas proteicas, que promovem a catálise de modo melhor e mais variado. O segundo problema é que não há ribozimas nos organismos procaríotos (sem núcleo), que antecederam os eucariotos e viviam muito bem (e ainda vivem) com seu RNA sem atividade enzimática. O terceiro problema diz respeito à síntese do RNA em um cenário primitivo. Mesmo com os recursos dos laboratórios atuais, a síntese do RNA não é tarefa trivial, pois exige condições muito especiais.

Entretanto, recentemente, um grupo de pesquisa da Inglaterra propôs uma estratégia de síntese de RNA que poderia ocorrer no cenário da Terra primitiva, usando como substâncias precursoras o glicolaldeído e o gliceraldeído. Os pesquisadores conseguiram produzir os ribonucleotídeos (compostos que, unidos em longa cadeia, constituem o RNA) com boa eficiência. Mesmo assim, concluíram que, para tornar possível a síntese do RNA, seria necessário que a Terra primitiva tivesse fontes de glicolaldeído e de gliceraldeído, o que não ajuda muito a causa da primazia do RNA.

Sidney Fox (1912-1998), outro bioquímico dos Estados Unidos, realizou em 1965 experimentos em que

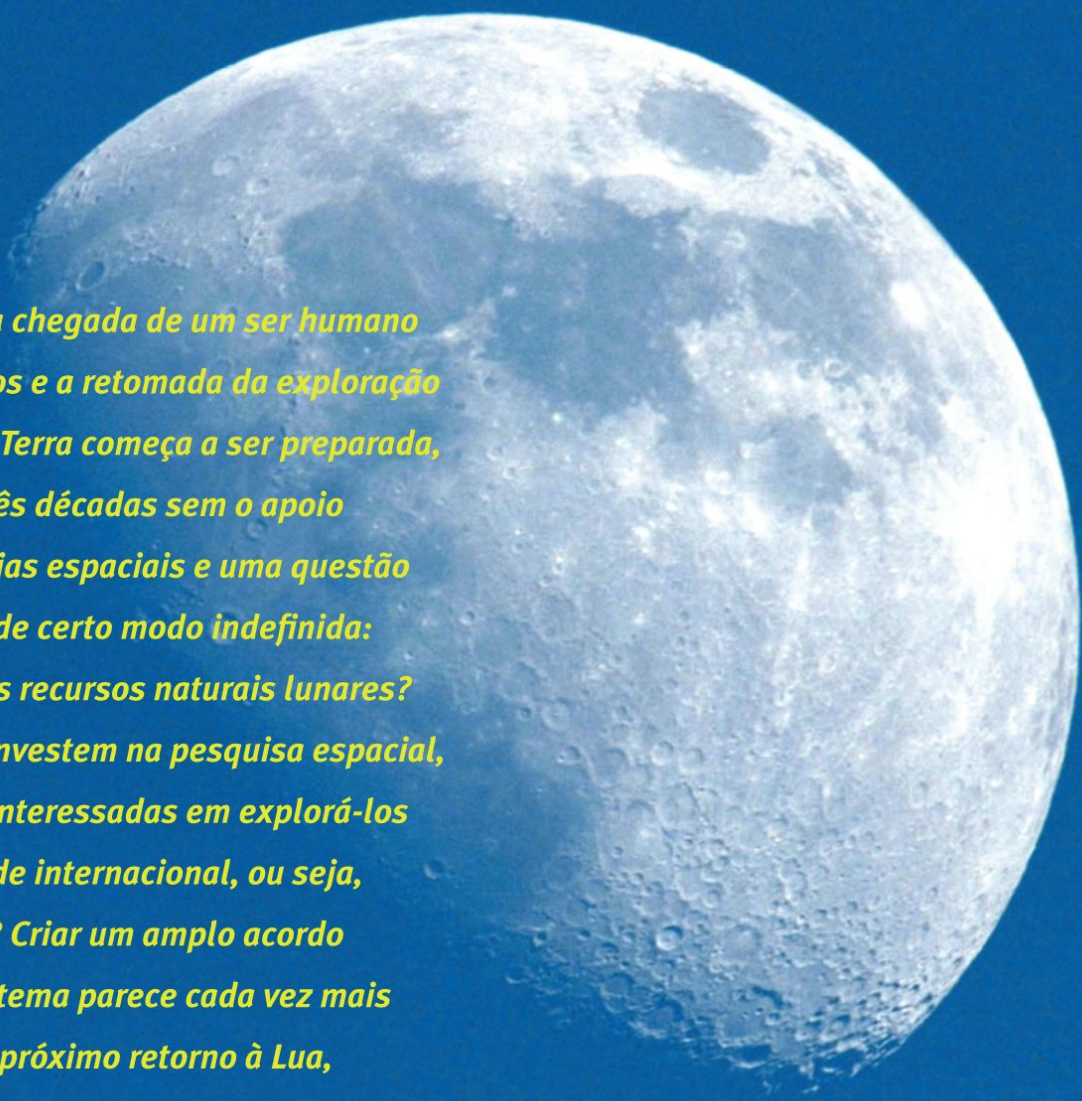
aminoácidos, aquecidos a temperaturas entre 150°C e 200°C, produziram proteínoides (semelhantes às proteínas modernas) que não só formam compartimentos, as microesferas, como exibem propriedades catalíticas variadas. É mais fácil então escolher, pelo princípio da parcimônia, o modelo mais simples: os proteínoides se formaram por aquecimento, em fontes termais que continham aminoácidos já existentes na crosta terrestre. Aminoácidos, como já comentado na coluna (ver ‘Entrega em domicílio’, na CH 220), provavelmente chegaram à Terra de carona em objetos como asteroides e cometas. Admitindo que os proteínoides precederam os ácidos nucleicos, é possível propor que os primeiros, em algum momento, catalisaram a formação de nucleotídeos e, mais tarde, dos polímeros RNA e DNA.

Cabe, agora, a pergunta: é possível a vida sem DNA e RNA? Basta olharmos para as hemácias: essas células sem núcleo e sem ácidos nucleicos vivem por cerca de 120 dias no sangue humano, mantendo eficientemente várias reações metabólicas e transportando gases para lá e para cá. É verdade que as hemácias são programadas para morrer, mas, enquanto estão ativas, exibem as características de células vivas, exceto o crescimento e a reprodução. Seriam assim os protobiontes, formados por um conjunto de proteínas primitivas, compondo um metabolismo rudimentar? E somente mais tarde teriam catalisado a formação de moléculas semelhantes ao DNA moderno?

Só conseguiremos as respostas quando determinarmos em que momento os ácidos nucleicos foram ‘inventados’ e adotados pelas células. Infelizmente, não existem fósseis de polímeros, que permitam tal análise, mas talvez se possa especular sobre quando isso aconteceu. Quem sabe se, calculando a correlação entre a antiguidade de certas espécies e o tamanho de seus genomas, seria possível, em um gráfico, gerar uma curva cuja interseção com o eixo das idades dos organismos revelasse quando o DNA surgiu e se existiram na Terra organismos sem ele? ■

O que surgiu antes, as proteínas ou os ácidos nucleicos (DNA e RNA)?

# De quem



*No momento em que a chegada de um ser humano à Lua completa 40 anos e a retomada da exploração do satélite natural da Terra começa a ser preparada, o Acordo da Lua faz três décadas sem o apoio das chamadas potências espaciais e uma questão relevante permanece de certo modo indefinida: a quem pertencerão os recursos naturais lunares? Aos países que mais investem na pesquisa espacial, a empresas privadas interessadas em explorá-los ou a toda a comunidade internacional, ou seja, a toda a humanidade? Criar um amplo acordo internacional sobre o tema parece cada vez mais necessário, diante do próximo retorno à Lua, dessa vez para explorá-la. Mas ainda não há consenso a respeito.*

**José Monserrat Filho**

*Instituto Internacional de Direito Espacial,  
Academia Internacional de Astronáutica,  
Associação Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial  
e Assessoria de Assuntos Internacionais  
(Ministério da Ciência e Tecnologia)*

# será a Lua?

**“O MAIS SIGNIFICATIVO NA VIAGEM À LUA NÃO FOI O HOMEM TER PISADO O SOLO LUNAR, MAS TER POSTO OS OLHOS NA TERRA”**

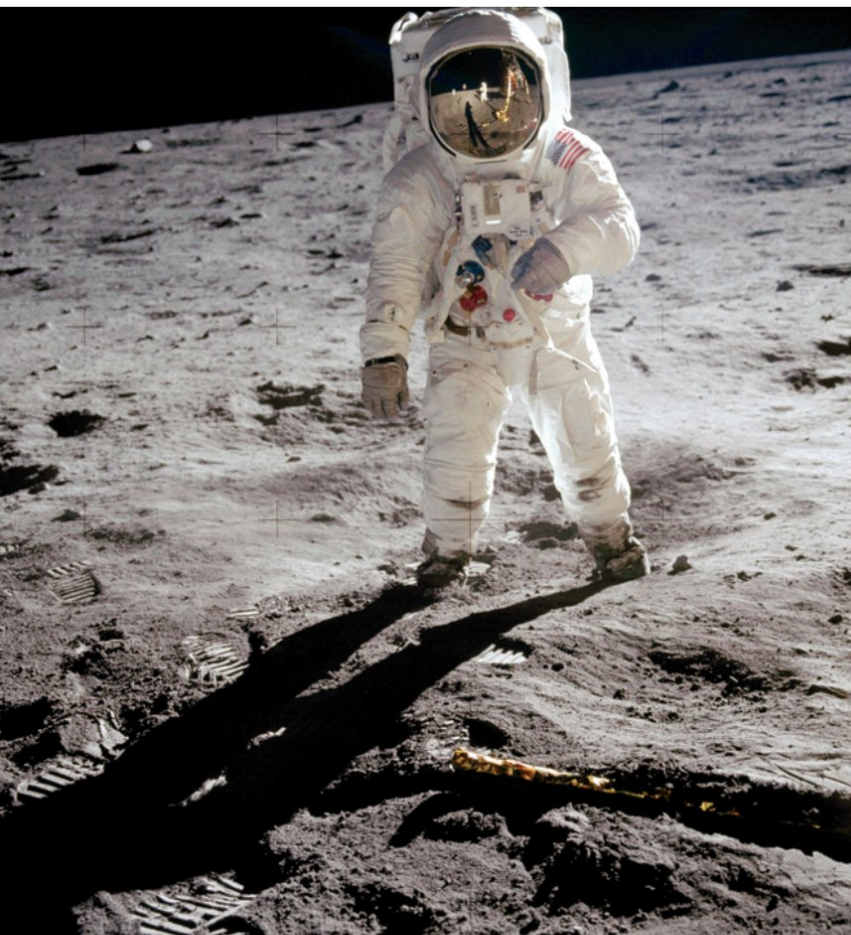
NORMAN COUSINS (1915-1990), ESCRITOR E POLÍTICO NORTE-AMERICANO

**“Todos eles estão errados, a lua é dos namorados”**, proclamava a marchinha de Armando Cavalcanti, Klécio Caldas e Gustavo Tomás Filho (Brasinha), sucesso do carnaval de 1961. Era fevereiro, claro. E ainda não se iniciara a corrida americano-soviética para ver quem chegaria primeiro ao satélite natural da Terra. Só em 25 de maio daquele ano, John F. Kennedy (1917-1963), o presidente dos Estados Unidos, anunciaria o projeto de enviar um homem à Lua ainda naquela década e trazê-lo de volta à Terra são e salvo.

Romantismo e inocência à parte, a letra da marchinha antecipava uma questão depois legalmente resolvida no essencial, mas ainda hoje polêmica: a quem pode pertencer a Lua? Considerando o lado prático do tema da propriedade: a quem podem pertencer os recursos naturais da Lua? Quem terá

o direito de explorá-los? E mais, diante das exigências atuais de sustentabilidade: como eles poderão ser explorados, já que é inaceitável repetir na Lua a forma como a Terra foi explorada?

O problema, hoje, não é lírico, nem lunático. É real. A agência espacial norte-americana (Nasa, na sigla em inglês) anunciou, em 29 de dezembro de 2008, que a sonda Chandrayaan 1, lançada pela Índia em 22 de outubro de 2008 para mapear a distribuição mineral e química da superfície da Lua, já identificou minerais derivados do ferro, entre eles o piroxeno. O equipamento detector, de alta resolução espacial e espectral, é o Moon Mineralogy Mapper (M3), produzido pela Nasa. Sua presença na sonda indiana bem reflete o interesse norte-americano por tal pesquisa. ▶



Fotografia de Edwin Aldrin na Lua tirada por Neil Armstrong que aparece, juntamente com o módulo lunar, refletido no visor do capacete

Além disso, a própria Nasa já tem o plano de construção de uma base lunar em 2020, e o projeto de um novo veículo de exploração lunar, o Small Pressurized Rover (Pequeno Jipe Pressurizado), ou SPR, um grande avanço em relação aos veículos usados pelos astronautas das missões Apollo, que pisaram na Lua entre 1969 e 1972. Sem falar no desenvolvimento tecnológico de um motor de novíssima geração já aprovado em seu terceiro teste, destinado a garantir, com alto grau de segurança, a ida e a volta de astronautas à Lua, como a Nasa informou em 15 de janeiro último. E os Estados Unidos também lançaram, em junho, duas novas sondas (uma orbital e uma de superfície) para estudar locais adequados para a instalação de uma futura base de pesquisa na Lua e buscar fontes de água no solo.

Os preparativos da volta à Lua, portanto, avançam. Há riquezas à vista. Estima-se encontrar enorme quantidade de hélio 3, gás que, combinado com o deutério, um isótopo de hidrogênio, poderia gerar energia em larga escala, por meio do processo de fusão nuclear. Há, portanto, razões econômicas suficientes para retornar à Lua e construir bases permanentes, a fim de explorar seus recursos naturais.

## A EXPLORAÇÃO DA LUA

Ressurge, então, a pergunta: como será regulamentada a exploração dos recursos lunares? Hoje, dois acordos internacionais tratam do tema, um geral e outro particular.

O geral é o Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades Espaciais dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive da Lua e demais Corpos Celestes, chamado de ‘Tratado do Espaço’ e tido como o código maior das atividades espaciais. Datado de 1967, foi ratificado por 98 países e assinado por 27 (até fevereiro de 2008) – só com a ratificação, feita em geral pelo parlamento nacional, o país se compromete efetivamente com um acordo. O particular é o Acordo que Regula as Atividades dos Estados na Lua e em outros Corpos Celestes, de 1979 – o ‘Acordo da Lua’.

Esses instrumentos internacionais determinam que a utilização da Lua, como a de qualquer outro corpo celeste, é tema de natureza internacional. Portanto, esse uso não pode ser ordenado por legislação nacional – se isso ocorresse, seria um caso de usurpação unilateral de área de uso comum ou domínio público.

Não por acaso, o preâmbulo do Tratado do Espaço já reconhece “o interesse que apresenta para toda a humanidade o programa da exploração e uso do espaço cósmico para fins pacíficos” e enfatiza o desejo dos países signatários de “contribuir para o desenvolvimento de ampla cooperação internacional” nesse programa. O Tratado estabelece, em seu artigo 1º, o princípio do livre uso do espaço e dos corpos celestes, que deve ser feito “sem qualquer discriminação, em condições de igualdade e em conformidade com o direito internacional”. No artigo 2º, afirma que o espaço e os corpos celestes não podem “ser objeto de apropriação nacional por proclamação de soberania, por uso ou ocupação, nem por qualquer outro meio”.

Assim, a Lua pode ser livremente explorada (para estudos científicos ou para aproveitamento de seus recursos), mas não pode ser apropriada. Essa norma pode parecer estranha para quem entende que algo só pode ser usado se pertencer ao usuário, mas não é bem assim. O direito de uso e o veto à apropriação territorial podem vigorar ao mesmo tempo e em relação a uma mesma coisa. Há exemplos em outros acordos internacionais, como o Tratado da Antártida (de 1959), a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (de 1982) e o próprio Tratado do Espaço, quando trata das órbitas da Terra. O primeiro diz que todos os países têm os direitos de pesquisa e uso da Antártida e estes não podem ser prejudicados. A Convenção permite a qualquer país a pesca em alto-mar (sob certas condições), mas não admite a

apropriação dessa região, considerada de uso comum. Já o Tratado do Espaço também admite o uso das órbitas da Terra, mas não sua apropriação.

O Acordo da Lua seguiu o mesmo caminho. Seu artigo 11 é cristalino nesse sentido, ao determinar, nos três primeiros parágrafos, que: (1ª) “a Lua e seus recursos naturais são patrimônios comuns da humanidade”; (2ª) “a Lua não pode ser objeto de apropriação nacional por proclamação e soberania, por uso ou ocupação, nem por qualquer outro meio”; e (3ª) “a superfície ou o subsolo da Lua, bem como partes da superfície ou subsolo e os seus recursos naturais, não podem ser propriedades de qualquer Estado, organização internacional intergovernamental ou não-governamental, organização nacional ou entidade não-governamental, ou qualquer pessoa física”.

O 4º parágrafo concede aos países signatários o direito ao estudo e ao uso da Lua, sem discriminação, em condições de igualdade e em conformidade com o direito internacional. O Acordo, porém, deixa claro que o uso dos recursos não poderá ser arbitrário, desordenado e irracional, como ocorreu na Terra.

Para garantir isso, o 5º parágrafo do artigo determina o estabelecimento, pelos países que integram o Acordo, de “um regime internacional” para definir como serão explorados os recursos naturais lunares, “quando essa exploração estiver a ponto de se tornar viável”, e o parágrafo seguinte diz que as Nações Unidas, a sociedade e a comunidade científica devem ser avisados sobre todos os recursos naturais descobertos na Lua. Isso significa definir esses recursos como de interesse público internacional. Os objetivos fundamentais desse regime internacional seriam o aproveitamento ordenado e seguro dos recursos lunares, a regulamentação racional desses recursos, a ampliação das possibilidades de uso dos mesmos e a justa distribuição entre todos os países-membros dos benefícios gerados.

O Acordo da Lua ainda permite a coleta e retirada de amostras minerais lunares, para serem estudadas, e diz que os países coletores devem levar em consideração a possibilidade de pôr parte delas à disposição de outros países e de cientistas. Também admite o uso de materiais da Lua (apenas o necessário) para manter as expedições científicas. O documento estimula ainda a colaboração entre países e cientistas nas expedições e no uso de instalações que venham a ser construídas no satélite.

## BASE DE APOIO ESCASSA

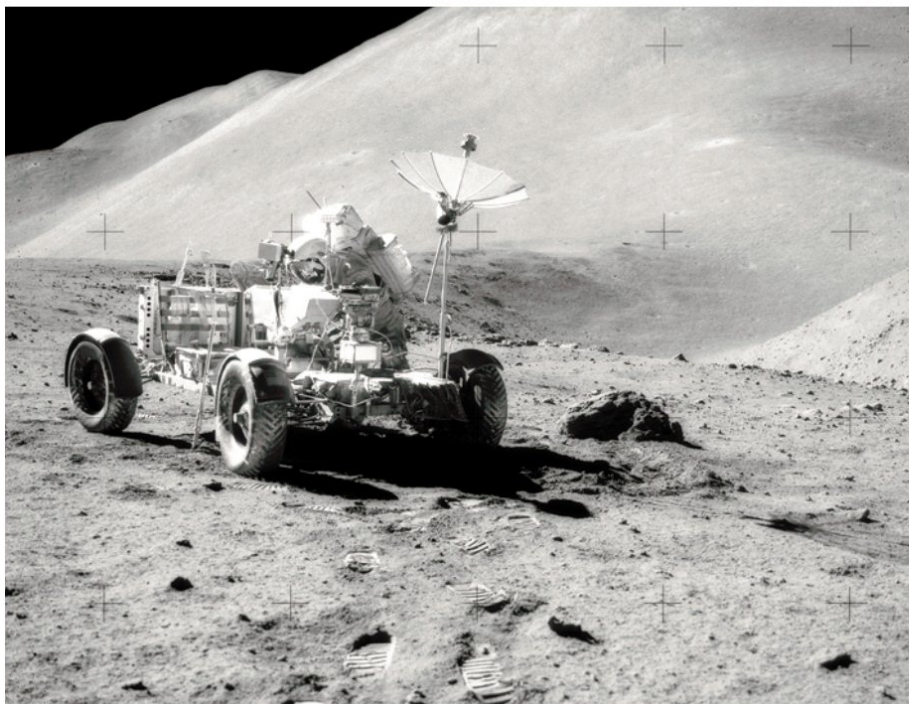
Qual é a importância do Acordo da Lua hoje, 30 anos após sua aprovação unânime pela Assembleia Geral das Nações Unidas, em 5 de dezembro de 1979?

Assinado por apenas 17 países, ele foi ratificado (até dezembro de 2008) por 13 deles: Austrália, Áustria, Bélgica, Cazaquistão, Chile, Filipinas, Líbano, México, Marrocos, Países Baixos, Paquistão, Peru e Uruguai. Outras quatro nações (França, Guatemala, Índia e Romênia) o assinaram, mas não o ratificaram. Apesar da aprovação unânime pela Assembleia Geral da ONU, as principais potências espaciais sempre o rejeitaram, a começar pelos Estados Unidos e pela antiga União Soviética (a atual Federação Russa mantém a posição). Entre os países com atividades espaciais mais intensas, como se vê, apenas a França o assinou, mas não o ratificou.

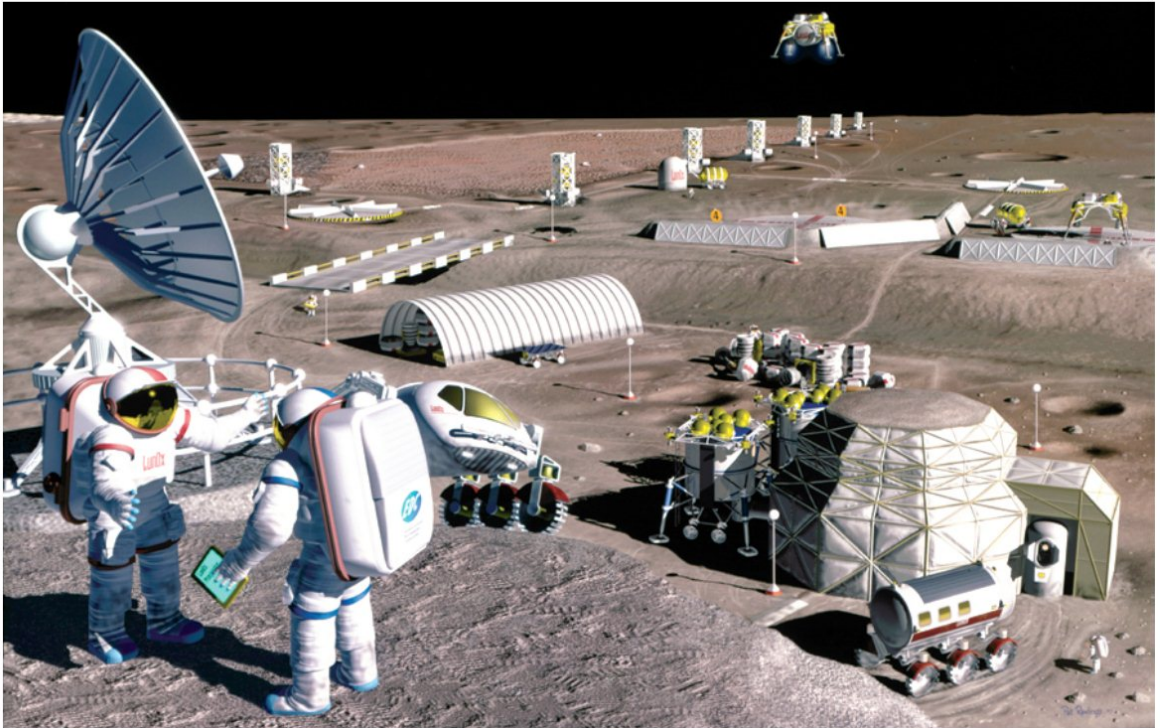
Assim, apesar de legalmente vigente (desde 1984, quando foi ratificado por cinco países), o Acordo da Lua tem escassa base de reconhecimento e apoio. Por isso, falta a ele o peso jurídico e político necessário para influir nos processos de regulação das atividades lunares. Ainda assim, dificilmente deixará de ser referência para futuras discussões e negociações da questão. É uma experiência rica e proveitosa, e suas principais ideias coincidem com preocupações, leis e acordos sobre desenvolvimento sustentável em evidência no mundo atual.

Aparentemente, o que mais impediu uma aceitação mais expressiva do Acordo da Lua foi o deba-

Jipe lunar utilizado nas três últimas missões do Projeto Apollo, em 1971 e 1972



Concepção artística de instalações para extração de oxigênio do solo vulcânico do Mar da Serenidade, na Lua



NASA/PNT RAWLINGS (S&IC)

te sobre o conceito de ‘patrimônio comum da humanidade’, adotado em seu artigo 11. Sem uma definição clara, esse conceito acabou visto como sinônimo de ‘propriedade comum da humanidade’, o que traz problemas jurídicos e políticos de difícil – senão impossível – solução. Quem representaria a humanidade?

O jurista holandês Frans von der Dunk, especialista em direito espacial, sugeriu substituir, no Acordo da Lua, a expressão “*common heritage of mankind*” (traduzida na versão em português como “patrimônio comum da humanidade”) por “*province of all mankind*”, forma usada no Tratado do Espaço (e duvidosamente traduzida, na versão em português desse Tratado, como “incumbência de toda a humanidade”). A argentina Sylvia-Maureen Williams, outra especialista, propôs usar “preocupação comum de toda a humanidade”. Essas propostas foram apresentadas na 70ª Conferência da Associação de Direito Internacional (ILA, na sigla em inglês), em Nova Délhi (Índia), em abril de 2002, durante reunião do Comitê de Direito Espacial da instituição, quando se discutiram emendas para vários acordos nessa área, inclusive o da Lua.

Relator das propostas de revisão do Acordo da Lua, Dunk incluiu, em vários artigos, a permissão para exploração comercial dos recursos lunares, inclusive por entidades não governamentais. Também suprimiu o trecho sobre a “participação equitativa” de todos os países-membros nos benefícios gerados. Mas não defendeu a extensão dos direitos de propriedade à Lua.

Nos anos da Guerra Fria, não havia clima para a criação de um amplo e inédito regime de cooperação internacional para explorar recursos naturais tidos como promissores, mesmo fora da Terra e não de modo imediato. A partir dos anos 80, a crescente hegemonia da visão econômica neoliberal e a supervalorização do papel das empresas privadas reduziram ainda mais as chances de êxito do Acordo da Lua.

Hoje, o panorama geopolítico global é diferente. Tende a fortalecer um mundo multipolar. O multilateralismo reafirma-se como necessidade imprescindível. Ressurge a força política das nações em desenvolvimento, mobilizadas pelos chamados países emergentes, como China, Índia, Brasil, África do Sul e outros. A nova disposição de ideias e forças políticas, mesmo que não apoie totalmente o texto



do Acordo da Lua, possivelmente se empenhará para que os recursos lunares sejam explorados de modo ordenado e seguro, com regulação racional e em benefício de todos os países. Resguardados esses princípios básicos, as empresas poderão ter participação ativa na pesquisa e no uso, inclusive industrial e comercial, das riquezas lunares.

Mas as resistências a esse enfoque persistem. Em 2005, por exemplo, a revista *Ad Astra* (v. 17, n° 3), da Nacional Space Society, entidade norte-americana, publicou um artigo do advogado norte-americano Wayne White Jr. intitulado 'Homesteading the high frontier' ('Estabelecendo propriedades na fronteira superior'), que aborda os direitos de propriedade no espaço. O autor propõe que "os Estados Unidos e os países que pensam da mesma forma aprovelem uma legislação nacional, ou, se possível, um acordo, criando um sistema de direitos de propriedade que não violaria a proibição de soberania territorial adotada pelo Tratado do Espaço".

Pela proposta, títulos de propriedade seriam conferidos apenas às entidades que de fato ocupam o espaço, e os direitos de propriedade cobririam a área usada e mais uma área de segurança, sendo válidos enquanto durasse a ocupação. Os títulos poderiam ser vendidos, herdados e hipotecados do mesmo modo que as propriedades na Terra. O autor diz que essa solução seria análoga à adotada por Estados Unidos, Reino Unido, França, Alemanha e Japão, de 1981 a 1983, em suas leis nacionais, sobre a mineração no subsolo dos oceanos. Em sua conclusão, White Jr. afirma que chegou a hora de as nações envolvidas em atividades espaciais adotarem "uma legislação que promova o desenvolvimento comercial e o assentamento de uma forma justa para todas as nações".

Essa hora não chegou, e o mais provável é que não chegue nunca. Não há como resolver o problema por meio de legislações nacionais. Se cada país tiver o direito de conceder títulos de propriedade na Lua, os mais ricos e desenvolvidos tecnologicamente tomariam para si os recursos lunares. Tal caminho significaria um retrocesso desastroso no desenvolvimento do direito internacional. O espaço e os corpos celestes são temas de direito internacional, do interesse de todos os países, e só a cooperação entre eles, com base nas Nações Unidas, pode solucionar a questão de forma justa, equitativa e racional.

## EM BENEFÍCIO DE TODOS

A questão dos direitos de propriedade na Lua é tão relevante que já foi objeto de duas declarações públicas da diretoria do Instituto Internacional de Direito Espacial (IISL, na sigla em inglês), organização não governamental criada em 1959. O IISL reúne cerca de 400 estudiosos do assunto e, em 2008, realizou seu 50º Colóquio Internacional sobre os problemas jurídicos ligados às atividades espaciais.

A segunda declaração, de 22 de março de 2009, reitera a anterior (de 2004) e adiciona novos argumentos. O trecho central da mais recente declaração diz que o direito internacional "estabelece uma série de princípios inequívocos, segundo os quais a exploração e o uso do espaço exterior, inclusive a Lua e outros corpos celestes, são permitidos para benefício da humanidade". Qualquer tentativa de reclamar direitos de propriedade sobre qualquer parte do espaço exterior, segundo a declaração, "está explicitamente proibida e não tem validade legal".

O documento lembra que o objetivo claro do regime jurídico internacional é preservar o espaço e os corpos celestes "para a exploração e o uso por parte de toda a humanidade, e não apenas por aqueles Estados e empresas privadas capazes de realizar isso a qualquer hora". O IISL reconhece que, embora exista um acordo geral sobre a condução das atividades espaciais, a legislação internacional "não contém dispositivos detalhados sobre a exploração dos recursos naturais do espaço exterior, da Lua e de outros corpos celestes". Segundo o Instituto, normas específicas sobre a exploração de tais recursos precisam ser elaboradas "no âmbito das Nações Unidas, com base no direito espacial internacional em vigor, a fim de trazer clareza e certeza jurídica em futuro próximo".

Estou certo de que o Brasil prestaria inestimável serviço ao futuro sustentável das atividades espaciais se atuasse incisivamente em favor da discussão e da criação de um instrumento que estabeleça um robusto estado de direito na volta da humanidade à Lua, desta vez para transformá-la em um posto avançado dos melhores ideais e propósitos de nossa espécie. ■

### Sugestões para leitura

MONSERAT Filho, J. *Política e direito na era espacial – Podemos ser mais justos no espaço do que na Terra?* Rio de Janeiro, Vieira & Lent, 2007.

### Na internet

Associação Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial (SBDA)

– vários artigos (disponível em [www.sbda.org.br](http://www.sbda.org.br)).

PIAZZETTA, G. V. S. 'O espaço exterior e seu direito de uso e exploração: uma perspectiva sob o enfoque do direito internacional em relação à Lua e ao planeta Marte', 2005 (<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=7561>)



# DOENÇA DE ALZ

## *Uma nova forma de diabetes?*

*O que a ciência sabia até recentemente sobre a origem e o desenvolvimento da doença de Alzheimer, que causa a perda da memória e de capacidades cognitivas, começa a ser alterado. Novos estudos revelam que interferências na sinalização da insulina nos neurônios são o fator iniciador desse mal, que atinge em especial os idosos. Essa descoberta está levando alguns pesquisadores a chamar essa doença neurodegenerativa de 'diabetes tipo 3'.*

**Fernanda G. De Felice  
e Sergio T. Ferreira**

Instituto de Bioquímica Médica,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
felice@bioqmed.ufrj.br, ferreira@bioqmed.ufrj.br

A **doença de Alzheimer**, caracterizada pela degeneração progressiva de células cerebrais, é associada, na grande maioria dos casos, ao envelhecimento: sua incidência é de um em cada 10 indivíduos aos 65 anos e aumenta para um em cada dois indivíduos aos 85 anos. Nos estágios iniciais, os portadores dessa doença apresentam profunda incapacidade de formar novas memórias. Com a progressão da doença, acabam também perdendo a capacidade de recuperar memórias antigas. O avanço da doença é devastador: além da memória, são afetados o raciocínio, a orientação, a comunicação e outras habilidades cognitivas.

Estima-se que a doença de Alzheimer afete, atualmente, cerca de 25 milhões de pessoas em todo o mundo. Nos Estados Unidos, onde as estatísticas sobre sua incidência são mais abrangentes, há 5 milhões de pacientes. Levando em conta as despesas com o tratamento dessas pessoas e outras perdas econômicas associadas, o custo total da doença, para a economia norte-americana, é estimado em US\$ 100 bilhões por ano. No Brasil, os dados sobre sua incidência são menos precisos, mas alguns estudos epidemiológicos permitem estimar que há entre 800 mil e 1,5 milhão de indivíduos afetados. Além disso, considerando que a população brasileira está em processo rápido de envelhecimento, é possível prever que a doença de Alzheimer venha a se tornar um grave problema de saúde pública no país nas próximas décadas. Por isso é tão grande a preocupação em torno do tema. ▶

# HEIMER



Imagem de ressonância magnética do cérebro de um paciente com Alzheimer, mostrando anormalidades (em verde e laranja) e dilatação dos ventrículos (em preto)

Imagem gerada a partir de duas fotos de neurônios expostos aos oligômeros amilóides – na ausência de insulina (à esquerda) e na presença desta (à direita). No primeiro caso, as células cerebrais são fortemente atacadas pelos oligômeros (pontos vermelhos), perdendo quase todas as sinapses (pontos verdes). No segundo caso, os neurônios expostos foram previamente tratados com insulina, observando-se redução expressiva da quantidade de oligômeros ligados aos neurônios e preservação das sinapses

## NOVO TIPO DE DIABETES?

Os cérebros dos portadores da doença de Alzheimer têm uma característica que os diferencia dos de pessoas saudáveis: a presença de depósitos ou placas formadas por fibras de uma proteína denominada beta-amilóide, que se posicionam em torno dos neurônios. Até há pouco tempo, considerava-se que essas fibras causavam a degeneração dos neurônios e eram as principais vilãs na doença. Essa visão, porém, mudou ao longo da última década. Pesquisas em vários países, inclusive no Brasil, têm revelado outros mecanismos envolvidos na origem e no desenvolvimento desse tipo de degeneração cerebral.

Nossos laboratórios – Laboratório de Doenças Degenerativas e Laboratório de Neurobiologia da Doença de Alzheimer, do Instituto de Bioquímica Médica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – realizam há alguns anos pesquisas que visam elucidar os processos biológicos responsáveis pela doença de Alzheimer. Os resultados desse trabalho apontam que o mecanismo de degeneração dos neurônios no cérebro dos pacientes, que provoca os conhecidos sintomas da doença, como perda da memória e da capacidade de aprendizagem, é diferente daquele que vinha sendo proposto até agora.

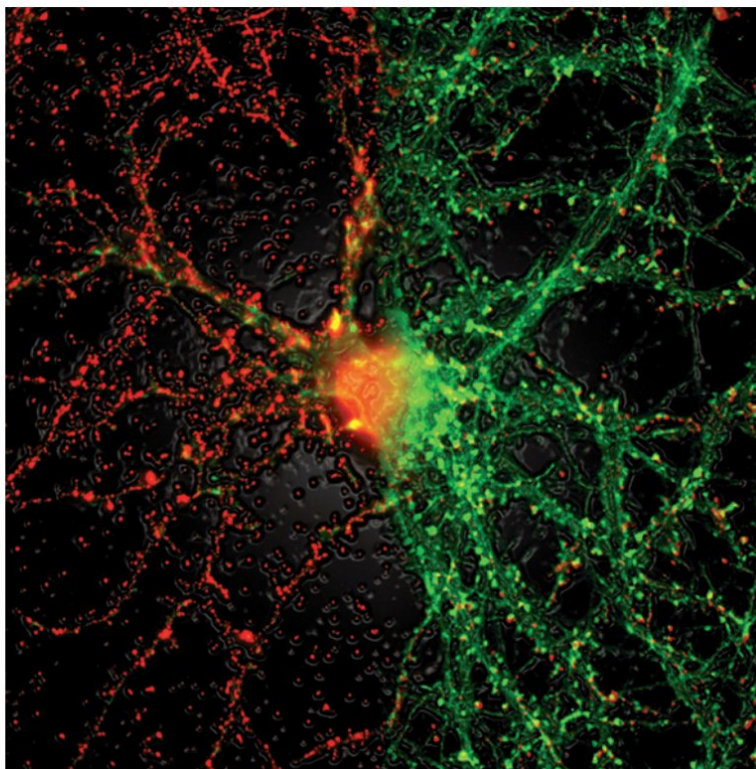
Temos comprovado que as fibras da proteína beta-amilóide que se acumulam no cérebro não são as causadoras da degeneração dos neurônios, como se acreditou por muito tempo. A destruição das

células cerebrais é desencadeada, na verdade, em um estágio anterior ao do acúmulo dessa proteína, por oligômeros, fragmentos protéicos esféricos que irão formar as fibras e que permanecem solúveis no fluido cerebrospinal, o líquido que banha o sistema nervoso central. Estudos recentes de nosso grupo e de vários outros grupos de pesquisa no mundo mostraram que esses oligômeros acumulam-se no cérebro de pacientes com a doença e atacam as sinapses, as áreas em que as extremidades de neurônios vizinhos se conectam e onde ocorre a comunicação entre essas células.

Mais recentemente, nossos estudos trouxeram resultados surpreendentes, que permitem ver a doença de Alzheimer como uma nova forma de diabetes, que afetaria especificamente o cérebro. Essa correlação parece ser tão forte que muitos pesquisadores já vêm chamando a doença de Alzheimer de “diabetes tipo 3”.

A associação entre diabetes e Alzheimer já havia sido percebida há cerca de cinco anos. Estudos clínicos indicavam que pacientes com a doença de Alzheimer têm neurônios mais resistentes à insulina e que pessoas portadoras de diabetes tipo 2 (a forma mais comum) são mais propensas a desenvolver a doença de Alzheimer. Nesse segundo tipo de diabetes, comum em idosos e obesos, células de diferentes tecidos (muscular, adiposo e outros) tornam-se resistentes à ação da insulina. No fenômeno da resistência, as células, que antes respondiam à presença da insulina absorvendo a glicose do sangue, perdem cada vez mais essa capacidade de resposta e, com isso, a absorção de glicose (fonte de energia para as células) é prejudicada. Na doença de Alzheimer, segundo os estudos recentes, ocorreria problema semelhante no cérebro, com o surgimento da resistência à insulina nos neurônios, levando ao aparecimento do ‘novo tipo’ de diabetes.

Há, no entanto, uma diferença no efeito da insulina no corpo e no cérebro. No restante do organismo, esse hormônio participa da conversão dos alimentos ingeridos em energia para as células. No cérebro, porém, a insulina tem um importante papel na formação de memórias e na facilitação do aprendizado. De fato, nas extremidades dos neurônios, nas sinapses, existem locais específicos para a ligação desse hormônio: os chamados receptores de insulina. Quando esta se liga a seu receptor, é disparada uma série de sinais dentro dos neurônios, o que permite que as memórias se formem. A descoberta de que cérebros de pacientes com a doença de Alzheimer apresentam resistência à insulina levou à formulação da seguinte hipótese: se a perda de memória é o principal sintoma da doença de Alzheimer, então a participação da insulina nesse processo poderia ser a chave para decifrar o mistério da doença.





Esquema simplificado da ligação da insulina em seus receptores nos neurônios (A), gerando sinais internos que participam da formação das memórias e de outros processos, e da remoção desses receptores pelos oligômeros (B), impedindo a ação da insulina no cérebro

## MECANISMOS MOLECULARES

As pesquisas feitas em nossos laboratórios, em parceria com o neurocientista William Klein, da Universidade Northwestern (Illinois, Estados Unidos), desvendaram os mecanismos moleculares por trás dessa resistência. Quando os oligômeros atacam os neurônios, os receptores de insulina são removidos da superfície das sinapses. Sem um local apropriado de ligação, a insulina fica como um barco à deriva, sem ter onde atracar para exercer seus efeitos, e assim a memória não consegue se formar.

Em seguida, resolvemos testar se drogas empregadas no tratamento contra o diabetes tipo 2 – no qual, como citado, ocorre resistência à insulina no corpo – reduziriam os danos causados aos neurônios pelos oligômeros. Usando neurônios cultivados em laboratório, descobrimos que a aplicação de insulina e de rosiglitazona (fármaco que estimula a ação da insulina nas células) tem efeito protetor contra a degeneração das células nervosas. A proteção ocorre especialmente porque essas substâncias mantêm as sinapses preservadas. As duas drogas são comumente receitadas a pacientes de diabetes tipo 2.

A pesquisa foi desenvolvida em etapas. Em um primeiro momento, constatamos o aumento da resistência à insulina em neurônios expostos aos oligômeros tóxicos. Depois, ao tratar as culturas com insulina e rosiglitazona, descobrimos que o efeito tóxico foi bloqueado e que as drogas impediram que os oligômeros se ligassem aos neurônios, mantendo 'disponíveis' os locais de ligação da insulina. Ficou claro que, se os oligômeros não se conectam às cé-

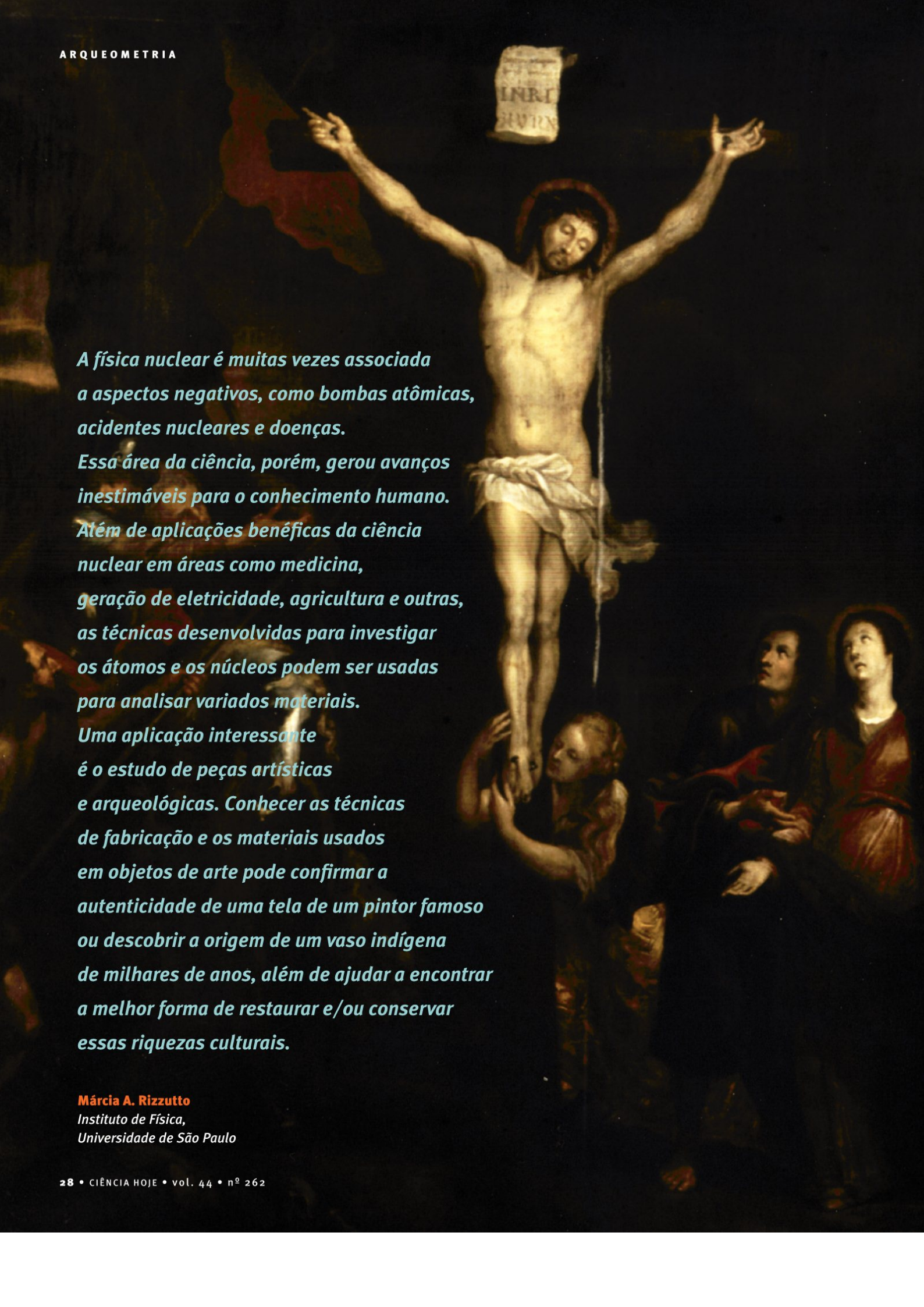
lulas neuronais, não são capazes de disparar os processos que danificam os neurônios e causam a perda de suas funções. Os resultados da pesquisa, da qual participaram os estudantes Marcelo Vieira, Theresa Bomfim e Helena Decker, foram publicados na revista científica norte-americana *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Essa descoberta, no entanto, não significa que o uso de medicamentos como insulina e rosiglitazona possa ser visto imediatamente como alternativa para prevenir ou tratar a doença de Alzheimer. O efeito protetor apareceu claramente na experiência com neurônios em cultura. Agora será necessário verificar se isso também ocorre em experiências com animais de laboratório e mais tarde com voluntários humanos. Além disso, ainda não se sabe qual seria a melhor forma de administrar as drogas contra diabetes no cérebro humano e se poderiam ser usados os mesmos compostos dos medicamentos convencionais. É importante ressaltar que as substâncias devem ser adaptadas para agir apenas no cérebro e não no resto do organismo, para minimizar a chance de ocorrência de efeitos colaterais indesejados causados pela insulina.

O próximo passo do nosso grupo será investigar se drogas que estimulam a ação da insulina são capazes de reverter os danos em camundongos geneticamente modificados, que exibem características e sintomas parecidos com os dos pacientes humanos com Alzheimer. Esse e outros estudos poderão trazer, no futuro, benefícios para potenciais portadores e pacientes dessa doença, evitando que seja desencadeada ou que se desenvolva. ■

### Sugestões para leitura

- DE FELICE, F. G.; VIEIRA, M. N.; BOMFIM, T. R.; DECKER, H.; VELASCO, P. T.; LAMPERT, M. P.; VIOLA, K. L.; ZHAO, W. Q.; FERREIRA, S. T. & KLEIN, W. L. 'Protection of synapses against Alzheimer's-linked toxins: insulin signaling prevents the pathogenic binding of A oligomers', in *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 106(6), p. 1971, 2009.
- FERREIRA, S. T.; VIEIRA, M. N. & DE FELICE, F. G. 'Soluble protein oligomers as emerging toxins in Alzheimer's and other amyloid diseases', in *International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life (IUBMB Life)*, v. 59(4-5), p. 332 (Review), 2007.
- DE LA MONTE, S. M. & WANDS, J. R. 'Review of insulin and insulin-like growth factor expression, signaling, and malfunction in the central nervous system: relevance to Alzheimer's disease', in *Journal of Alzheimer's Disease*, v. 7(1), p. 45 (Review), 2005.
- KLEIN, W. L.; STINE Jr., W. B. & TEPLow, D. B. 'Small assemblies of unmodified amyloid beta-protein are the proximate neurotoxin in Alzheimer's disease', in *Neurobiology of Aging*, v. 25(5), p. 569 (Review), 2004.



*A física nuclear é muitas vezes associada a aspectos negativos, como bombas atômicas, acidentes nucleares e doenças. Essa área da ciência, porém, gerou avanços inestimáveis para o conhecimento humano. Além de aplicações benéficas da ciência nuclear em áreas como medicina, geração de eletricidade, agricultura e outras, as técnicas desenvolvidas para investigar os átomos e os núcleos podem ser usadas para analisar variados materiais. Uma aplicação interessante é o estudo de peças artísticas e arqueológicas. Conhecer as técnicas de fabricação e os materiais usados em objetos de arte pode confirmar a autenticidade de uma tela de um pintor famoso ou descobrir a origem de um vaso indígena de milhares de anos, além de ajudar a encontrar a melhor forma de restaurar e/ou conservar essas riquezas culturais.*

**Márcia A. Rizzutto**  
Instituto de Física,  
Universidade de São Paulo

# A física nuclear nas artes e na arqueologia

**O conhecimento humano sobre a radioatividade** vem sendo construído há pouco mais de 100 anos, mas esse fenômeno existe na Terra desde que os elementos químicos se formaram. A radioatividade natural nada mais é que a emissão espontânea de partículas, ou partículas e radiação, por núcleos atômicos instáveis de alguns elementos denominados radioativos. Os núcleos desses elementos radioativos transformam-se em outros núcleos até alcançar uma configuração estável – outro elemento não radioativo.

A radioatividade natural, emitida por certos materiais presentes na natureza, foi estudada em 1896 pelo físico francês Henri Becquerel (1852-1908). Ele estudava as propriedades de um sal de urânio e colocou uma amostra

do material sobre uma chapa fotográfica protegida por um papel preto. Ao revelar mais tarde essa chapa, Becquerel percebeu que havia nela uma imagem do material. Desse modo, ele descobriu que o sal de urânio emitia raios capazes de atravessar o papel de proteção e sensibilizar o filme.

Essa descoberta, na verdade, já tinha um precedente, graças às pesquisas feitas no final do ano anterior pelo físico alemão Wilhelm C. Roentgen (1845-1923) com um tubo de raios catódicos – equipamento que ▶



A investigação de uma pintura a óleo sobre tela, de 120 por 130 cm, de autor desconhecido, com a técnica de fluorescência ultravioleta, revelou regiões de remoção de verniz (setas brancas) e restaurações, com carbonato de cálcio (seta vermelha) de uma possível dobra da tela (restaurada pela empresa MRizzo Restaurações)



Figura 1. A primeira radiografia da história, obtida pelo descobridor dos raios X, o alemão Wilhelm Roentgen, mostra os ossos da mão de uma pessoa

do entre o tubo e a placa. Deduzindo que se tratava de um tipo de radiação muito penetrante e ainda desconhecido, o físico o batizou como 'raios X'.

Após constatar que esses raios sensibilizavam chapas fotográficas, Roentgen realizou, em dezembro daquele ano, uma célebre experiência: fez a radiação atravessar a mão de uma pessoa e atingir, do outro lado, uma dessas chapas. A revelação mostrou os contornos dos ossos da mão: a primeira radiografia da história (figura 1). Por essa descoberta, o primeiro prêmio Nobel de Física, em 1901, foi outorgado a Roentgen.

A novidade foi adotada pelos médicos, porque permitia diagnosticar fraturas em ossos e lesões em órgãos internos, além de localizar projéteis em soldados baleados (facilitando sua retirada), e despertou grande interesse na sociedade da época. Todos queriam ver o próprio esqueleto e várias histórias estão relacionadas a isso. Em 1896, o inventor norte-americano Thomas Edison (1847-1931) criou um aparelho que exibia a radiografia em uma tela fluorescente, dispensando a revelação. Em 1902, surgiu no mercado inglês uma máquina de raios X acionada com moedas, semelhante às de venda de refrigerantes atuais. Pouco antes, em Nova Jersey, nos Estados Unidos, deputados moralistas tentaram aprovar uma lei proibindo os raios X, alegando que estes permitiam ver o corpo nu de quem andasse na rua. A lei não foi aprovada. O ver-

dadeiro risco da radiação, no entanto, permanecia ignorado, mas em pouco tempo começaram a ser notadas as lesões provocadas pela exposição excessiva aos raios X. As principais vítimas eram os operadores das máquinas: por causa das repetidas exposições, muitos perderam as mãos.

Os estudos da radioatividade realizados por Becquerel, no entanto, não tiveram aplicações práticas imediatas, mas geraram nos anos seguintes uma série de descobertas científicas, feitas pelo francês Pierre Curie (1859-1906) e por sua mulher, a polonesa Marie Curie (1867-1934). Graças a esses estudos, Becquerel e o casal Curie também foram premiados com o Nobel de Física, em 1903.

## As múltiplas aplicações atuais

Atualmente, a física nuclear tem diferentes aplicações. Alguns exemplos comuns são a geração de eletricidade, o diagnóstico e o tratamento de doenças, a conservação de alimentos e estudos ambientais.

No Brasil, a central nuclear de Angra dos Reis (RJ) gera o equivalente a 50% da energia elétrica consumida no estado do Rio de Janeiro. Em muitos países, quase toda a energia consumida vem de reatores nucleares, como na França. Na medicina, exames que detectam problemas em diversos órgãos utilizam material radioativo. O iodo-131 e o tecnécio-99, por exemplo, são usados para realçar certos tecidos, o que permite descobrir anomalias. Radiações nucleares (raios gama) geradas por outros núcleos radioativos, como césio-137 e cobalto-60, também são usadas em muitas clínicas e hospitais no tratamento de cânceres.

Nos setores agrícola e industrial, fontes radioativas têm sido empregadas para a irradiação de alimentos, visando esterilizá-los e conservá-los. A exportação de frutas brasileiras, por exemplo, tem sido beneficiada por aplicações desse tipo (figura 2), que vêm sendo estudadas, no Brasil, no Centro de Tecnologia das Radiações, do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), em São Paulo. Na área ambiental, marcadores radioativos permitem a realização de pesquisas de modelagem de processos de transferência entre solos, plantas e atmosfera e de processos de erosão, como acontece no Laboratório de Física do Solo, da Universidade de São Paulo.

Figura 2. A aplicação de irradiações nucleares em alimentos, para aumentar o tempo de conservação, já é utilizada no Brasil, e tem auxiliado as exportações nacionais de frutas – nas imagens, frutas sem irradiação (à esquerda), e irradiadas, após quatro dias



## Arte, arqueologia e física nuclear

Uma curiosa aplicação atual da física e das técnicas atômico-nucleares está no estudo, na conservação e na restauração do patrimônio cultural, incluindo objetos de arte, documentos históricos, peças arqueológicas e outros. Mas como isso é possível?



A resposta está na arqueometria, campo que reúne arte, arqueologia e métodos de análise físicos e químicos, resultando em investigações importantes sobre objetos artísticos e arqueológicos. Essa área interdisciplinar vem crescendo nos últimos anos, e cada vez mais pesquisadores de setores como arqueologia, arte, história e preservação do patrimônio cultural interagem com físicos e químicos, buscando um maior intercâmbio dos conhecimentos existentes.

As diferentes técnicas disponíveis na atualidade permitem obter informações de grande interesse para esses pesquisadores. Métodos como difração de raios X e espectrometria com infravermelho, por exemplo, são usados para a análise estrutural e molecular dos objetos. A idade de fósseis e diferentes objetos pode ser estimada por meio de técnicas de datação, como termoluminescência e espectrometria de massa (como a datação de materiais de origem biológica pela relação entre isótopos do carbono). Os elementos químicos presentes em uma amostra podem ser identificados (análise elementar) com técnicas como fluorescência de raios X, espectrometria de emissão atômica e ativação com nêutrons, além das baseadas em feixes iônicos, como ‘emissão induzida de raios X por partículas’ (Pixe, na sigla em inglês) e ‘emissão induzida de radiação gama por partículas’ (Pige, na sigla em inglês).

Entre as técnicas empregadas no estudo de objetos arqueológicos e artísticos, as que mais se destacam são as não destrutivas, em que a análise é feita sem a retirada de material das amostras, preservando-as e permitindo futuras reanálises. Essas técnicas, como a fluorescência de raios X e as que usam feixes de íons gerados em aceleradores nucleares (Pixe e Pige), já são utilizadas no Brasil para o estudo de diferentes objetos de arte ou do patrimônio cultural. Esses objetos podem ser de diferentes tipos (rochas, tecidos, ossos, couro, madeira, papel, pergaminho, vidro e outros), ter estrutura complexa (ligas metálicas, joias, adereços, armas e outros), estar cobertos com uma ou várias camadas de pigmentos (pinturas, estátuas de madeira, manuscritos e outros) e às vezes com uma camada protetora (verniz) e até apresentar superfícies deterioradas (por corrosão, oxidação e outros processos).

## Arqueometria com feixes iônicos

As análises com feixes de íons (prótons) utilizam equipamentos denominados aceleradores de partículas para fornecer energia a esses íons e permitir, assim, que eles interajam com os átomos (interação atômica) ou seus núcleos (interação nuclear). Nesse processo, os íons recebem milhões de elétrons-volts de energia – um elétron-volt pode ser explicado como

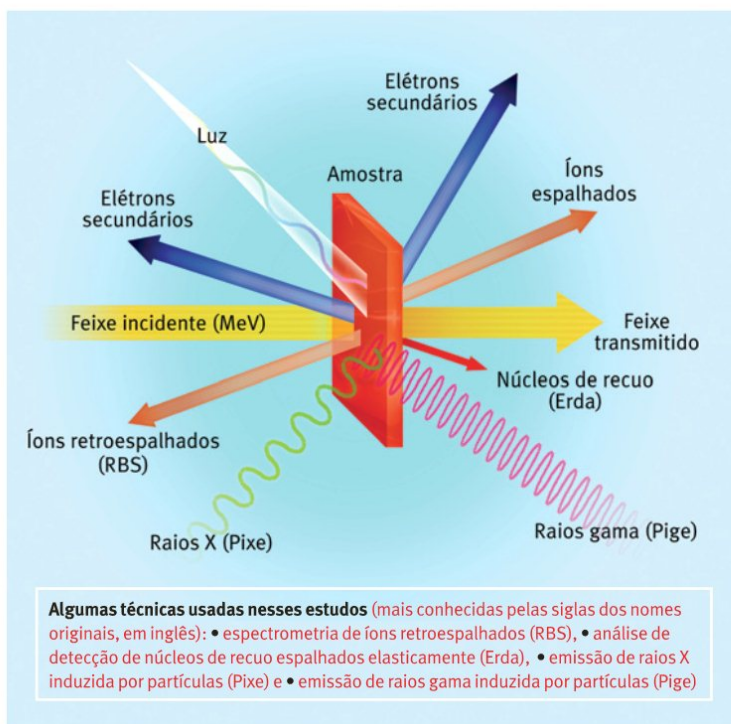


Figura 3. A interação de feixes de íons de grande energia (milhões de elétrons-volts) com os átomos dos materiais analisados gera diferentes partículas e radiações, e o registro dessas emissões permite identificar várias características desses materiais

a energia ganha por um elétron quando este é submetido a um campo elétrico de 1 volt.

Na interação desses íons muito energéticos com a matéria, vários processos podem ocorrer: a passagem do feixe pela amostra sem causar alterações (caso esta seja bem fina), o espalhamento dos íons em várias direções (como no choque de bolas de bilhar), o deslocamento de certos núcleos (chamados de núcleos de recuo) presentes na amostra e a emissão de elétrons secundários ou radiação eletromagnética, como luz, raios X ou raios gama (figura 3). Para o estudo de objetos artísticos e arqueológicos, são de especial interesse as técnicas de análise das radiações emitidas – raios X (Pixe) e raios gama (Pige) – quando as amostras são bombardeadas com íons energéticos. Essa análise permite identificar os componentes principais e secundários das amostras.

O emprego das técnicas Pixe e Pige para caracterizar materiais é habitual, hoje, no Laboratório de Análise de Materiais por Feixes Iônicos (Lamfi), da Universidade de São Paulo ([www.if.usp.br/lamfi/](http://www.if.usp.br/lamfi/)). Para as aplicações nas áreas de arte e arqueologia, esse laboratório utiliza um arranjo no qual o feixe de íons, produzido em um acelerador e em vácuo, atravessa uma janela fina de kapton (polímero resistente a diferenças de pressão) e então passa por um trecho de ar antes de atingir a amostra a ser analisada. Ao interagir com a amostra, o feixe provoca a emissão de ▶

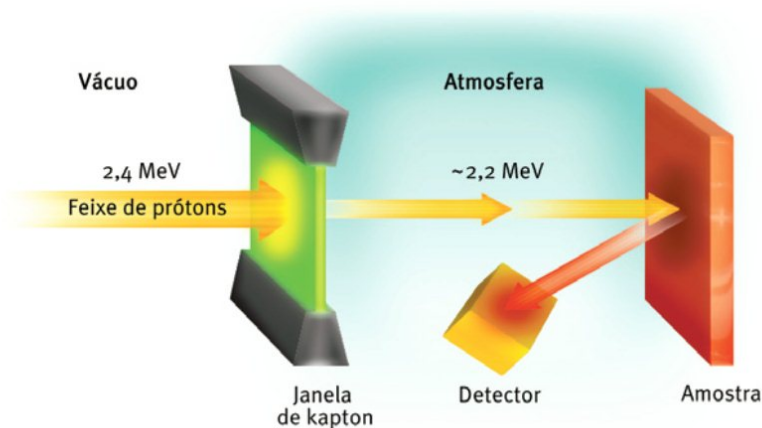


Figura 4. Esquema simplificado do arranjo de feixe externo de íons: o feixe, vindo de uma câmara de vácuo, atravessa a janela de polímero (kapton), perdendo uma parte da energia original, e atinge a amostra em atmosfera comum. A radiação produzida é registrada e medida em detectores específicos para cada tipo de radiação

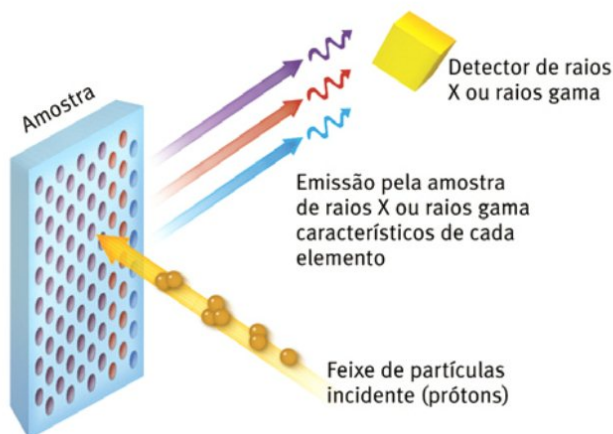


Figura 5. Esquema simplificado dos métodos Pixe (raios X) e Pige (raios gama): o feixe de partículas interage com a amostra analisada, provocando as emissões de raios X ou raios gama características de cada elemento químico, e a detecção destes permite determinar a composição elementar do material

raios X e raios gama, e essas radiações são registradas e medidas em detectores específicos (figura 4).

Esse arranjo 'de feixe externo' (o nome indica que os íons utilizados não ficaram confinados na câmara de vácuo) do Lamfi apresenta algumas vantagens em relação a sistemas convencionais: as análises podem ser feitas sem a necessidade de qualquer preparação das amostras, estas podem ser de diferentes tamanhos e formas e podem ser facilmente manuseadas. A realização das medições em atmosfera normal elimina o risco de ressecamento da amostra e permite a análise de pequenas áreas (de 3 a 4 mm<sup>2</sup>). A aplicação das técnicas Pixe e Pige com o feixe externo de íons permite a identificação completa de elementos químicos presentes em obras de arte, sejam pinturas, esculturas ou artefatos diversos.

Em relação às técnicas de análise química, os métodos atômico-nucleares são mais vantajosos porque

não exigem a retirada de fragmentos dos objetos analisados, a análise pode ser feita em uma pequena região (ou seja, pouco material da amostra fornece muitas informações) e os resultados são obtidos rapidamente (a irradiação e a produção dos gráficos, em computadores, demoram apenas alguns minutos). As medições da presença dos diferentes elementos podem ser dadas em átomos por centímetros quadrados da amostra e têm alta sensibilidade, com níveis de concentração da ordem de ppm (partes por milhão).

Os métodos Pixe e Pige baseiam-se essencialmente nas medições dos raios X e/ou raios gama provenientes das amostras (figura 5). A técnica Pixe, em particular, é adequada para o exame de pigmentos de pinturas, devido à baixa interferência, nos resultados, dos componentes orgânicos da tela (chassis de madeira, colas, vernizes e outros). Portanto, os elementos químicos presentes nos pigmentos depositados nas camadas da pintura podem ser identificados por esse método, e esse dado é relevante para a identificação de época ou da autoria da pintura.

## Análise de objetos artísticos

O arranjo de feixe externo do Lamfi tem sido utilizado em diferentes trabalhos de arqueometria, entre eles a análise de materiais de corrosão em estatuetas metálicas da coleção do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. Essa pesquisa, que visava estabelecer novos padrões para a restauração e conservação das peças do museu, envolveu a identificação dos elementos principais das amostras (figura 6), dos elementos presentes nos produtos de corrosão e de elementos-traço (elementos marcadores de regiões, de processos de fabricação, que podem estar em pequena ou grande quantidade dentro do material).

A identificação dos elementos responsáveis pela corrosão de peças artísticas ou arqueológicas auxilia os restauradores a definir qual o melhor procedimento para sua conservação e restauração. Além disso, a determinação dos elementos principais e dos elementos-traço de uma peça pode ajudar a descobrir a época e o local em que foi produzida, já que alguns elementos químicos podem estar associados a uma dada região e às técnicas de fabricação de determinada cultura. O trabalho (ver figura de abertura) foi publicado em 2007 na *Revista Brasileira de Arqueometria, Restauração e Conservação*.

Análises mais detalhadas podem ser feitas com a associação de várias técnicas. Um exemplo é o uso combinado de fotografia em ultravioleta (UV) e análise Pixe. Em uma pintura, por exemplo, a fotografia UV permite visualizar possíveis interferências de restaurações anteriores e a análise Pixe ajuda a identificar os

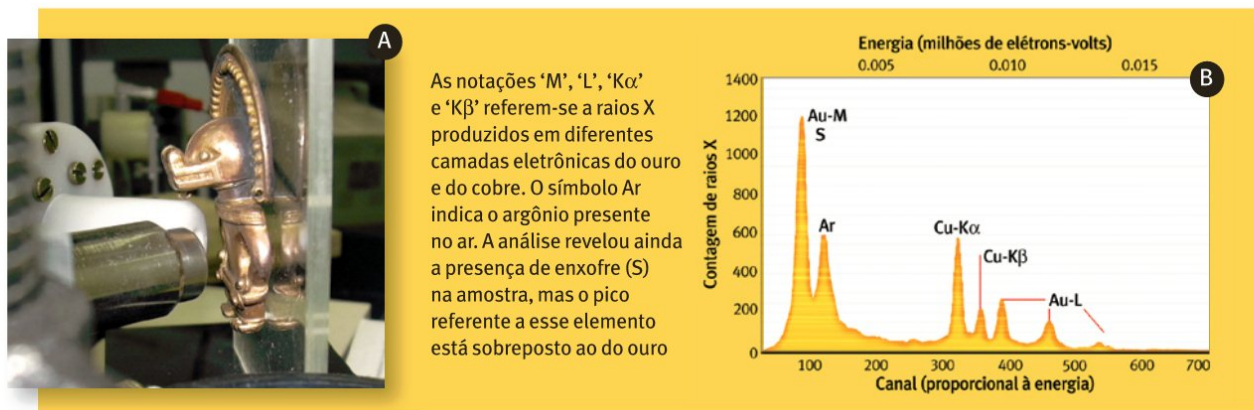


Figura 6. A análise de uma peça – um pingente da cultura colombiana Tairona (A) – com o arranjo de feixe externo tem como resultado (na análise Pixe) um gráfico com picos (B) que permitem identificar os elementos químicos presentes na amostra. A intensidade (altura) do pico indica a quantidade do elemento na amostra. No caso do pingente, a análise revelou que é composto basicamente de ouro (Au) e cobre (Cu)

elementos químicos presentes nas diferentes áreas do quadro, o que permite saber quais deles compõem os pigmentos originais e quais foram utilizados em restaurações. Certos elementos identificados nos pigmentos de uma pintura com a análise Pixe – o chumbo na tinta branca, por exemplo – são importantes para seu estudo. No caso da tinta branca, o pigmento 'branco de chumbo' existe desde a Antiguidade, mas em torno de 1850 os pintores começaram a usar o 'branco de zinco' e depois (cerca de 1920) surgiu o 'branco de titânio'. Assim, a identificação de um desses elementos na tinta branca ajuda a situar uma pintura em determinada época.

Outra aplicação de métodos nucleares é a utilização da radiografia para análise de objetos de arte. Nesse caso, é utilizado um aparelho de raios X, como os existentes nos hospitais. Um exemplo é a análise de peças

coletadas no fundo do mar (de naufrágios ou não), em geral recobertas por incrustações (figura 7). Nesses casos, não é necessário retirar as incrustações, o que pode danificar a peça, para visualizar o interior da amostra. As análises Pixe e Pige podem ajudar a identificar os elementos presentes na incrustação.

Em 30 de julho de 2008, alguns jornais brasileiros – entre eles *O Estado de S. Paulo* e *O Globo* – divulgaram que pesquisadores da Universidade Delft de Tecnologia, da Holanda, usando técnicas de raios X, descobriram que, escondida sob um quadro ('Pedaco de grama') do pintor holandês Vincent Van Gogh (1853-1890), havia a imagem do rosto de uma mulher. Essas e outras informações permitem aos pesquisadores entender as técnicas e a evolução da obra de um artista. Esta é a arqueometria! ■

Figura 7. O uso de raios X, com exposição de cinco minutos, pelo Laboratório de Dosimetria da Universidade de São Paulo, para examinar uma peça retirada do fundo do mar pela Marinha brasileira, recoberta por uma camada de argila endurecida (A), revelou que continha uma corrente (B). A análise, solicitada pelo arqueólogo Ricardo S. Guimarães, da Marinha, evitou a destruição do objeto, que será incluído no acervo do Museu Naval e Oceanográfico, no Rio de Janeiro



#### Sugestões para leitura

- BRADLEY, D. & CREAGH, D. *Physical techniques in the study of art, archaeology and cultural heritage*. Amsterdam, Elsevier, 2006.
- RIZZUTTO, M. A.; TABACNIKS, M. H.; ADDED, N.; BARBOSA, M. D. L.; CURADO, J. F.; PASCHOLATTI, P. R.; NEVES, G.; LIMA, S. C.; MELO, H. G. & NEIVA, A. C. 'Pixe externo para análises de objetos de arte e arqueologia', in *Revista Brasileira de Arqueometria, Restauração e Conservação*, v. 1, nº 6, p. 309, 2007.
- RIZZUTTO, M. A. 'Obras de arte analisadas com metodologia nuclear: uma conexão entre ciência e arte' (p. 233), in Carvalho, C. S. R. e outros (Orgs.), *Um olhar contemporâneo sobre a preservação do patrimônio cultural material* (série Livros do Museu Histórico Nacional). Rio de Janeiro, Museu Histórico Nacional, 2008.
- UDA, M.; DERMORTIER, G. & NAKAI, I. *X-rays for archaeology*. Dordrecht, Springer, 2005.

# *Florestas públicas na Amazônia*

**Os desafios ao sistema  
atual de concessões**

***As concessões florestais na Amazônia vêm sendo apontadas, neste começo de século, como uma alternativa que permitiria conciliar – por meio de práticas de manejo – a preservação e a exploração desses ecossistemas. Entretanto, para ser bem-sucedido, o sistema de concessões – definido em lei recente e já em prática no país – precisa superar alguns obstáculos, desde as percepções equivocadas de empresários do setor sobre os custos do manejo sustentável até a carência de profissionais para sua efetiva implantação. É importante ainda priorizar a pesquisa sobre a exploração racional das florestas para desenvolver técnicas que assegurem uma melhor recuperação das áreas manejadas e preservem esses recursos para as futuras gerações.***

**Marco W. Lentini, Mark D. Schulze e Johan C. Zweede**  
*Instituto Floresta Tropical (IFT)*

**Neste início de século, a Amazônia** está se firmando como uma região crucial para o futuro da humanidade, seja pela imensa diversidade de plantas e animais que contém, por seus abundantes estoques de águas doces superficiais ou por auxiliar na regulação do clima global, devido às massivas quantidades de carbono que estoca. Ironicamente, no entanto, talvez a melhor alternativa para garantir que a Amazônia possa prover bens e serviços às futuras gerações seja utilizar seus recursos no presente. Ou seja, preservar os recursos naturais da Amazônia, na forma de parques e reservas, é uma medida importante, mas não suficiente.

A Amazônia brasileira tinha, no começo de 2008, cerca de 210 milhões de hectares (ha) de áreas protegidas, o que representa quase 25% do território brasileiro. Mas ainda há muitas florestas desprotegidas. Acredita-se hoje que uma alta proporção das florestas amazônicas conservadas (acima de 70%) pode ser crucial para a manutenção de ciclos hidrológicos globais e outros serviços ambientais. Assim, para manter esses serviços, os usuários das florestas devem ser incentivados a aproveitá-las de forma racional, criando economias locais de base florestal, e evitando os modelos atuais de desenvolvimento rural baseados no desmatamento e no uso extensivo de terras.

FOTO DE FIM MARTINS/PUSSAR IMAGENS

Em 2007, o governo brasileiro iniciou o processo de concessão de florestas públicas a empresas madeireiras e comunidades tradicionais para a produção de bens florestais (madeiras, óleos, cipós, resinas e outros) e serviços. A primeira área incluída no processo é a Floresta Nacional do Jamari, que está situada ao norte de Rondônia e tem 220 mil ha, dos quais 96 mil serão usados para exploração florestal em regime de concessão. Jamari marca o início de uma fase de uso formal dos recursos florestais públicos na Amazônia e, ao mesmo tempo, o fim de uma longa discussão sobre o tema de concessões florestais do Brasil. Esse debate culminou com a aprovação, em 2006, da Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei Federal 11.284), que autoriza as concessões florestais no país.

## O papel das concessões florestais

A nova lei define a concessão florestal como a “delegação onerosa, feita pelo poder concedente, do direito de praticar manejo florestal sustentável para a exploração de produtos e serviços em uma unidade de manejo, mediante licitação, à pessoa jurídica, em consórcio ou não, que atenda às exigências do respectivo edital de licitação e demonstre capacidade para seu desempenho, por sua conta e risco e por prazo determinado”. Ou seja, a ideia é usar algumas florestas públicas amazônicas para produzir renda e empregos locais, de forma que o governo possa controlar o tipo de exploração e as condições segundo as quais essas concessões serão executadas.

Antes da aprovação da lei, a ainda potencial implantação das concessões florestais no Brasil foi duramente criticada por certos setores da sociedade. Os pesquisadores, por exemplo, alegavam que o sistema de concessões de florestas públicas não tem sido bem-sucedido em muitos países, nos quais o governo não teve capacidade suficiente para evitar a exploração abusiva das florestas, e que esse sistema não tem sido capaz de se sustentar sem subsídios. Ou seja, um dos argumentos contra as concessões é o de que o governo brasileiro, a exemplo dos demais, não conseguiria acompanhar e controlar as concessões. Além disso, os empresários e a mídia argumentaram que o sistema poderia ser facilmente distorcido para servir a interesses obscuros de internacionalização da Amazônia, permitindo que empresas estrangeiras se apossassem de terras na região. Organizações não governamentais (ONGs) e movimentos sociais também temiam que as



Figura 1. Imagens de duas áreas, logo após a exploração, nas quais os custos e os benefícios da realização do manejo florestal (A) foram comparados aos da exploração convencional (B), em 1996, em Paragominas (PA)

concessões viessem a beneficiar apenas grandes empresas, ignorando as comunidades tradicionais e os pequenos produtores florestais.

Hoje, predomina o pensamento de que as concessões florestais são necessárias à Amazônia, como alternativa interessante para conciliar o desenvolvimento econômico e a conservação. Para o sucesso das concessões, no entanto, há desafios importantes a serem superados, como destacaremos a seguir. Mas é importante reconhecer que o setor florestal tem hoje um papel estratégico na geração de empregos e renda na Amazônia e deve ser estimulado para que também faça parte do futuro da região. A Amazônia brasileira é hoje a segunda maior produtora de madeira tropical do mundo, atrás apenas da Indonésia, gerando mais de 400 mil empregos diretos e indiretos e uma renda bruta anual de US\$ 2,3 bilhões.

O principal problema do setor madeireiro é que a quase totalidade da produção madeireira é feita de forma predatória, exaurindo as florestas e acelerando o estabelecimento da agricultura e da pecuária. Na exploração predatória, extensas redes de estradas são construídas ilegalmente para que a madeira possa ser retirada de áreas remotas. Grande parte dessa exploração vem acontecendo em florestas públicas que, por estarem situadas em locais distantes das cidades, tendem a ser menos fiscalizadas pelo governo. Nesse cenário, as concessões podem ter um papel importante na estabilização das fronteiras madeireiras, evitando o desmatamento e propiciando que a produção madeireira passe a ser feita segundo um padrão baseado no uso de boas práticas de manejo florestal.

## O que é manejo florestal

O manejo florestal é a melhor maneira de explorar os recursos das florestas sem comprometer as funções desta e os benefícios que podem gerar para futuras gerações. Esse modo de exploração depende de sistemas de colheita (madeira e outros produtos) e de tratamento da floresta após a colheita que garantam a sustentabilidade da produção e da floresta. O manejo começa com a 'exploração de impacto reduzido', que visa diminuir os impactos ecológicos da derrubada das árvores e propiciar um melhor crescimento da floresta após a exploração.

Em um primeiro momento, todas as árvores de uma determinada área florestal são inventariadas, são elaborados mapas com sua localização precisa e há um planejamento cuidadoso das estradas, dos

ramais de arraste (por onde as toras são arrastadas) e dos pátios de exploração (onde a madeira em tora é estocada). O corte das árvores é feito com técnicas especiais para diminuir desperdícios e danos à vegetação em torno. Após a exploração, a floresta continua a ser monitorada, para avaliar seu comportamento, incluindo mortalidade e crescimento das árvores remanescentes. O monitoramento identifica se a floresta se recuperará para explorações futuras. Tratamentos para aumentar a regeneração de algumas espécies ou o crescimento das árvores, após a colheita, podem ser necessários para garantir sua recuperação.

Um experimento realizado em 1996 no leste do Pará demonstrou que, em média, comparadas com a exploração convencional, as práticas de manejo florestal diminuíram em 68% os desperdícios de madeira explorada, em 37% a área de floresta afetada pela exploração (figura 1) e em 50% os danos a outras árvores. Devido aos menores desperdícios e maior planejamento, o custo da madeira explorada por meio de manejo florestal foi 12% menor que o da explorada pelo método convencional (figura 2).

Esse é apenas o começo. Devido ao menor impacto e à conservação dos recursos florestais, as técnicas de manejo permitem que as florestas públicas também sejam exploradas, principalmente por comunidades tradicionais, para a extração de produtos não madeireiros, como óleos, resinas, frutos, cipós e outros. Ou seja, se devidamente manejadas, as florestas públicas podem servir como ▶

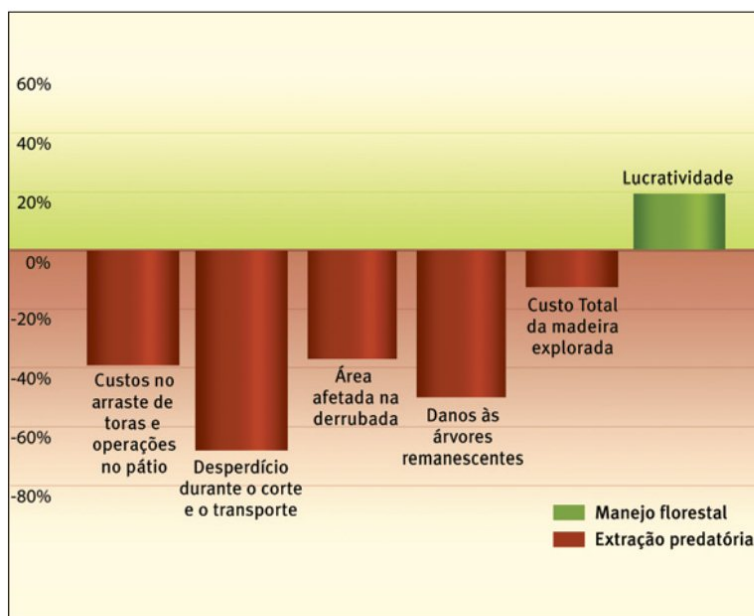
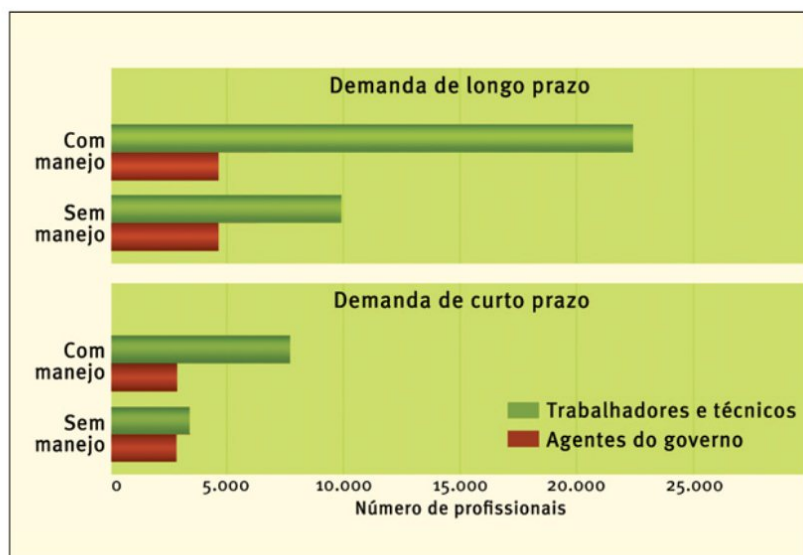


Figura 2. Vantagens (em valores percentuais) do manejo florestal para a extração de madeira na Amazônia, em comparação com a exploração predatória realizada hoje pela maioria dos madeireiros na região



fonte de renda e de manutenção dos meios de vida dos povos que residem nas florestas. Além disso, as florestas públicas manejadas, ao manter suas funções ecológicas em funcionamento, podem ser utilizadas ainda para o turismo, a pesquisa científica e atividades de educação ambiental.

## Obstáculos ao manejo florestal

Muitos fatores têm influenciado a decisão dos empresários da indústria madeireira de não investir em manejo florestal. A história da ocupação da Amazônia é marcada pela oferta de incentivos pelo governo para a instalação de um modelo de desenvolvimento econômico baseado no desmatamento e na implantação da agropecuária extensiva e de baixa qualidade. Hoje, embora a sociedade brasileira mostre intolerância à degradação das florestas e ao desmatamento desenfreado, esses hábitos persistem.

Em segundo lugar, mesmo com os avanços nas ações de fiscalização do governo, o acesso à matéria-prima ilegal ainda é fácil e barato, e existem poucos incentivos para investimento em práticas que conservam a floresta. Além disso, a falta de regularização fundiária na Amazônia estimula o uso predatório das florestas, já que as próprias normas legais impedem a implantação de projetos de manejo em terras sem documentação. Finalmente, os empresários do setor madeireiro insistem em acreditar que as práticas convencionais – arcaicas, mal planejadas e sem equipamentos e pessoal adequados – estão lhes trazendo maiores lucros.

Figura 3. Demanda por profissionais treinados para atender às necessidades do sistema de concessões de florestas públicas da Amazônia, no curto prazo (para sua implantação em 13 milhões de hectares) e no longo prazo (com 37,5 milhões de hectares estabelecidos)

## Desafios técnicos às concessões

Importantes avanços têm sido feitos nos últimos anos para eliminar os entraves à adoção do manejo florestal. Em primeiro lugar, tem melhorado de modo significativo a capacidade do governo e da sociedade civil de monitorar a exploração madeireira e o desmatamento, graças às técnicas de sensoriamento remoto. Além disso, têm sido executadas novas ações de ordenamento territorial, destacando-se as iniciativas de regularização fundiária e os zoneamentos ecológico-econômicos. Em terceiro lugar, estão medidas de apoio a pequenos, médios e grandes produtores interessados em adotar boas práticas ambientais, incluindo linhas de crédito especiais. Finalmente, o governo e a sociedade vêm tomando medidas para aumentar a capacidade das agências e órgãos oficiais para licenciar, monitorar e fiscalizar as atividades produtivas.

Esses avanços, no entanto, podem ser insuficientes para promover o manejo sustentável das florestas públicas. Existem hoje dois desafios técnicos cruciais para que essa meta seja atingida.

Para entender o primeiro deles, é preciso discutir, antes, as reais implicações do termo 'sustentável' no manejo florestal, pois intervenções humanas na floresta terão consequências em sua biodiversidade. Embora haja conhecimento e tecnologia para realizar a exploração madeireira com o menor impacto possível, as práticas de manejo não garantem – segundo a maior parte dos pesquisadores da área – que as espécies exploradas ou afetadas pela exploração não sofrerão prejuízos ou que não serão extintas (ver 'Madeiras nobres em perigo', em CH 214). Portanto, o primeiro dos grandes desafios técnicos ao sistema de concessões é assegurar que o manejo florestal não comprometerá recursos públicos que devem ser conservados para o benefício das futuras gerações. A pesquisa florestal tem trazido respostas sobre como manter as florestas saudáveis e produtivas, mas os investimentos em pesquisa precisam aumentar para que essas respostas possam ser mais bem elaboradas.

O segundo desafio técnico está na capacidade de produzir, na própria Amazônia, recursos humanos



para promover e aprimorar práticas de manejo nas florestas públicas. Infelizmente, a região tem hoje apenas uma fração do número de profissionais treinados necessário para tornar viável o sistema de concessões. O governo brasileiro pretende, nos próximos 10 anos, disponibilizar pelo menos 13 milhões de hectares na Amazônia para concessões florestais. Essa área seria suficiente para suprir cerca de um terço da produção atual por madeira em tora da Amazônia para fins industriais. Para que o sistema de concessões seja implantado de forma eficiente, serão necessários profissionais capacitados (de trabalhadores florestais a técnicos e engenheiros especializados) em quantidade suficiente para extrair a madeira e para acompanhar, licenciar e auditar as práticas de manejo.

Com base em estudos anteriores, estimamos que, em curto prazo, seriam necessários pouco mais de 10 mil profissionais para que fossem atingidas as metas de expansão do sistema de concessões (figura 3). Essa estimativa também revela que o manejo florestal empregaria um número bem maior de profissionais do que a exploração convencional. Para a exploração de uma área de 5 mil ha, o manejo florestal emprega, em média, 90 profissionais por

ano, enquanto a exploração convencional emprega apenas 40.

Se considerarmos que toda a demanda atual por madeira em tora da Amazônia (cerca de 25 milhões de m<sup>3</sup> por ano) poderia, em longo prazo, ser originada de manejo florestal, principalmente por meio de concessões florestais e florestas comunitárias, seriam necessários no mínimo 37,5 milhões de hectares de florestas públicas manejadas. Isso corresponde a uma vez e meia a área do estado de São Paulo. Nesse caso, para que o sistema de concessões fosse bem-sucedido, utilizando as melhores técnicas de manejo existentes, seriam necessários cerca de 27 mil profissionais florestais, cuja capacitação exigiria um investimento substancial.

Importantes avanços têm sido empreendidos pela sociedade brasileira para permitir um uso mais eficiente das florestas públicas da Amazônia. Entretanto, para melhor superar as atuais barreiras técnicas às concessões na região, é essencial investir em pesquisa científica, para aumentar a sustentabilidade da exploração manejada, além de formar profissionais capazes de fazer com que o manejo de fato promova a produção sustentável de bens e serviços ambientais para a sociedade brasileira. ■

FOTO DELFIM MARTINS/PULSAR IMAGENS



#### Sugestões para leitura

- HOLMES, T. e outros.  
*Custos e benefícios financeiros da exploração florestal de impacto reduzido em comparação à exploração florestal convencional na Amazônia Oriental.* Belém, IFT, 2006 (disponível em [www.inteligentesite.com.br/sistemas/ift/arquivos\\_download.asp](http://www.inteligentesite.com.br/sistemas/ift/arquivos_download.asp)).
- LENTINI, M. e outros.  
*Fatos florestais da Amazônia 2005.* Belém, Imazon, 2005 (disponível em [www.imazon.org.br](http://www.imazon.org.br)).
- SABOGAL, C. e outros.  
*Manejo florestal empresarial na Amazônia Brasileira.* Belém, Cifor/Imazon/IFT/Embrapa, 2006 (disponível em [http://www.inteligentesite.com.br/sistemas/ift/arquivos\\_download.asp](http://www.inteligentesite.com.br/sistemas/ift/arquivos_download.asp)).

*Você se lembra da última vez em que estava caminhando à noite e de subitamente ter olhado para o alto e se deparado com um céu naturalmente iluminado – não pela Lua, mas sim pelas estrelas – e, por um momento, ter sido tomado por aquela pergunta de tempos imemoriais: “Será que, em algum lugar do universo, há alguém olhando para mim?” Pois bem, uma das áreas da ciência, a astrobiologia, surgiu para tentar encontrar a resposta para essa e outras perguntas relacionadas à existência (ou não) de vida no universo. E, se o leitor é do tipo incrédulo, vale lembrar aqui as palavras de um grande astrônomo do século passado, o norte-americano Carl Sagan (1934-1996), um dos maiores entusiastas quando o assunto era a busca por inteligência extraterrestre: “Ausência de evidência não é evidência de ausência.”*

**Gabriel Zamith Leal Dalmaso,**  
**Ivan Gláucio Paulino-Lima**  
e **Claudia Lage**

*Laboratório de Radiobiologia Molecular,  
Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

# Ast

**Por milênios, o ser humano explora, descreve e interpreta** o ambiente à sua volta. É uma característica intrínseca à nossa espécie. Porém, uma das grandes questões da humanidade é definir o conceito de vida. Ao longo dos séculos, pensadores, filósofos, naturalistas e pesquisadores têm se dedicado a definir o que é vida, sendo que, ainda hoje, não há uma definição convincente.

Conceituar ‘vida’ requer a união de conhecimentos de várias áreas da ciência que atualmente aceitam esse desafio com base em um grande propósito: buscar sinais de vida no universo. A partir da interação de diversos conhecimentos, como biologia, astronomia, química, física e geologia, surge um novo campo da pesquisa científica: a astrobiologia.

Um ponto de partida dessa nova área, em todas as suas esferas, é o estudo da origem, evolução, distribuição e do futuro da vida aqui na Terra. Porém, a astrobiologia vai além: ela tenta compreender como a vida poderia surgir e interagir com o ambiente à sua volta, para tentar entender como ela talvez tenha se expandido além de seu planeta de origem – seja ele qual for.



# robiologia

## Por que uma vida solitária no planeta Terra?

### CALDEIRÃO QUÍMICO

Os gregos foram os primeiros a considerar a possibilidade de existência de vida em outros planetas, cabendo ao filósofo grego Epicuro (341-271 a.C.) a primazia em registrar reflexões sobre vida extraterrestre. Posteriormente, o poeta romano Tito Lucrecio (c. 99-c. 55 a.C.) tentou avaliar a probabilidade de haver outros mundos que poderiam abrigar outras formas de vida.

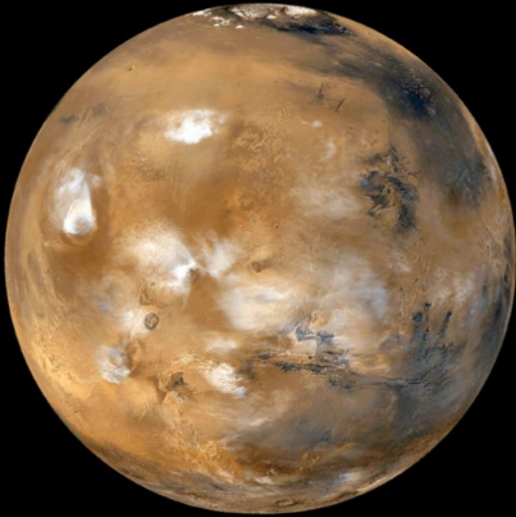
Os pensamentos sobre a vida extraterrestre desapareceram ao longo da história, e só ressurgiram registros deles por volta do século 16, com a reformulação do sistema heliocêntrico pelo físico polonês Nicolau Copérnico (1473-1543). No início do século passado, as ideias sobre a origem da vida sofreram uma alteração dramática, quando o químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927) publicou sua *Hipótese da panspermia*, postulando que formas de vida poderiam ter surgido em algum lugar do universo e alcançado a Terra, protegidas contra a radiação,

caso tivessem viajado dentro de pedaços de rocha ou meteoritos, para, finalmente, prosperar ao chegar aqui.

Essa discussão ficou mais acirrada quando o bioquímico russo Aleksandr Oparin (1894-1980) descreveu o que seria o ambiente químico da Terra primitiva, e o químico norte-americano Stanley Miller (1930-2007) demonstrou, em laboratório, como moléculas inorgânicas e orgânicas simples poderiam se transformar em moléculas orgânicas mais complexas sob certas condições físico-químicas primitivas. O experimento de Miller, feito em 1959, em conjunto com seu orientador de doutorado Harold Urey (1893-1981), representou um marco importante para o entendimento de como a vida pode ter surgido a partir de matéria inorgânica, aqui na Terra.

Até hoje – e a favor da hipótese da panspermia –, paira a incerteza sobre ter havido tempo suficiente nos 4,5 bilhões de anos da Terra para a vida evoluir de um ‘caldeirão químico’ até as formas de vida complexas que compõem a biosfera atual. ▶

Figura 1. Planeta Marte, que recebeu as primeiras missões para verificar se havia vida fora da Terra



ESA

## DADOS CONTROVERSOS

Dos conceitos filosóficos iniciais até os dias de hoje, o avanço tecnológico permitiu uma abordagem mais sofisticada na procura de vida no universo. No início da década de 1960, foi criado o programa norte-americano o SETI (sigla, em inglês, para Busca por Inteligência Extraterrestre). Vários radiotelescópios posicionados em diferentes direções captam frequências de rádio em busca de ondas que são filtradas para a detecção de sinais que tenham sido produzidos artificialmente, ou seja, que signifiquem terem sido emitidos por seres inteligentes.

A corrida espacial, em meados do século passado, acelerou o desenvolvimento de técnicas de exploração espacial, permitindo o estudo de diversos corpos do sistema solar. Em 1976, as primeiras sondas para avaliar a existência de vida fora da Terra foram lançadas rumo a Marte (figura 1). As duas sondas Viking tinham um pequeno laboratório embarcado para detecção de micro-organismos. Infelizmente, os dados obtidos por essas missões foram controversos, nem confirmando, nem descartando a possibilidade de existência de vida no planeta vermelho.

Na década de 1980, foram criados vários grupos de pesquisa em prol da astrobiologia, como a Comissão 51, pela União Astronômica Internacional; o Comitê de Pesquisa Espacial (Cospar), pelo Centro Nacional de Estudos Espaciais (França); e a Sociedade Planetária (Estados Unidos), criada por Sagan e que tem um braço voluntário no Brasil. Em 1998, a Nasa (agência espacial norte-americana) fundou o NAI (sigla para Instituto de Astrobiologia da Nasa).

## SEM ESCUDO PROTETOR

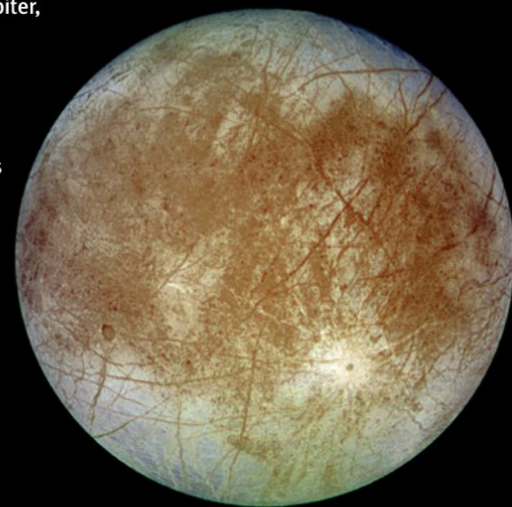
A detecção de indícios de atividade biológica pode estar mais próxima do que se imagina. Olhando diretamente para o nosso sistema solar, temos grandes candidatos para abrigar a vida: Marte, Europa (lua de Júpiter), Titã e Enceladus (luas de Saturno).

Marte, sob vários aspectos, é o corpo celeste mais semelhante à Terra, recebendo, até hoje, o maior número de missões exploratórias, como as sondas Vikings, a Pathfinder, as sondas Mars Rovers e recentemente a Phoenix. Atualmente, sabe-se que, abaixo do solo marciano, há gelo de água em abundância, similar ao *permafrost* (solo que jamais descongela) terrestre. Se micro-organismos que se multiplicam no gelo já foram detectados na Antártida, seria bem razoável admitir que eles possam igualmente habitar o gelo marciano.

O gás metano na atmosfera marciana também sugere a presença de micro-organismos, pois, na Terra, a liberação desse gás só ocorre pela atividade biológica ou por atividade vulcânica. A baixa pressão exercida por uma atmosfera marciana rarefeita, aliada a altas concentrações de sais e de peróxido de hidrogênio (água oxigenada), permite que a água exista sob a forma líquida em Marte, pois essa mistura atrapalha o congelamento dela, mesmo aos 56°C negativos de temperatura no planeta.

No entanto, a falta de um escudo protetor atmos-

Figura 2. Europa, uma das luas de Júpiter, considerada um local propício para a vida em função de micro-habitats semelhantes a terrestres, com calor e frio



NASA

férico faz com que as doses de radiação ultravioleta solar sejam altíssimas na superfície do solo marciano. Quaisquer indícios de organismos vivos em Marte estarão então no subsolo. Na Terra, estamos protegidos desses raios por meio da camada de ozônio, que filtra a maior parte dessa radiação. Sem essa proteção, poucos organismos sobreviveriam na superfície terrestre.

## VIDA NAS LUAS

Um pouco mais longe da Terra, Europa (figura 2), uma das luas de Júpiter, tem uma superfície de gelo que varia de 5 a 30 km de espessura, bem como um oceano líquido de aproximadamente 100 km abaixo dessa camada gelada. Esse satélite jupiteriano é considerado um local propício para formas particulares de vida, pois o fundo de seu oceano, acreditam os cientistas, poderia abrigar micro-organismos associados a fumarolas hidrotermais (similares às existentes no lago Vostok, na Antártida) e a fissuras no gelo. Esses ambientes propiciariam um micro-habitat único, com calor e frio.

Os astrônomos também começaram a olhar recentemente uma das luas de Saturno, com lagos compostos de hidrocarbonetos e temperaturas próximas de 180°C negativos. A lua Titã (figura 3) é um local propício para o surgimento e a manutenção de formas especiais de vida. A ESA (Agência Espacial Europeia), em parceria com a Nasa, desenvolveu e

lançou a missão Cassini-Huygens, que enviou, em 2004, a sonda Huygens, que atravessou a atmosfera de Titã até o solo, obtendo dados e fotografias de sua superfície. A densa atmosfera dessa lua bloqueia a passagem dos raios ultravioleta solares, o que poderia favorecer a proteção a quaisquer formas de vida lá existentes.

Esses mesmos raios ultravioleta, emitidos do Sol, transformam cerca de 20% do metano encontrado na atmosfera de Titã em etano, que chove sobre a superfície, formando grandes rios e lagos de hidrocarbonetos (metano e etano) líquidos, que percorrem as planícies do satélite.

Enceladus (figura 4), outra lua de Saturno, entrou recentemente no cenário da astrobiologia, após a Cassini ter revelado um potencial local para abrigar vida. A sonda detectou partículas e grandes jatos de vapor d'água emanando da atmosfera. Enceladus tem uma superfície congelada, com atividade geotérmica interna em seu polo Sul, com gêiseres eliminando partículas e vapor d'água a partir da crosta, sugerindo a presença de água líquida abaixo da superfície. Isso foi recentemente reforçado pela detecção de sais de sódio e carbonatos no anel mais externo de Saturno, provavelmente derivados dessas ejeções a partir de Enceladus. A hipótese da existência de um oceano salgado no interior dessa lua aumenta as esperanças de que formas de vida (microbiana, ao menos) possam existir lá.

Apesar de essas luas apresentarem condições propícias, até o momento não foi encontrada evidência de vida nelas. ▶

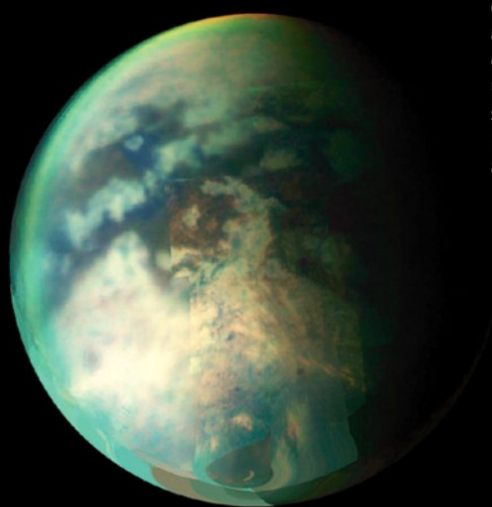


Figura 3.  
Em Titã, lua de Saturno, a proteção contra os raios ultravioleta solares é feita por uma densa atmosfera



Figura 4.  
A sonda Cassini revelou que Enceladus, lua de Saturno, tem atividade geotérmica em seu polo sul

ESA

NASA

## ALIENÍGENA: UM MICRÓBIO!

Ainda que nosso conhecimento tenha se alargado imensamente quanto aos dados físicos e químicos existentes em planetas e luas do sistema solar, existimos em um sistema planetário relativamente jovem quando comparado aos 14 bilhões de anos do universo.

No meio astroquímico, admite-se, cada vez mais, que cometas e meteoritos funcionaram como elementos de transporte para alimentar a Terra com água e uma profusão de elementos orgânicos. Não seria de todo inadmissível que esses corpos cósmicos também pudessem ter servido para ‘inocular’ o planeta com células primitivas formadas em outro lugar.

Vimos acima corpos do sistema solar que são candidatos a abrigarem micro-organismos especiais. Os extremófilos são seres vivos, em sua maioria micro-organismos, que habitam os ambientes com características mais extremas da Terra. São resistentes a baixas ou altas temperaturas, dessecação (total ausência de água), salinidade, pressão, pH, radiação. Sendo assim, podem servir de modelo para o estudo sobre a presença de vida em outros corpos do universo.

Além disso, é instigante a ideia de que organismos viáveis poderiam se originar em locais mais antigos – e de química pré-biótica propícia – do universo, caso tenham conseguido lidar com as condições adversas de uma viagem interplanetária. Mas vale lembrar que vácuo, secura absoluta e baixíssimas temperaturas são conceitualmente fatores de preservação da integridade biológica.

Assim, vimos nossos conceitos sobre a panspermia se voltarem para as perguntas aqui apresentadas e iniciamos os estudos de nosso laboratório na Universidade Federal do Rio de Janeiro com o foco na descoberta de micro-organismos resistentes às radiações em amostras provenientes de ambientes inóspitos da Terra.

Figura 5.  
Em A, superfície marciana; em B, deserto do Atacama (Chile)



## SOLO MARCIANO NA TERRA

O deserto do Atacama (Chile), por exemplo, tem comunidades de micro-organismos extremófilos que sobrevivem às condições mais extremas de salinidade, pH, dessecação e variações de temperatura conhecidas na Terra. Em muitos aspectos, as características do solo marciano são parecidas com as do Atacama, principalmente em termos de baixa umidade (figura 5).

O Laboratório de Radiobiologia Molecular, do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em parceria com a Pontifícia Universidade Católica (PUC) do Chile e o Laboratório de Microbiologia Ambiental, do Instituto de Microbiologia Prof. Paulo de Góes, está analisando amostras de solo de Atacama, à procura de micro-organismos que sirvam de modelo para os estudos de simulação das condições em Marte (ver ‘Em busca do ‘alienígena’ ideal’).

## A MAIOR DAS DESCOBERTAS

O estudo das condições de viabilidade desses micro-organismos pode ser estendido também a outros locais do sistema solar ou mesmo do universo. A procura por exoplanetas (planetas que orbitam outras estrelas que não o Sol) tem sido intensificada na última década, com o lançamento do telescópio Kepler e do satélite CoRoT (figura 6).

A: NASA/JPL/CORNELL; B: MARINO-GONZALEZ ET AL., SCIENCE V. 306, PP. 1289-1290 (2004)

Figura 6. Concepção artística do telescópio espacial Kepler (A) e do satélite CoRoT (B), que vão buscar exoplanetas



## EM BUSCA DO 'ALIENÍGENA' IDEAL

Pondo as mãos à obra no laboratório, nosso grupo partiu para testar dois aspectos críticos da hipótese da panspermia: i) haveria organismos capazes de lidar com os danos biológicos causados pela radiação em sua longa permanência no espaço, entre o local de seu aparecimento e um planeta habitável?; ii) esses organismos, caso sobrevivessem à permanência no espaço, resistiriam à reentrada em um planeta habitável, ou seja, protegido por uma atmosfera?

Nessa pesquisa, coordenada por Claudia Lage e por seu aluno de doutorado Ivan Paulino-Lima, micro-organismos resistentes do deserto do Atacama são iso-

lados, identificados e testados em uma câmara que simula as condições da superfície marciana, para avaliar a possibilidade de formas de vida suportarem as condições vigentes no planeta vermelho.

Paralelamente, Paulino-Lima procura, em gelos da Antártida, micro-organismos psicrófilos (resistentes ao frio) que poderiam ser testados em uma simulação do ambiente de Europa e Enceladus, duas regiões que são extremamente frias no sistema solar, porém similares às condições da Antártida.

Outro autor, Gabriel Dalmaso, juntamente com Paulino-Lima, vem testando os mecanismos de resistência de uma bactéria extremófila bem conhecida dos microbiologistas, a *Deinococcus radiodurans* (figura 7). Essa bactéria tem mecanismos extremamente eficazes para repara-

ção de danos em seu material genético. Experimentos feitos em nosso laboratório indicam que esse micro-organismo poderia suportar viagens interplanetárias por longos períodos de tempo. Por ter extrema resistência à radiação, dessecação, a temperaturas extremas e ao vácuo, a *D. radiodurans* é um excelente modelo para testar a hipótese da panspermia.

Atualmente, Dalmaso também vem testando a *D. radiodurans* para observar se essa bactéria conseguiria obter energia a partir de uma variedade de compostos orgânicos, mais especificamente os hidrocarbonetos. Uma vez confirmada a sobrevivência dessa espécie em meios tão agressivos, poderíamos sugerir o uso dela como um modelo para simulações do ambiente em Titã, onde há grandes quantidades de hidrocarbonetos, tanto sob a forma de vapores atmosféricos quanto sob a forma líquida em rios na superfície.

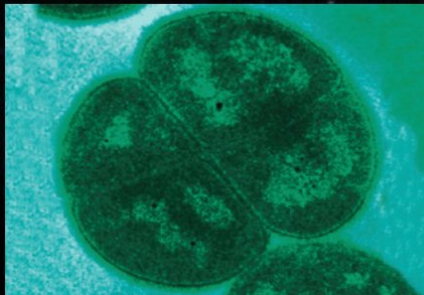


Figura 7. A bactéria extremófila *Deinococcus radiodurans*, que, segundo testes feitos em laboratório brasileiro, poderia suportar viagens interplanetárias por longos períodos

Ao todo, já foram descobertos mais de 340 exoplanetas, sendo que 30 deles situam-se em regiões chamadas de zonas habitáveis. Essas regiões são definidas como as distâncias máximas e mínimas de um planeta em relação à sua estrela e nas quais a temperatura e a iluminação permitem a existência de água em estado líquido, viabilizando assim a existência de vida como conhecemos aqui na Terra. A definição de zona habitável está baseada no fato de que todos os organismos aqui existentes evoluíram e têm seu metabolismo baseado na água. Sob vários aspectos, a água é o solvente mais versátil e eficiente conhecido até o momento.

A partir da caracterização das atmosferas e temperaturas dos exoplanetas, poderemos testar a resis-

tência de vários extremófilos a ambientes simulados sob controle. O estudo desses micro-organismos poderia apontar para os possíveis mecanismos envolvidos na obtenção de energia para os processos vitais desses seres.

Pela primeira vez na história do empreendimento científico e tecnológico, temos as ferramentas necessárias para uma busca criteriosa de vida no universo. Vivemos em uma época em que há grandes chances de testemunhar a detecção de vida extraterrestre. A primeira evidência concreta e definitiva de vida pode aparecer nos próximos anos. E, ainda que essa evidência seja representada por seres microscópicos, ela seria certamente a maior descoberta da humanidade.

### Sugestões para leitura

GRINSPOON, D.  
*Planetas solitários*  
(São Paulo: Globo, 2005).  
WARD, P. D.  
*Sós no universo?*  
(Rio de Janeiro: Campus, 2000).

**Na internet:**  
<http://www.sociedadeplanetaria.org/>  
<http://planetary.org/home/> (em inglês)  
<http://astrobiology.nasa.gov/> (em inglês)

# Guanabara: esperar para ver

**D**esde a época em que os primeiros portugueses se instalaram no Rio de Janeiro até hoje, grande parte do esgoto coletado na cidade vai parar, *in natura*, nas águas da baía de Guanabara. Muitas iniciativas para combater o mal foram tomadas, sendo a mais recente e conhecida o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), projeto do governo estadual em parceria com diversos órgãos. Porém, após 12 anos do início do programa e de mais de R\$ 500 milhões investidos em diversas obras, a baía continua poluída.

O problema parece derivar, em parte, de falhas intrínsecas ao projeto inicial, que previa, por exemplo, a construção de estações de tratamento de esgoto, mas não dos sistemas que levariam os detritos até elas. Esforços vêm sendo feitos para corrigir as imperfeições – como a finalização, em janeiro deste ano, da Estação de Tratamento Alegria, que trata os resíduos do centro da cidade e arredores. Mas o sonho de uma baía limpa ainda está distante de virar realidade.

Com 384 km<sup>2</sup>, a baía de Guanabara é rodeada por grandes municípios como Rio de Janeiro, Niterói, São Gonçalo e Duque de Caxias, e

outras pequenas cidades, totalizando uma população de cerca de 11 milhões de pessoas. Os 91 rios e canais que nela deságuam trazem desde galhos e folhas de árvores até lixo de grande porte, como sofás velhos. “O maior problema, porém, é a poluição proveniente de pequenos estabelecimentos comerciais, como oficinas mecânicas e postos de gasolina, e de casas sem sistema de coleta, enfim, um grande aporte de esgoto despejado diretamente na baía”, diz José Antônio Baptista Neto, geógrafo da Universidade Federal Fluminense (UFF).

Neto estuda a dinâmica de poluentes na baía de Guanabara desde 1987, tendo como principal alvo de suas pesquisas os metais pesados. Ele e sua equipe monitoram rios com diferentes graus de degradação para entender como se comportam esses metais, quais suas fontes e os locais onde são despejados. O rio Imboassu, que corta a região de São Gonçalo, é exemplo do que ocorre em diversos outros pontos. Coletas semestrais de sedimentos mostram que a concentração de chumbo passa de 28 partes por milhão na fonte para 600 partes por milhão na foz. “Em relação aos metais pesados não constatamos nenhuma

melhora ao longo dos anos, muito pelo contrário”, lamenta Neto.

Recentemente, o pesquisador começou a estudar também a carga orgânica despejada na baía. Os dados são preliminares, mas indicam um aumento na concentração de nutrientes de rios como o Imboassu. O excesso de nutrientes é conhecido por provocar o crescimento demasiado de algas e outros organismos, afetando todo o ecossistema. “A carga orgânica também influencia outras formas de poluição. Os metais pesados, por exemplo, ficam aderidos a essa carga, podendo entrar na cadeia alimentar. Além disso, a degradação da matéria orgânica por micro-organismos consome oxigênio da água, o que pode provocar a redução da biodiversidade”, explica o pesquisador.

## Soluções para o esgoto

Diminuir a chegada de nutrientes à baía é um dos objetivos da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Alegria. Inaugurada em janeiro de 2009, a estação, que tem capacidade para tratar até 5 mil litros de esgoto por segundo, hoje trabalha com uma carga de cerca de 2.500 litros por segundo. “Isso significa que

FOTO KEystone



o equivalente a um estádio do Maracanãzinho cheio de esgoto deixa de ser despejado na baía todos os dias”, afirma Wagner Victer, presidente da Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (Cedae), que administra o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG). Victer explica que o tipo de tratamento realizado na estação retira até 98% do material orgânico do esgoto e afirma que os resultados já podem ser vistos. “Nosso monitoramento mostra que em alguns locais a quantidade de coliformes caiu de 160 mil por 100 mililitros de água para 5 mil por 100 mililitros de água.”

A finalização de Alegria reflete uma mudança de estratégia no PDBG. “A ideia agora é concluir a construção da estação de tratamento e de seus troncos coletores de esgoto de uma vez. Antes as obras não eram finalizadas, construía-se a rede de coleta ou a estação de tratamento, mas não ambas, e assim a estação não podia entrar em funcionamento”, diz Victer.

Marilene Ramos, secretária de Ambiente do Estado, faz eco à afirmação do engenheiro da Cedae. Segundo ela, é preciso fazer com que as estações construídas deixem de ser ociosas. “A grande guerra agora é conseguir construir as redes de coleta para levar mais esgoto para Alegria e para ampliar a chegada do material às estações de tratamento de Pavuna e Sara-

puí, que têm capacidade instalada, mas não aproveitada”, afirma.

Obras como essas, porém, demandam dinheiro. Muito dinheiro. E o PDBG já foi duramente criticado por consumir recursos milionários e apresentar poucos resultados. De sua criação até hoje, foram gastos mais de R\$ 650 milhões provenientes do Banco Japonês para a Cooperação Internacional (JBIC), do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e do governo brasileiro. Com o fim desses recursos, as obras passaram a ser custeadas pelo governo estadual – que contraiu

um empréstimo com a Caixa Federal de mais de R\$ 500 milhões – e pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

A necessidade de recursos elevados é justificada pelos administradores do projeto com um argumento: a grande complexidade do problema. “O entorno da baía de Guanabara é muito dinâmico”, lembra Victer. O engenheiro usa como exemplo a construção do novo Complexo Petroquímico da Petrobras em São Gonçalo. “A carga orgânica gerada por esse empreendimento será enorme. Mas o licenciamen-

## ASSIM NA AREIA COMO NA ÁGUA?

Se a água está poluída, que tal apenas um banho de sol na areia? A opção pode não ser tão boa assim. Estudo em andamento na baía de Guanabara indica que a areia pode ser tão ou mais poluída que a água do mar.

“Nossa intenção é verificar se é possível inferir a poluição da água apenas conhecendo as condições da areia e vice-versa”, explica a coordenadora da pesquisa, Adriana Sotero Martins, bioquímica da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz). “Mas os resultados obtidos até agora indicam que essa correlação não existe”, completa.

Desde 2008, Martins e sua equipe realizam coletas periódicas da areia de quatro praias na baía de Guanabara – Tubiacanga e Bica, na ilha do Governador; e Tamoios e José Bonifácio, na ilha de Paquetá. As amostras são analisadas quanto à presença de coliformes fecais, fungos e parasitas,

e comparadas com amostras da água da região. A ideia é contribuir para a criação de legislação específica sobre a qualidade das areias em pontos recreativos.

Os dados apontam o esgoto como principal fonte de contaminantes, mas dejetos de animais, água pluvial despejada pelas terminações de coleta espalhadas pela cidade e o lixo deixado pela população também contribuem para o problema. A pior notícia, porém, é a de que a areia de locais onde a água do mar não chega pode ser até duas vezes mais poluída que aquelas lavadas todos os dias pelas ondas.

Segundo a pesquisadora, é preciso informar a população sobre a qualidade da areia. “Antes de ir à praia as pessoas checam as condições de balneabilidade, mas poucas se preocupam em saber as condições da areia. E esta pode transmitir diversas doenças de pele e outras patologias”, alerta Martins.

FOTO: APTON VIGNOLA/FOLHA IMAGEM



to ambiental agora já prevê, entre as contrapartidas da empresa, o cuidado com o esgoto que gera.”

### Lixo e educação

Mas nem só de esgoto é feita a poluição da baía de Guanabara. Solo lixiviado de áreas desmatadas, chorume proveniente de lixões, detritos que correm das ruas para o mar com as chuvas, caixas de gordura de prédios e estabelecimentos comerciais usadas incorretamente, lixo jogado diretamente em rios pela população... A lista é extensa.

A situação dos lixões expõe mais uma falha do programa de despoluição. “Na parte de resíduos o PDBG cometeu um grande equívoco, foram construídas usinas para fazer a separação do lixo, mas a questão da construção dos aterros sanitários para receber esse lixo foi deixada de lado”, diz Ramos. Os esforços para mudar a situação concentram-se no fechamento do lixão de Gramacho, em Caxias, e na construção de um aterro sanitário para receber o lixo da região. “O fechamento definitivo deve demorar ainda uns três anos”, diz a secretária.

Para fazer frente aos outros problemas, campanhas de educação, projetos de reflorestamento e retirada de famílias vivendo nas margens de rios, além de fiscalização intensa são necessários. “A despoluição da baía de Guanabara cabe a todos”, enfatiza o presidente da Cedae. “Não adianta fazer o trabalho de esgotamento e os condomínios fazerem ligação das caixas de gorduras nos dutos de coleta de água pluvial. Não adianta limpar a baía e a dona de casa jogar óleo pelo ralo.”

Ramos, secretária de Ambiente, concorda. “Sabemos que a situação da baía hoje requer uma intervenção mais firme em toda a região hidrográfica de seu entorno. Mas acredito que com ações continuadas conseguiremos, sim, despoluir a baía de Guanabara”, conclui, otimista.

É esperar para ver.

**Mariana Ferraz**  
Ciência Hoje/RJ

**PESQUISA COM CÉLULAS-TRONCO • A região Norte-Nordeste ganha seu primeiro Centro de Biotecnologia e Terapia Celular. Inaugurado no Hospital São Rafael, em Salvador (BA), o centro é o oitavo credenciado pelo Ministério da Saúde para manejo de células-tronco. A iniciativa é resultante de um convênio com a Fiocruz, com a colaboração dos ministérios da Saúde e da Ciência e Tecnologia, do governo da Bahia, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb) e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). O centro realizará pesquisas básicas e aplicadas na área biomédica. O desenvolvimento de novos protocolos terapêuticos para o tratamento de doenças degenerativas e traumáticas, tais como lesões crônicas do fígado, trauma raquimedular e cardiopatias, em especial a relacionada à doença de Chagas, destaca-se entre os objetivos da nova unidade.**

#### MALACOLOGIA

### NOVO MOLUSCO NO BRASIL

Uma espécie de molusco, com registros anteriores somente no Equador, acaba de ser encontrada no Brasil. A *Biomphalaria cousini* foi identificada na Amazônia e em Mato Grosso por pesquisadores do Centro de Pesquisas René Rachou, a Fiocruz de Minas Gerais. Os caramujos do gênero *Biomphalaria* são hospedeiros intermediários do *Schistosoma mansoni*, o parasito causador da esquistossomose. O registro da nova espécie no Brasil foi realizado pela bióloga Tatiana Maria Teodoro durante seu mestrado na Fiocruz/Minas, orientado por Roberta Lima Caldeira.

Desde a iniciação científica, Teodoro estuda o gênero *Biomphalaria*. A motivação para realizar o mestrado veio de resultados inconclusivos de seu grupo de pesquisa, que havia encontrado três diferentes perfis moleculares para a espécie *Biomphalaria amazonica*. Por meio da identificação morfológica e de técnicas moleculares, Teodoro observou que alguns caramujos identificados como *B. amazonica* eram, na realidade, da espécie *B. cousini*. “Nós pensávamos que as diferenças encontradas anteriormente deviam-se à variação intraespecífica, mas, na verdade, um dos perfis pertencia a outra espécie, nunca antes encontrada no Brasil”, explica Teodoro.

O passo seguinte da pesquisa foi a infecção experimental dos moluscos com uma cepa de *Schistosoma mansoni*, que mostrou que a nova espécie brasileira é suscetível ao parasito. “Ela pode ser considerada um hospedeiro em potencial do *S. mansoni*, apesar de nunca ter sido encontrada infectada na natureza”, conta Teodoro.

A esquistossomose é uma doença endêmica em algumas áreas do Brasil, considerada um grave problema de saúde pública. Teodoro ressalta que o encontro de mais uma espécie de molusco do gênero *Biomphalaria* no país aponta a necessidade de mais estudos. “A possibilidade da introdução da esquistossomose em novas áreas não pode ser descartada”, alerta.



Molusco *Biomphalaria cousini* em aquário de criação

FOTO TATIANA MARIA TEODORO

**MEDICINA** Descoberta premiada traz esperança de tratamento para esclerose lateral amiotrófica

# Proteção direta

**A**ção de uma proteína humana protege diretamente os neurônios da ação degenerativa da doença conhecida como esclerose lateral amiotrófica (ELA). Rara e com origem ainda não esclarecida, a ELA leva a uma progressiva atrofia muscular, devido à morte dos neurônios motores, que normalmente causa o falecimento por insuficiência respiratória. O efeito da proteína, descoberto pelo belga Peter Carmeliet, da Universidade Católica de Leuven (Holanda), diminui a morte dos neurônios e retarda a atrofia, podendo ser a base para uma futura terapia.

O achado garantiu a Carmeliet o Prêmio PG de Medicina Internacional, entregue em 19 de junho último, em São Paulo (SP). O prêmio é oferecido pelo Instituto Paulo Gontijo, do Brasil, para incentivar e reconhecer pesquisas relacionadas à doença. Descrita pela primeira vez em 1869, a ELA afeta neurônios do córtex cerebral, tronco encefálico e da medula responsáveis pelos movimentos voluntários. “Cerca de 90% das modalidades de ELA são esporádicas, ou seja, não se conseguem identificar suas causas. Nos outros 10%, as familiares ou hereditárias, a origem está ligada ao perfil genético”, explica o biólogo Miguel Mitne Neto, do Centro de Estudos do Genoma Humano da Universidade de São Paulo (USP), que também trabalha com a doença.

Segundo Mitne, já se sabe que sete genes estão relacionados às ELAs familiares, como a ELA8, que ocorre apenas no Brasil (ver ‘Trabalhando pelas futuras gerações’, em CH 240). Ele conta que há muita especulação sobre o que poderia causar a morte desses neurônios, mas que ainda não existe consenso. Entre as possibilidades estão o ex-

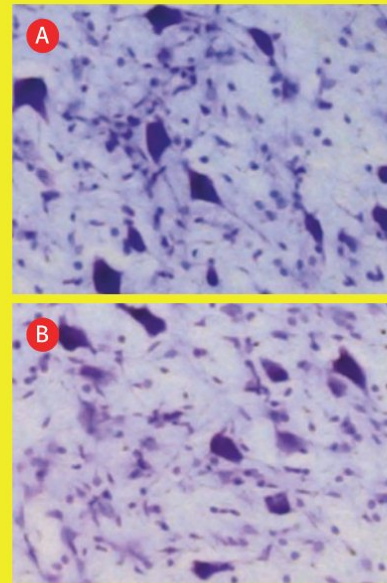
cesso de atividade da célula, que criaria radicais livres; fatores inflamatórios que fariam o sistema imune atacar os próprios neurônios; e o excesso de glutamato na fenda sináptica, o espaço entre dois neurônios. “O único medicamento existente para a ELA, o riluzol, atua eliminando o acúmulo dessa substância”, acrescenta o biólogo.

## Proteína irmã

Os eventos que levaram à descoberta de Carmeliet começaram em 2000, quando pesquisadores descobriram que o fator de crescimento endotelial vascular (VEGF, na sigla em inglês), proteína que promove o crescimento de vasos sanguíneos, estava relacionado às formas esporádicas de ELA. Eles descobriram que muitos pacientes apresentavam uma versão da substância com determinados polimorfismos, alterações genéticas, como as mutações, mas que, ao contrário destas, são frequentes na população.

Administrada a ratos alterados geneticamente para terem os mesmos sintomas da ELA, a VEGF demonstrou ter um efeito benéfico. Contudo, o uso da proteína causava nos animais excessiva proliferação de vasos e edemas. Então Carmeliet começou a estudar uma proteína irmã, a VEGF-B. O pesquisador constatou que a substância fazia com que neurônios em cultura sobrevivessem mais. Injetando a VEGF-B na região intracerebroventricular (porção do sistema nervoso que liga o cérebro à medula) dos ratos, Carmeliet observou uma maior sobrevivência dos animais e uma degeneração mais lenta.

“A grande novidade é que ele descobriu uma substância que age diretamente no neurônio afetado



Os ratos tratados com VEGF-B (A) perderam menos neurônios motores (em roxo), do que aqueles que não receberam o tratamento (B)

e não tem os efeitos colaterais da VEGF”, ressalta Mitne, para quem a descoberta traz grandes esperanças para o desenvolvimento de um tratamento. Segundo o biólogo, a VEGF-B pode vir a se tornar uma alternativa ao riluzol, que só garante uma sobrevida de três meses – parece pouco tempo, mas, em média, os pacientes morrem cinco anos após o surgimento dos sintomas.

“O físico norte-americano Stephen Hawking é um ótimo símbolo de conscientização para a doença, mas um exemplo clínico crítico. Ele tem um quadro extremamente atípico, pois a evolução do seu caso é lenta, já tendo mais de 40 anos”, pondera Mitne. Ele acrescenta que, embora ainda não se conheçam os mecanismos de ação das proteínas, a VEGF já está na fase 1 de testes clínicos, mas a VEGF-B ainda está em testes pré-clínicos, que determinam a segurança de se usar clinicamente uma substância em humanos. “O próprio Carmeliet acha que um futuro tratamento não será constituído apenas da VEGF-B, necessitando de outros compostos, mas já é um começo”, conclui o biólogo.

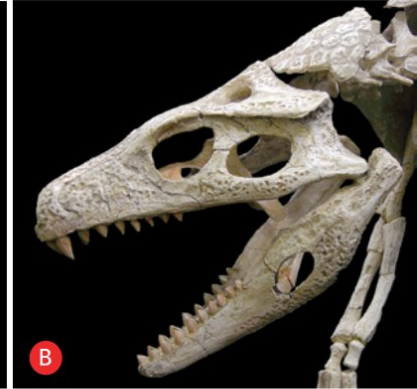
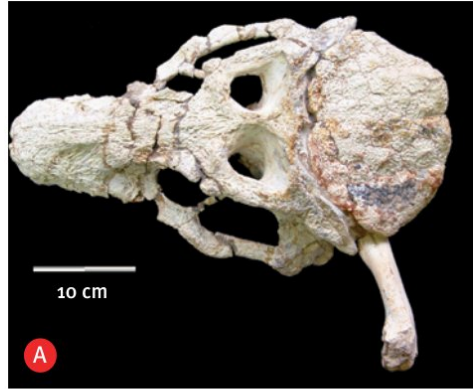
**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ

# Um animal do seu tempo

O crocodilo-tatu era capaz de mastigar alimentos, o que não é comum nos crocodilos e jacarés atuais, como revelaram os ossos fósseis (A) e a reconstrução da cabeça do animal (B)

**A** *armadillosuchus arrudai* é o nome da mais nova espécie de crocodilomorfo, parente dos crocodilos atuais, que viveu há milhões de anos, em território brasileiro. Os pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) que descreveram o animal o batizaram de crocodilo-tatu, pois ele apresenta similaridades com um tatu, como a presença de uma couraça. Além disso, o *A. arrudai* tinha a capacidade de mastigar alimentos. Essas características, inéditas entre outros espécimes do grupo, fazem do novo fóssil um achado único e ainda revelam uma versão diferente para o clima do fim do Cretáceo, há 90 milhões de anos, quando viveu o crocodilo-tatu. O artigo descrevendo o animal foi publicado na revista científica *Journal of South American Earth Sciences*.

Apresentado na abertura da exposição 'Visões da Terra', no Museu do Meio Ambiente do Jardim Botânico do Rio de Janeiro no dia 7 de julho último, o *A. arrudai* foi reconstruído a partir de fósseis (cabeça, couraça e pata) encontrados pelo professor do ensino médio João Tadeu Arruda, que foi homenageado pelos pesquisadores no nome científico do animal. Arruda achou as partes do



esqueleto em 2005 no município de General Salgado, no oeste paulista. O local faz parte da bacia Bauru, uma área sedimentar de 500 mil km<sup>2</sup> que se estende por Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo.

Nos últimos quatro anos, os cientistas analisaram os fragmentos fossilizados do animal e reconstruíram o esqueleto. Eles utilizaram várias técnicas, incluindo tomografia computadorizada. “Os estudos revelaram que o *A. arrudai*, apesar de suas características distintas dos outros crocodilomorfos, pertencia de fato a esse grupo”, conta o geólogo Ismar de Souza Carvalho, do Departamento de Geologia da UFRJ, um dos autores do artigo.

## Árido e quente

O crocodilo-tatu tinha cerca de 2m de comprimento e pesava aproximadamente 120 kg. Sua couraça garantia proteção contra os predadores, como *Baurusuchus salgadoensis*, outro crocodilomorfo que vivia nessa área e período e que provavelmente predava o *A. arrudai*. Mas a proteção não era apenas física – esse escudo natural também ajudaria o animal a não perder umidade. Junto com as garras especializadas para cavar, que permitiam ao animal se enterrar, essas características auxiliavam o crocodilo-tatu a se proteger do ambiente inóspito do fim do Cretáceo. “O ambiente era quente e árido, com rios que en-

(A) UFRJ DIVULGAÇÃO (B) RECONSTITUIÇÃO CAIO SCARPINI

O *Armadillosuchus arrudai* viveu há 90 milhões de anos e tinha características inéditas para os crocodilomorfos



RECONSTITUIÇÃO MILANI MARTINE

chiam com chuvas torrenciais e esporádicas”, relata Carvalho. Ele acrescenta que o local era extremamente seco, com rios temporários e lagos que secavam.

Dadas as condições ambientais em que vivia, não é surpresa que o novo crocodilomorfo tivesse uma dieta bastante variada, incluindo além de carne, vegetais, raízes de árvores e moluscos. Segundo os pesquisadores, essa conclusão vem das evidências encontradas nos fósseis. “Ele possuía dentes fortes e de textura áspera, com disposição similar à dos mamíferos. Há ainda indícios de que o *A. arrudai* tinha capacidade de mastigar, algo desconhecido nos crocodilos atuais”, informa o geólogo.

Uma descoberta propiciada pelas adaptações do fóssil ao ambiente árido é a de que as condições climáticas no interior do continente permaneciam extremas. O Cretáceo era conhecido por elevadas temperaturas, mas na segunda metade desse período, na época em que o *A. arrudai* vivia, o oceano Atlântico havia começado a se formar e o consenso entre os cientistas é que isso teria reduzido a temperatura na região, criando condições mais amenas. “Mas o crocodilo-tatu mostra que essa suavização climática parece ter se concentrado na costa”, explica Carvalho.

Para ele, a descoberta revela a diversidade da vida pré-histórica brasileira e permite compreender as transformações dos espaços ecológicos no decorrer do tempo geológico. “O *Armadillo-suchus arrudai* viveu por 10 milhões de anos, sendo extinto há 80 milhões de anos, provavelmente devido às mudanças climáticas daquele período”, conclui o geólogo.

**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ

## NUTRIÇÃO

### PREPARO CERTO

As tabelas de informação nutricional de alimentos servem de guia para que os médicos e nutricionistas desenvolvam dietas para os pacientes. No entanto, a maioria das tabelas não leva em conta um aspecto muito importante: a forma de preparo da comida. Uma pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) acaba de desenvolver uma nova tabela nutricional considerando este fator, ausente nas outras tabelas utilizadas no Brasil. O cardiologista Carlos Scherr, que realizou o estudo durante seu doutorado na UFRGS, afirma que um frango grelhado sem pele, por exemplo, tem 50% menos gordura do que um frango frito com pele. Algumas das tabelas de composição de alimentos mais utilizadas trazem somente os valores do frango cru.

Durante o estudo, foi avaliada a composição química de 75 produtos, considerando várias formas de preparo, no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), localizado em Campinas, São Paulo. Foram utilizados somente produtos nacionais para evitar equívocos encontrados em outras tabelas adotadas no Brasil, baseadas em tabelas americanas, onde, entre outros itens, o gado é diferente. Diversas formas de preparo dos alimentos foram comparadas. “Nossa preocupação foi avaliar a comida exatamente como vai à mesa”, explica Scherr. Os resultados derrubam alguns mitos, como o de que o pernil seria um vilão a ser sempre evitado por seu alto teor de gordura. “Quando se retira a gordura aparente e depois se prepara o pernil grelhado, ele tem menos gordura do que um contrafilé, qualquer que seja a forma como este é preparado”, revela.



Scherr ressalta que as dietas não precisam ser restritivas, já que assim é maior a chance de as pessoas as abandonarem e adotarem estilos de alimentação que aumentam o risco de ocorrência de doenças cardiovasculares. “Todos os alimentos podem ser consumidos, desde que seja utilizada prioritariamente sua forma de preparo mais saudável”, lembra. O cardiologista pretende dar continuidade à pesquisa e comparar as formas de preparo de outros pratos do dia a dia, como a feijoada.

Scherr afirma que a população ainda tem pouca informação sobre os alimentos. Produtos anunciados como ‘sem colesterol’ podem ser muito prejudiciais à saúde por conterem gordura saturada. “Ao entrar no organismo, a gordura saturada gera o triplo de colesterol da sua quantidade inicial”, explica. “Outro erro comum é preparar a carne com a gordura aparente e depois retirá-la. Durante o preparo, essa gordura é absorvida pela carne, então ela deve ser retirada antes”, completa.

**COMBATE AO CRIME • O Instituto de Segurança Pública do Rio de Janeiro (ISP-RJ) desenvolveu um sistema para ajudar a combater a criminalidade no estado. O Observatório de Análise Criminal é uma página na internet que permite mapear os delitos ocorridos na região metropolitana. A cada 30 minutos, a página é atualizada com as ocorrências, organizadas por região, data e hora, além de imagens espaciais atualizadas que indicam a proximidade do local do crime com favelas, batalhões e delegacias. O objetivo do projeto, que tem o apoio da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj), é oferecer uma base de dados de acesso rápido que facilite o planejamento de políticas de segurança pública e permita que as operações policiais tenham mais eficiência.**

# Interferência silenciosa

**A** casca de café tem o potencial de estimular ou inibir o crescimento de plantas. A conclusão é dos pesquisadores da Universidade Positivo (Paraná), que testaram o composto em interação com o pepino. Os resultados mostram que a planta tanto sofreu prejuízos quanto apresentou melhoras no crescimento, dependendo da concentração de casca de café utilizada. As conclusões tornam-se mais impactantes pelo fato de o Brasil ser o maior produtor de café do mundo. Só no estado do Paraná foram geradas 144 mil toneladas de resíduos de casca de café em 2008, segundo dados do estudo. Esse produto, em sua maior parte, torna-se adubo para a agricultura e, de acordo com os pesquisadores, pode estar interferindo na estrutura de diversas populações vegetais.

Algumas espécies de plantas produzem substâncias químicas, produtos de seu metabolismo, que, ao serem liberadas no ambiente, estimulam ou inibem o crescimento de outras: é a chamada alelopatia. A bióloga Dayane May comprovou, durante seu mestrado em Gestão Ambiental na Universidade Positivo, sob orientação de Leila Teresinha Maranhão, que a casca de café tem potencial alelopático, a partir de experimentos feitos com o pepino (*Cucumis sativus*), uma planta bioindicadora de alelopatia. “Já se sabia

que a cafeína é uma substância aleloquímica, mas faltava observar a interação efetiva entre o café e as plantas”, explica May. A casca de café aparece como resíduo do processo de beneficiamento dos grãos, e é utilizada pelos produtores como adubo orgânico.

Os pesquisadores submetem pilhas de casca de café à compostagem, um processo de decomposição controlada, com o intuito de observar se haveria liberação de substâncias aleloquímicas e testar a interação delas com a planta. Também foi monitorada a compostagem da cama de aviário, material que cobre o chão dos locais de criação de aves, em que a casca de café é largamente utilizada como componente, além de penas e fezes dos animais. Foram testados cinco tipos de compostos em ensaios com o pepino – um feito de 50% de cascas de café e 50% de solo, outro com 50% de cama de aviário e 50% de solo, um terceiro com 100% de cascas de café e o último com 100% de cama de aviário, além do solo comum. Os pesquisadores fizeram testes com pilhas expostas ao ar livre por 0, 15, 45 e 60 dias.

Os resultados mostraram que o pepino cresceu mais e de forma mais sadia quando havia a interferência dos compostos do que no solo comum. May afirma que esse potencial de estímulo do crescimento foi surpreendente, pois as

referências mais constantes à alelopatia na literatura dizem respeito à inibição, que acontece como um mecanismo de sobrevivência da planta em relação aos aspectos ambientais. “Alguns livros de botânica atuais classificam a alelopatia somente como potencial de inibição”, conta a bióloga.

Segundo May, o pepino não cresceu nos compostos de zero dia que tinham somente casca de café ou cama de aviário, mas com 60 dias os compostos já eram capazes de gerar o crescimento da planta mesmo sem a presença de terra, o que mostra que houve liberação de substâncias aleloquímicas. “Os melhores resultados pertencem aos compostos misturados com o solo”, conta. Os compostos de cama de aviário estimularam ainda mais o crescimento do pepino do que os de casca de café.

## Maior concentração provoca danos

A pesquisa também contou com uma etapa de experimentos em laboratório que observou a diferença do resultado do contato de diversas concentrações de casca de café com o pepino. Sementes da planta foram cultivadas em substrato comercial – terra vendida em floriculturas – misturada com um extrato aquoso de casca de café. “Com 20% do extrato, houve aumento da biomassa do pepino, o que mostra o potencial de estímulo

Extratos de cascas de café, usados como fertilizante, podem ajudar ou prejudicar o crescimento de plantas, dependendo da concentração



lo”, ressalta May. Porém, ao cultivar as sementes com o extrato aquoso mais concentrado, sem a presença de terra, em placas de petri (recipiente de vidro utilizado para observar a germinação de plantas em laboratório), houve inibição do crescimento. “Com ausência da terra e maior concentração da casca de café, foi observada uma série de anomalias, como o encurvamento e o engrossamento da radícula”, relata a bióloga.

Os pesquisadores fizeram um levantamento de informações sobre a estrutura da vegetação sob influência da casca de café no ambiente. Foram avaliadas quatro áreas de produção cafeeira, localizadas nas cidades de Jesuítas e Cafelândia, região norte do Paraná. Identificaram-se 34 espécies de plantas submetidas ao contato com a casca de café no solo, já que ela é amplamente utilizada como adubo pelos produtores do grão.

Os resultados indicaram que essas espécies podem estar sofrendo impactos. “Se a alelopatia pode interferir nas estruturas das comunidades vegetais, existe um impacto, que pode demandar um gerenciamento ambiental e sistemas de manejo do resíduo”, alerta a bióloga. Ela afirma que é necessário fazer mais pesquisas, como testes com plantas invasoras, para precisar o impacto gerado no ambiente. A bióloga ressalta que é possível também aproveitar o potencial aleloquímico do café para beneficiar a agricultura. “Poderiam ser criados novos herbicidas naturais, menos agressivos ao ambiente, à base de casca de café”, exemplifica.

**Tatiane Leal**  
Ciência Hoje/RJ



VANESSA REBOUÇAS DOS SANTOS

BOTÂNICA

## NOVA PLANTA ORNAMENTAL

A *Costus arabicus* L. pode ser a mais nova estrela nacional do mercado de plantas ornamentais graças à beleza de sua flor e suas folhagens, bem como sua facilidade de propagação. Parente do gengibre, a *C. arabicus* foi estudada pela engenheira agrônoma Vanessa Rebouças dos Santos durante sua tese de doutorado pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), com projeto financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). “Embora outros representantes do gênero *Costus* tenham sido pesquisados por conta de suas propriedades medicinais, não havia qualquer estudo sobre essa espécie”, conta a engenheira.

A pesquisa avaliou características como beleza da flor e das folhas, temperatura e quantidade de luz apropriadas para o desenvolvimento, e propagação. Santos descobriu que plantando em julho uma parte do rizoma (órgão subterrâneo que acumula amido) da *C. arabicus*, se poderia ter uma planta com flor já em novembro. No entanto, se fosse plantada após esse período, só floresceria em novembro do ano seguinte. “Essa espécie parece precisar de uma fase de repouso que acontece no inverno”, explica a engenheira.

Segundo Santos, o mercado de plantas ornamentais, cujas exportações em 2007 ficaram em torno de US\$ 35 milhões, já está saturado com as espécies tradicionais e procura substitutas. As representantes tropicais são especialmente desejadas por sua beleza e apresentam limitações para o cultivo no exterior. “Temos plantas nativas que se encaixam nesse perfil, mas, como não há pesquisas, elas deixam de ser utilizadas”, revela a engenheira, que agora se encontra no Instituto de Botânica de São Paulo e continua a pesquisar a *C. arabicus*.

**MENOS EFEITO ESTUFA • A área de floresta preservada nas terras indígenas e nas reservas extrativistas da Amazônia brasileira estoca 15 bilhões de toneladas de carbono, o equivalente a 30% do total desse elemento estocado nas florestas da região. É o que revela um estudo do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). Os dados mostram que o não desmatamento dessas regiões evita a liberação de uma quantidade de carbono oito vezes maior do que o previsto na primeira fase do Protocolo de Kyoto como esforço necessário para evitar a emissão de gases do efeito estufa. Os resultados do estudo trazem subsídios para a discussão do papel das populações que vivem na floresta na redução da emissão desses gases e sobre sua participação nas negociações internacionais sobre os mecanismos que sucederão o Protocolo de Kyoto em 2012.**



**GEOGRAFIA** Pesquisa traça perfil de núcleos urbanos à margem dos rios Amazonas e Solimões

# Cidades no Amazonas

Manaus, uma das cidades estudadas, foi abordada de modo diferente por ter um número de habitantes muito superior aos outros núcleos urbanos

**H**ouve avanço, mas também estagnação. Essa é a conclusão de um trabalho de caracterização das cidades amazônicas realizado por pesquisadores da Universidade Federal do Amazonas (Ufam) e apresentado na 61ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), em julho último, em Manaus. O estudo envolveu 25 cidades nas margens dos rios Amazonas e Solimões e mostrou, entre outros temas, que a mobilidade da população local melhorou, mas sua capacidade de comunicação ainda está abaixo da existente em outras cidades do país. O estudo oferece ainda uma nova maneira de classificar esses locais, baseada não apenas em seu tamanho, criando assim um conceito mais amplo do que é considerado urbano na Amazônia.

Realizada em 18 meses, entre 2007 e 2008, a pesquisa abrangeu Manaus e todas as cidades entre Tabatinga e Parintins. “Durante a análise dos resultados, Manaus foi considerada à parte, já que, com 1,75 milhão de habitantes, tem uma grandeza distinta das outras, que tinham no máximo 100 mil pessoas”, observou o geógrafo José Aldemir de Oliveira, coordenador do Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades na Amazônia Brasileira (Nepecab) e atual secretário de Ciência e Tecnologia do estado. Ele observa que, desde os anos 90,

não há um trabalho desse tipo na região.

“Além disso, diferentemente de outros estudos em geografia, em que a consulta de dados é feita em fontes secundárias, nós fomos a campo para coletar informações primárias”, ressalta Oliveira. O trabalho envolveu entrevistas e observações locais para levantar o perfil de cada cidade, incluindo comunicação, saúde, transporte e custo de cesta básica, entre outras.

## Avanço e estagnação

Segundo Oliveira, as mudanças fazem parte do processo de modernização, responsável pela presença de televisores em 98% dos lares e de empresas de tevê a cabo em todas as cidades. “Esse processo também trouxe benefícios e não é mais possível se concentrar em seus aspectos negativos”, reflete. Na área de transportes ocorreu uma melhoria das condições, embora a situação ainda seja precária. “Sou do interior da Amazônia e me lembro que, quando pequeno, só meu pai tinha um barco a motor no local onde morávamos. Hoje, há um em cada porto”, diz. A pesquisa confirmou que o transporte hidroviário é a base do sistema, com Manaus como grande polo dispersor.

Embora a locomoção pluvial seja forte, a pesquisa constatou que a inexistência de ônibus como meios de transporte urbanos e in-

terurbanos é suprida por uma grande quantidade de mototáxis. “Com exceção de Itacoatiara e Tabatinga, nenhuma das cidades pequenas tem ônibus. E todas têm associações de mototáxis”, revela o geógrafo. Segundo o estudo, algumas localidades têm até nove dessas sociedades. “Essa atividade é uma fonte de renda em locais onde a oferta de emprego é escassa”, comenta Oliveira.

Se os transportes apresentam melhora, o mesmo não acontece com as comunicações. O geógrafo é categórico a esse respeito: “No quesito internet, os habitantes do interior do Amazonas são brasileiros de segunda categoria. Eles não têm acesso a ela porque é caríssima e funciona muito mal. Aliás, o serviço é ruim em Manaus também, mas nessas cidades é pior”. A telefonia pública, segundo ele, também é escassa. O projeto Amazônia Digital pretende interligar, até o final do atual governo, 23 cidades do interior via satélite e a perspectiva é que até 2012 todas estejam integradas. “Para compensar o atraso, os cidadãos terão acesso livre a essa banda”, esclarece Oliveira.

## Renda social e gasolina

Os pesquisadores também encontraram outros dados interessantes. Por exemplo, ao analisarem o sistema financeiro, constataram apenas a presença dos bancos ofi-



ciais e do Bradesco, que manteve agências em muitas cidades devido a uma cláusula do contrato de compra do Banco do Estado do Amazonas (BEA). Mesmo assim, muitos lugares não têm uma agência sequer, o que causa sérios transtornos para a população.

Contudo, o que chamou a atenção dos cientistas foi um problema que, segundo eles, merece ser estudado: a presença do que chamaram de bancas financeiras. Esses locais, que em alguns lugares são literalmente estandes, emprestam dinheiro aos aposentados, entre outros, e as prestações são descontadas das folhas de pagamento. “Como essas cidades dependem em grande parte da renda social – aposentadorias, bolsas-escola etc. –, ou seja, é o dinheiro dessas fontes que movimentam o comércio local, sua retenção prejudica seriamente a comunidade”, alerta o geógrafo, que acredita que o problema só tende a se agravar.

Outra questão identificada pelo trabalho foi o contrabando e a venda ilegal de gasolina, especialmente nas cidades do alto Solimões, como Tabatinga e Benjamim. Devido aos altos custos desse produto na região, a população o compra em bancas de rua. A gasolina, produzida no Brasil, chega a esses lugares vinda da Colômbia, para onde é exportada sem impostos e, portanto, tem um preço final menor do que no Brasil. Para Oliveira, a população dessas cidades se envergonha dessa prática, pois tem um forte sentimento nacionalista. “As empresas estatais, como a Petrobras, deveriam se estabelecer nessas áreas. O custo de manter postos de gasolina na região é pequeno se comparado com o efeito de mostrar a presença do Estado”, sugere.

### Nova tipologia

Com base nos resultados obtidos, os pesquisadores propuseram um novo sistema de classificação para as cidades do interior do Amazonas. Em vez de pequena, média e

grande, elas seriam distribuídas em três categorias: cidades de responsabilidade territorial, de dinâmica econômica externa e especiais. As primeiras são as que, independentemente do tamanho da população, atuam como um polo que influencia as cidades mais próximas. Os melhores exemplos seriam Parintins, Itacoatiara e Tefé.

As de dinâmica econômica externa são aquelas que têm um papel significativo, não necessariamente na região em que se localizam, pois apresentam atividade econômica que as liga ao espaço exterior – que não é da rede urbana em torno delas. O exemplo seria Coari, cujos produtos, petróleo e gás natural, não circulam no entorno nem são consumidos lá. Além disso, ela não funciona como um polo, irradiando seu desenvolvimento, e sim como enclave.

Finalmente, as cidades especiais são aquelas que têm certa importância no raio exclusivo do município e algumas nem chegam a abranger todo o perímetro municipal. O exemplo seria Urucurituba, que só exerce influência no que está em seu entorno imediato, já que as outras partes do município se relacionam com Itacoatiara.

Oliveira conta que os resultados da pesquisa serão publicados em forma de livro, mas não este ano. Os pesquisadores pretendem aprofundar as informações sobre algumas cidades, como Parintins, Itacoatiara e Tefé, e iniciar um projeto similar, que vai analisar as cidades ao longo das rodovias BR-174, que liga Manaus a Boa Vista (RR), e BR-401, que vai de Boa Vista a Bonfim (RR). “Essa é uma pesquisa que não se pode fazer e depois abandonar – esses dados têm de ser atualizados continuamente”, finaliza.

### Fred Furtado

*Ciência Hoje*/Enviado especial a Manaus

## BIOTECNOLOGIA VEGETAL

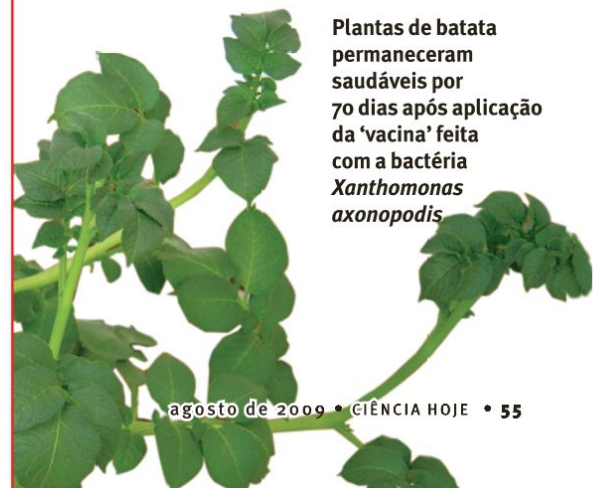
### VACINA PARA AS BATATAS

As plantações de batata (*Solanum tuberosum*) se tornarão mais resistentes ao ataque de bactérias graças a uma ‘vacina’ criada a partir de um micro-organismo que ataca cultivos cítricos. Desenvolvida por pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), em Porte Alegre, a técnica garante, com apenas uma aplicação, uma proteção de 80% por 70 dias contra uma das principais pragas da batata, a bactéria *Erwinia carotovora*. “Em contraste, o produto comercial disponível no mercado ofereceu proteção por 15 dias nos experimentos de comparação”, conta o biólogo Leandro Vieira Astarita, coordenador do Laboratório de Biotecnologia Vegetal da PUC-RS.

A pesquisa começou há três anos com o objetivo de identificar indutores do metabolismo secundário, as mudanças que a planta sofre em resposta aos estímulos ambientais, em especial aquelas relacionadas à proteção contra pragas. Após testar quatro bactérias, o grupo chegou à *Xanthomonas axonopodis*, que ataca frutas cítricas. “Ao borrifarmos esse micro-organismo inerte na folha da batata, induzimos uma resposta local que depois se torna sistêmica. Como o sistema imune da planta não tem memória como o humano, a reação é ampla e defende contra vários agressores, não só contra a *E. carotovora*”, explica Astarita. Além disso, o biólogo acrescenta que o tratamento não é tóxico e não altera as taxas de crescimento do vegetal. “De fato, as plantas tratadas ficaram mais belas que as que não receberam a vacina”, informa.

A técnica já foi patenteada e agora espera uma parceria para ser produzida, o que pode ocorrer no ano que vem. Segundo Astarita, a produção em escala industrial seria barata e simples. “Enquanto isso, trabalhamos para ajustar a dose do tratamento de maneira a cobrir o ciclo de 100 dias do cultivo da batata e testar se há efeito protetor contra fungos”, conclui.

LABORATÓRIO DE BIOTECNOLOGIA VEGETAL/PUC-RS



Plantas de batata permaneceram saudáveis por 70 dias após aplicação da ‘vacina’ feita com a bactéria *Xanthomonas axonopodis*.

# Sapatos 'verdes' na passarela

**A** ecologia botou os pés na passarela. Literalmente. O último lançamento para o inverno 2009 e o verão 2010 são os sapatos ecológicos, calçados cujas etapas de confecção foram pensadas para causar mínimo impacto ambiental.

O projeto é resultado de uma parceria entre a Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couro, Calçados e Artefatos (Assintecal) e a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), com apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e da Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex Brasil). A redução do consumo de energia na fabricação e da necessidade de transporte, além do uso de resíduos e materiais recicláveis como matéria-prima, foram algumas das medidas adotadas para a criação do 'sapato verde'.

"Esse projeto se insere no que chamamos de ecologia industrial", diz o químico Marcus Seferin, coordenador da empreitada. Ele explica que o primeiro passo, nesse tipo de abordagem, é a realização de um inventário de todas as etapas do ciclo de vida do produto – que, no caso dos calçados, começa com a obtenção da matéria-prima e termina com a chegada aos consumidores. "Inventa-

riar todo esse processo foi um trabalho gigantesco", recorda.

Em seguida, os pesquisadores identificaram os pontos da produção em que o impacto ambiental poderia ser minimizado e sugeriram soluções. "As empresas precisam 'comprar' a ideia", diz Seferin. "Por isso, buscamos soluções que não exigissem grandes investimentos", completa. Uma das alternativas criadas pelo químico e sua equipe foi a incorporação de sobras de couro ao laminado de madeira usado na fabricação do cabedal, peça que compõe a parte de cima dos sapatos. Desse modo, foi possível diminuir a produção de resíduos e o uso de matérias-primas mais poluentes, como o material sintético normalmente empregado para esse fim.

As mudanças não exigem a compra de novos equipamentos, pouco alteram o custo de fabricação e, segundo Seferin, ajudarão a valorizar o produto. "O calçado 'verde' é inovador, voltado para o mercado emergente do consumo consciente", avalia. O investimento nesse tipo de iniciativa também é visto como uma forma de driblar a concorrência de similares chineses, vendidos a preços menores que os de calçados de fabricação nacional, e de conquistar o mercado internacional. "O europeu, por exemplo, está muito atento aos impactos ambientais dos itens que consome", diz o pesquisador.

## Consciência e beleza

O aspecto estético do calçado 'verde' não foi deixado de lado no projeto: quem se encarregou



FOTO MARCOS COLOMBO/Divulgação PUCRS

do desenho dos modelos produzidos até agora foi o estilista Walter Rodrigues, reconhecido como um dos expoentes brasileiros do mundo da moda e coordenador do Núcleo de Design e Inovação da Assintecal. Rodrigues criou duas coleções de calçados femininos que foram apresentadas nas edições de verão e inverno do Fashion Rio – evento onde as grifes desfilam os lançamentos da próxima estação – e na Couro Moda de São Paulo, feira internacional de artigos de couro.

Seferin afirma que será preciso boa divulgação para que o consumidor brasileiro opte pelo calçado 'verde' na hora de suas compras. "Mas a busca por produtos ambientalmente sustentáveis é tendência. E o aumento da demanda irá impulsionar uma mudança cultural no setor", aposta.

**Mariana Ferraz**  
Ciência Hoje/RJ



## Universidade com mais alunos negros

Atualmente, apenas 7,4% dos estudantes da Universidade Federal da Bahia (UFBA) são negros, apesar de o estado ser o de maior população afrodescendente do país. Essa realidade impulsionou a criação do projeto Oguntec, cujo objetivo é estimular os jovens negros a ingressarem em carreiras científicas. O sucesso é grande: de 35 alunos participantes, 30 já foram aprovados em vestibulares de universidades públicas e privadas da Bahia.

A responsável pela iniciativa é a estatística Sheila Regina dos Santos Pereira. Ela foi uma das atendidas pelo curso pré-vestibular oferecido a jovens carentes de Salvador pelo Instituto Cultural Steve Biko. Ao ingressar na universidade, porém, espantou-se com o baixo percentual de negros nas salas de aula. “Eu não me via representada na universidade e comecei a me perguntar o porquê disso”, conta.

A jovem, então, propôs ao instituto a criação do Oguntec. Além de aulas de reforço em disciplinas como matemática, física e português, o projeto procura elevar a autoestima dos alunos. “Queremos que eles saibam que podem ser médicos, advogados, engenheiros”, diz.

Pereira apresentou o Oguntec durante a 61ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), que aconteceu em julho em Manaus. O projeto ganhou o primeiro lugar da edição de 2008 do prêmio Jovem Cientista, oferecido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em parceria com a Fundação Roberto Marinho e o Grupo Gerdau.

**Sheila Regina dos Santos Pereira, responsável pela criação do projeto Oguntec, foi a vencedora da edição de 2008 do prêmio Jovem Cientista, outorgado em julho último em Manaus, durante a 61ª Reunião Anual da SBPC**



## ZOOTECNIA

## Novo cardápio para vacas leiteiras

O rebanho leiteiro do Colégio Agrícola de Castro (PR) foi protagonista de um estudo inédito no Brasil. Ao pesquisar um novo cardápio para os animais, a graduanda em zootecnia Veridiana de Souza, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), concluiu que um novo aditivo – denominado ureia protegida – é ótima opção para alimentar rebanhos de alta produtividade. Além de melhorar a qualidade da dieta, reduz custos do produtor, devido ao elevado preço do farelo de soja.

A ureia costuma ser incluída na alimentação do gado leiteiro, mas pode causar a morte de animais se oferecida em excesso. “Quando a substância chega ao rúmen [primeira cavidade dos pré-estômagos dos ruminantes], ela rapidamente se converte em amônia”, explica Souza. Segundo ela, a absorção da amônia pode, em poucos minutos, produzir uma grave intoxicação.

Produtores de todo o mundo passaram então a usar a chamada ureia protegida – a mesma substância, porém modificada para retardar sua transformação em amônia. Assim, após o consumo, ela leva mais tempo para ser absorvida pelo organismo do animal, praticamente anulando os riscos de intoxicação.

No Brasil, a adição de ureia protegida na dieta de vacas leiteiras de alta produtividade nunca havia sido estudada. É nesse ponto que está o mérito do trabalho

de Souza, que elaborou o primeiro estudo sistemático da aplicação da substância na alimentação de bovinos leiteiros do Paraná.

A pesquisa foi feita com rebanhos de elevada produção em Castro, município brasileiro de maior captação diária de leite. “Na ração dos animais, substituímos 1 kg do farelo de soja por 100 g de ureia protegida”, conta Souza. “Suspeitávamos que, com isso, a produtividade das vacas leiteiras diminuiria. Mas fomos surpreendidos; a produtividade permaneceu a mesma”, comemora a jovem pesquisadora.

Nos rebanhos leiteiros do Paraná, a alimentação de cada vaca custa até R\$ 12 por dia. Com a substituição de parte do farelo de soja pela ureia protegida, a expectativa é que os produtores economizem cerca de 3% desse valor. “Pode parecer pouco, mas é na soma de pequenas economias que, ao final, o produtor sai ganhando”, garante o orientador da pesquisa, Rodrigo de Almeida, do Departamento de Zootecnia da UFPR.

Rebanho de alta produtividade, em Castro (PR), ingere mistura em que parte do farelo de soja foi substituída por ureia protegida: resultados positivos



# A ciência dos mitos de Lévi-Strauss

**Renato Sztutman**

Departamento de Antropologia,  
Universidade de São Paulo



**E**m um texto singelo, de 1968, escrito em homenagem a Claude Lévi-Strauss, o antropólogo e etnógrafo francês Pierre Clastres (1934-1977) alega que com esse autor vemos a antropologia deixar de ser apenas discurso científico sobre os outros – os povos indígenas, por exemplo – para ser também um diálogo filosófico com eles. Nas palavras desse discípulo pouco ortodoxo, “se, em um sentido, a antropologia é uma ciência, ela é ao mesmo tempo outra coisa que uma ciência”.

A sugestão de Clastres torna-se evidente com os quatro volumes das *Mitológicas*: *O cru e o cozido* (1964), *Do mel às cinzas* (1966), *A origem dos modos à mesa* (1968) e *O homem nu* (1971), todos eles traduzidos por Beatriz Perrone-Moisés para a editora Cosac Naify (o último volume ainda não foi lançado).

Lévi-Strauss refere-se à sua tetralogia como uma espécie de tratado sobre a “ciência dos mitos”.

A expressão carrega um duplo sentido. De um lado, temos a ciência moderna

– a antropologia, no caso, paulada pelo método estruturalista – debruçada sobre centenas de mitos dos indígenas americanos. De outro, a ciência que emana dos mitos eles mesmos e causa espanto ao cientista que a eles se dedica.

Não seria equivocado afirmar que esse duplo sentido da ciência acompanha toda a obra de Lévi-Strauss, tornando-se mais evidente, ou mesmo revestindo-se de maior positividade, ao longo das *Mitológicas*. No primeiro momento da obra do autor, que remonta às décadas de 1940 e 1950, o grande desafio é elaborar uma ciência capaz de dar conta dos “outros mundos” e, assim, desvendar sua lógica subjacente. O método estruturalista, anunciado em *As estruturas elementares do parentesco* (1949) e delineado nos artigos de *Antropologia estrutural* (1958), tenta colocar a antropologia – e as ciências humanas em geral – no patamar das ciências experimentais, de modo a alcançar as leis de operação do espírito humano. Lévi-Strauss privilegia, com sua visada, dois objetos de pesquisa: o sistema de parentesco

e a mitologia, já que ambos se comportam de modo análogo à linguagem, submetendo-se a regras inconscientes, a sintaxes. No caso da mitologia, mais especificamente, trata-se de revelar uma lógica complexa escondida por uma série de proposições que, a um primeiro olhar, soam contraditórias.

O momento seguinte da obra de Lévi-Strauss foi marcado pela publicação de *O pensamento selvagem* (1962). Nesse livro, o autor propõe que operações evidenciadas pelo pensamento de povos não ocidentais podem contribuir para o projeto de alargamento da razão, visto que revelam aspectos que o ocidente moderno tende a eclipsar. Eis o que ele reconhece como “pensamento selvagem”: pensamento que não é “dos selvagens”, mas que, reencontrado entre eles, se apresenta como modo fundamental de todo o pensamento humano. Em ‘A ciência do concreto’, primeiro capítulo da obra, voltamos justamente à ambiguidade do termo ciência, tal como empregado por Lévi-Strauss. De um lado, surge a velha oposição entre pensamen-

**O mito devolve à ciência os poderes da imaginação, sem os quais esta sequer poderia ter existido**

to científico (“domesticado”) e pensamento mítico (“selvagem”). De outro, redescobrimos outra ciência na operação dos próprios mitos e sistemas de classificação dos povos ditos primitivos, que, lembra o autor, são guiados pelos mesmos apetites de conhecimento que nós.

Lévi-Strauss refere-se à oposição entre magia e ciência para mostrar que, longe de ser uma ciência “falsa” ou “embrionária”, como quizeram os antropólogos evolucionistas, a magia serviria às mesmas exigências intelectuais que a ciência – ambas colocam-se o problema da causalidade –, valendo-se, no entanto, de diferentes modos de conhecer e manifestando diferentes resultados práticos. Se a magia se move no campo do sensível, da imaginação, dos signos – sempre a meio caminho entre perceptos e conceitos –, a ciência teria se distanciado fortemente desse domínio para adentrar o campo do conceito e das funções.

Em *O cru e o cozido*, que abre um novo momento em sua obra, Lévi-Strauss, focado nos mitos dos indígenas sul-americanos, propõe-se a demonstrar a operação de uma “lógica das qualidades sensíveis”. Seu intento é compreender a maneira pela qual, por meio de signos e imagens – em grande parte extraídas do mundo natural –, os mitos refletem sobre questões análogas às da ciência, como a passagem da natureza para a cultura, a origem do mundo e do homem, o processo de especiação etc. O autor inicia, assim, um mergulho jamais visto no que ele chama de “ciência dos mitos”, sempre mantendo o duplo sentido da expressão.

Na famosa ‘Abertura’, o etnólogo confessa que a análise estrutural do mito permite compreender os modos de operação do espírito humano. O mito emerge como uma espécie de objeto ideal do estruturalismo, já que, despreendido dos sujeitos – “os mitos conversam entre si” –, revela o espírito humano brincando a sós consigo mesmo. Mas o próprio Lévi-Strauss afirma, no

mesmo texto, que de tanto perseguir o movimento do pensamento mítico acabou por imitá-lo; que de tanto buscar um discurso sobre a mitologia dos indígenas americanos acabou escrevendo um livro que é ele mesmo um mito, ou melhor, o “mito da mitologia”. O movimento de mão dupla aqui referido se torna mais radical: “Dá no mesmo que, neste livro, o pensamento dos indígenas sul-americanos tome forma sob operação do meu pensamento, ou o contrário.”

### O poder da imaginação

As questões sobre a ciência dos mitos, que se espalham por entre os quatro volumes das *Mitológicas*, retornam logo nas primeiras páginas de *História de lince* (1991), designado por Lévi-Strauss como a última de suas “pequenas mitológicas”. O autor emprega a metáfora do jogo de xadrez para se referir à análise estrutural do mito, uma vez que o mito ocupa o papel de rival do analista, e isso espelha a paridade entre ambos. Nós, modernos, acreditamos que o mito já teria perdido o jogo para a ciência. Mas Lévi-Strauss lembra que o primeiro devolve à última os “poderes da imaginação”, sem os quais esta sequer poderia ter existido. E alega que no tempo atual o pensamento mítico tem voltado a ser um intercessor decisivo no mundo científico. Em primeiro lugar porque ele se tornou “o único meio para os físicos de se comunicar com os não físicos”. As descobertas da ciência – o universo em expansão, a descrição do mundo físico de duas maneiras alternativas e excludentes (corpúscular e ondulatória), o *Big Bang* etc. – apareceriam, para os leigos, como mitos, já que sua compreensão dependeria fortemente de um esforço imaginativo. O abismo entre o mundo clássico e o mundo quântico, revelado pelos físicos, recolocaria para nós a imagem de uma sobrenatureza, de algo intangível que deve ser imaginado.

Em um pequeno artigo, publica-

do em 1993 no jornal italiano *La Repubblica*, Lévi-Strauss sugere que os paradoxos com que nos deparamos na descrição de fenômenos físicos reenviam para os paradoxos encontrados na mitologia dos indígenas americanos. Descrever o *Big Bang* como um tempo em que o tempo ainda não existia e um espaço antes do espaço, isto é, todo um “universo em germe”, remete a descrições míticas em que essas torções espaço-temporais se veem igualmente operantes. Os mitos americanos não cansam, por exemplo, de descrever um tempo “antes do tempo” em que os animais eram humanos, ou melhor, todos eram simultaneamente animais e humanos.

No mesmo artigo, Lévi-Strauss evoca um expoente da física quântica, o dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), para reiterar a necessidade de uma colaboração entre cientistas, etnólogos e poetas. Isso porque, para Bohr, assim como para Lévi-Strauss, não há especulação intelectual sem imaginação, sem representação antecipada e algo confusa de uma ordem de realidade que não se pode conhecer por via imediata. Nessa colaboração, as ciências humanas devem se aproximar das ciências experimentais, e vice-versa.

Mas “isso não é tudo” (expressão que, como observa o antropólogo Eduardo Viveiros de Castro, condensa o movimento das *Mitológicas*). A antropologia, ciência de Lévi-Strauss, ciência humana, não poderia ficar alheia aos outros modos de fazer ciência que não são aqueles promulgados pela revolução científica moderna. Entre esses modos, aqueles que podemos colher nos mitos americanos. Se, na história do mundo ocidental, ciência e mito tiveram de se distanciar, hoje, ironicamente, por conta dos avanços tortuosos da própria ciência moderna, podemos entrever um reencontro. Reencontro que atenta para a impossibilidade de recalcar o que há de mito na ciência, e vice-versa. ■

**Sheyla R. M. Couceiro\***

*Programa de Pós-graduação em Ecologia,  
Universidade de Brasília*

**Claudia P. Fonseca**

*Departamento de Ecologia,  
Instituto de Ciências Biológicas,  
Universidade de Brasília*



# Sedimentos reduzem biodiversidade

**Estudo realizado em riachos da floresta amazônica constatou que sedimentos provenientes da erosão do solo resultante de desmatamentos e de outras atividades humanas (sedimentos antropogênicos) podem afetar os organismos que vivem no ambiente aquático, com sérios prejuízos ecológicos. Os resultados reforçam a necessidade de considerar esse tipo de sedimento como poluição e de realizar programas de prevenção e correção do problema.**

A erosão do solo e das rochas é um processo que ocorre naturalmente, em todo o mundo, principalmente em decorrência de chuvas e ventos. Ao longo do tempo, em toda a Terra, os sedimentos resultantes de erosão em uma área são depositados em outras, formando novas terras, inclusive em locais originalmente ocupados por sistemas aquáticos. No entanto, atividades humanas, como o desmatamento (para agricultura, urbanização, mineração, construção de estradas e corte de madeira), têm acelerado a erosão dos solos (figura 1), aumentando o fluxo de sedimentos para rios, lagos e outros sistemas aquáticos.

Uma vez que a presença desses sedimentos gerados por atividades humanas nos cursos d'água está relacionada a diferentes usos da terra, esses sedimentos são quase sempre vistos como um resultado da atividade e não como uma poluição, e por isso são ignorados.

Essa visão, no entanto, vem mudando: agências ambientais de países como Estados Unidos, Austrália e Nova Zelândia já inclui-

ram os sedimentos em suspensão entre os itens de avaliações da qualidade de água de ecossistemas aquáticos. Nos Estados Unidos, sedimentos antropogênicos são considerados a principal poluição dos seus cursos de águas ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)) e causam prejuízos de US\$ 16 bilhões por ano.

Desde 1993 os ecólogos norte-americanos Lewis L. Osborne e David A. Kovacic alertavam para esse problema: "A redução do aporte de sedimentos para os ecossistemas aquáticos deveria se tornar o principal objetivo das agências de recursos naturais, pois o carregamento e deposição de sedimentos nesses ecossistemas constituem um dos mais sérios problemas da qualidade de água em todo o mundo."

**N**o Brasil, ainda há poucos estudos sobre o impacto do aporte de sedimentos em corpos d'água, processo que tem degradado muitos riachos, rios e lagoas no país. Os principais estudos nacionais sobre sedimentos antropogênicos em sistemas aquáticos tratam dos

reservatórios de barragens construídas para gerar energia (em usinas hidrelétricas) ou para abastecer cidades. Isso acontece porque o acúmulo de sedimentos nesses sistemas causa sérios prejuízos econômicos: o aporte constante, além de tornar sua remoção apenas paliativa, pode resultar até na desativação do reservatório antes do prazo de vida útil previsto à época de sua implantação.

Os principais problemas que dificultam os estudos sobre o aporte de sedimentos em rios e riachos no Brasil são (1) a ausência de registros históricos desse processo, em especial nas pequenas bacias, naquelas não usadas para o abastecimento de água ou nas bacias que não representam perigo de inundação para moradias, e (2) a variação nas taxas de erosão em uma mesma localidade (áreas sujeitas a erosão severa podem ter áreas vizinhas praticamente intac-

tas e, mesmo em áreas com erosão, a intensidade do processo pode variar bastante de um trecho para outro).

Sedimentos decorrentes de atividades humanas são considerados não pontuais, ou seja, as fontes são difusas e os efeitos sobre os sistemas aquáticos podem ocorrer muito longe do local onde a terra está sendo erodida. Esses sedimentos, dependendo de suas características e do fluxo da bacia de drenagem, podem ser transportados por distâncias superiores a 1 km. O transporte depende da velocidade da água, do tipo de sedimento transportado e das propriedades físicas das partículas. Partículas grandes, por exemplo, viajam curtas distâncias, sendo logo depositadas no leito dos cursos d'água, enquanto partículas minúsculas permanecem suspensas por mais tempo e alcançam maiores distâncias. Partículas finas depositadas

podem se infiltrar nos primeiros 30 cm do leito e ser ressuspensas pelo fluxo de água.

O excesso de sedimentos em um corpo d'água pode alterar suas características físicas e químicas, provocando aumento na turbidez (com redução da camada onde ocorre penetração da luz) (figura 2), assoreamento do canal e aquecimento da água em riachos e rios (em razão da menor velocidade desta), redução no valor nutricional de detritos, alteração de processos químicos naturais e liberação de poluentes agregados às partículas dos materiais sedimentares (fertilizantes, metais pesados e outros). Essas mudanças no ambiente aquático podem afetar a dinâmica das comunidades biológicas ali presentes e os serviços ecológicos que estas prestam, já que a degradação da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes (importantes para o equilíbrio am-

FOTOS DE SHEYLA R. M. COLUCEIRO



Figura 1. Os desmatamentos resultam em exposição do solo (A), que é desagregado e transportado por chuvas e ventos (B) até os riachos (C)



Figura 2. Com o aporte de sedimentos, o riacho, que naturalmente tem águas pretas (A), passa a apresentar uma cor leitosa, devido à alta concentração de sedimentos (B). O resultado, após algum tempo, é o assoreamento do riacho, que represa as águas (C)

## Agências ambientais brasileiras devem considerar como poluição o aporte de sedimentos antropogênicos em ecossistemas e devem desenvolver programas para fiscalizar e combater o problema

biental) dependem das contínuas interações entre os organismos e o ambiente físico e químico. Sedimentos, quando em excesso, podem prejudicar muitos organismos aquáticos, devido a soterramento e entupimento de estruturas respiratórias (brânquias) e de coleta de alimento (seres filtradores), ou por impedir a busca visual por alimento. Esses prejuízos podem levar à extinção local de algumas populações.

Algumas pesquisas têm sido realizadas, no Brasil, para estimar o balanço de sedimentos e a deposição de sedimentos em microbacias, mas não abordam aspectos ecológicos e biológicos, que avaliem os efeitos diretos desse aporte sobre a fauna aquática. A maior parte das informações disponíveis sobre esse tema vem de estudos feitos em regiões temperadas ou florestas da Nova Zelândia e de

Porto Rico, onde a fauna é diferente da observada no Brasil.

As autoras deste artigo estudaram recentemente 19 riachos de áreas florestais, no município de Coari (AM), para avaliar o impacto do aporte de sedimentos antropogênicos – no caso, decorrentes do desmatamento para a abertura de estradas e de atividades ligadas à exploração de petróleo e gás natural – na comunidade de macroinvertebrados aquáticos, composta principalmente por insetos, crustáceos, moluscos e anelídeos. O estudo demonstrou que, em riachos que recebem esses sedimentos, a riqueza (número de diferentes grupos taxonômicos) e a densidade (número de indivíduos) de macroinvertebrados foram reduzidas, respectivamente, à metade e a um quarto dos valores obtidos em outros riachos da mesma re-

gião nos quais não ocorre esse problema (figura 3).

Foram particularmente afetados os insetos fragmentadores de folhas, uma vez que a proporção desse grupo, em relação aos demais (como macroinvertebrados predadores, raspadores, filtradores e coletores-apanhadores), foi reduzida de modo significativo nos riachos impactados. Esses resultados implicam, além de perda de biodiversidade, mudanças no funcionamento ecológico desses riachos, pois esses pequenos animais têm participação importante na ciclagem de nutrientes e no repasse destes para os demais integrantes da cadeia alimentar aquática. Os insetos fragmentadores, assim como fungos e bactérias, estão associados ao repasse inicial de nutrientes a outros organismos em pequenos riachos de áreas florestadas, que dependem de materiais vindos de fora (folhas, galhos, frutos e outros) para seu sustento.

Um experimento (feito no mesmo estudo, em três riachos) sobre a degradação de pacotes de folhas submersas em suas áreas, em trechos situados a montante (antes) e a jusante (depois) do ponto por onde passa uma estrada, mostrou, em um dos riachos, que a degradação das folhas é significativamente menor abaixo da interse-

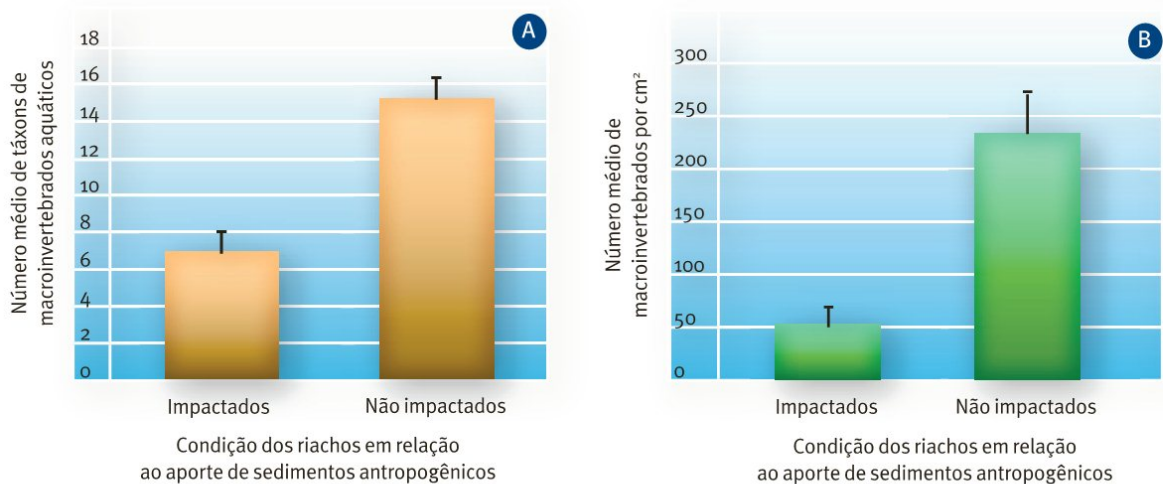


Figura 3. Comparação entre a riqueza (A) e densidade (B) de macroinvertebrados entre riachos impactados e não impactados por sedimentos de origem humana na bacia do rio Urucu, em Coari (AM)



ção com a estrada, em relação ao trecho acima desta. No trecho a jusante, há mais sedimentos finos depositados e a densidade de macroinvertebrados fragmentadores é menor que no trecho a montante da estrada (figura 4), o que confirma a hipótese de mudanças ecológicas nos riachos em consequência do aporte de sedimentos antropogênicos.

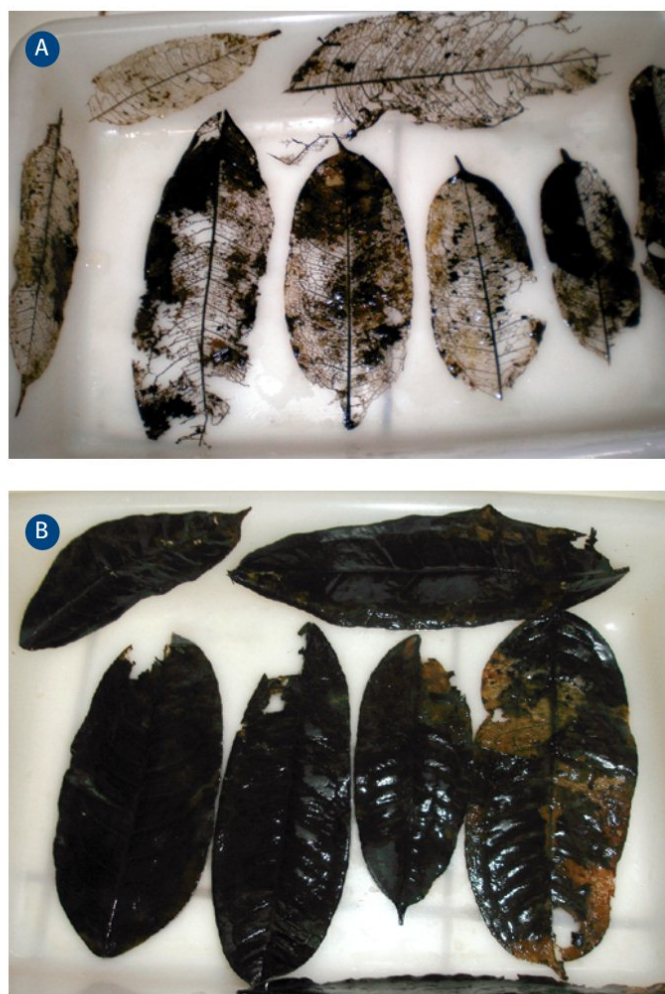
A redução na riqueza e na densidade de macroinvertebrados causada pelo aporte desses sedimentos afeta ainda a disponibilidade de alimento para organismos terrestres que vivem às margens dos riachos, como pássaros, aranhas e morcegos. Isso porque a maior parte dos insetos aquáticos é terrestre na fase adulta e serve de alimento para esses outros animais.

Nosso estudo demonstra, portanto, o efeito prejudicial dos sedimentos antropogênicos sobre a fauna de macroinvertebrados aquáticos e sobre o funcionamento ecológico dos riachos. Esses resultados reforçam a necessidade de as agências ambientais brasileiras considerarem como poluição o aporte desse tipo de sedi-

mento em ecossistemas e desenvolverem programas para fiscalizar e combater esse problema, como ocorre em outros países. Também demonstram que estudos da qualidade da água de riachos, rios e lagos devem incluir avaliações de comunidades aquáticas e de processos ecológicos, uma vez que tanto essas comunidades quanto esses processos podem ser modificados de acordo com o grau de impacto ocasionado ao sistema.

mento em ecossistemas e desenvolverem programas para fiscalizar e combater esse problema, como ocorre em outros países. Também demonstram que estudos da qualidade da água de riachos, rios e lagos devem incluir avaliações de comunidades aquáticas e de processos ecológicos, uma vez que tanto essas comunidades quanto esses processos podem ser modificados de acordo com o grau de impacto ocasionado ao sistema.

*\* São coautores deste artigo Neusa Hamada e Bruce R. Forsberg, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*



**ATENÇÃO, 'JOVENS' DE TODAS AS IDADES**

**Não percam os desafios propostos em**

Estes 40 enigmas são um aperitivo para aqueles que veem na matemática uma atividade criativa e divertida

**PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR**

**0800 727 8999 [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br)**



# Palavra de arquiteto

## Inquietação teórica e estratégia projetual na obra de oito arquitetos contemporâneos

Rafael Moneo

São Paulo, CosacNaify, 368 p., R\$ 65

A publicação deste livro do arquiteto espanhol Rafael Moneo é, sob diversos aspectos, oportuna. A obra é a consolidação de curso dado no início dos anos 90 para os estudantes da prestigiosa Harvard Graduate School of Design – escola da qual Moneo foi professor e de cujo Departamento de Arquitetura foi diretor entre 1984 e 1990.

Para Moneo, a opção pela análise da obra de oito arquitetos contemporâneos se justifica uma vez que, em suas palavras, “as escolas de arquitetura deveriam prestar atenção no cenário contemporâneo, nos arquitetos que ainda não passaram ao Olimpo dos manuais”. Ainda que fruto de uma escolha pessoal, o recorte proposto pelo autor não deixa de ser coerente: reflete a concepção mais ou menos generalizada hoje de que o chamado mundo contemporâneo pode ser definido em termos de uma superação do universo moderno (superação que, por diversas razões, tem como marco histórico a Segunda Guerra Mundial). No caso da arquitetura (como também das artes em geral), o contemporâneo se identificaria com a percepção de certo esgotamento de fundamentos e esquemas formais da arquitetura do movimento moderno.

Ao eger James Stirling (1926-1992) como ponto de partida de sua análise, Moneo, coerentemente, reconhece no colega britânico “o arquiteto que nos anos 50 e 60 fez

um esforço admirável para conferir uma estrutura nova à linguagem da arquitetura moderna”. Não surpreende que, na esteira de Stirling, sejam tratados dois dos maiores ícones do chamado pós-modernismo arquitetônico – o italiano Aldo Rossi (1931-1997) e o norte-americano Robert Venturi.

Como sugere o título, o livro não aborda genericamente a obra dos oito eleitos. O propósito de Moneo é tratar especialmente da relação entre teoria e prática na arquitetura contemporânea. Ou melhor – entre inquietação teórica e estratégia projetual. A ênfase tem como fundamento a premissa de que “o modo de abordar o estudo da arquitetura nos últimos tempos resulta mais em ensaios críticos que na elaboração de uma teoria sistemática”. Ao afirmá-lo, Moneo deixa claro como, propositalmente, ele se afasta de uma reflexão estritamente teórica.

Na prática, tal premissa serve como uma espécie de salvo-conduto. Salvo-conduto, sobretudo, para uma reflexão que, não obstante alguns momentos de grande inspiração (particularmente quando ele trata da descrição e análise formal de projetos e edifícios), é caracterizada pela incipiência teórica. Mais do que a erudição vazia (para falar do arquiteto português Álvaro Siza, por exemplo, faz referência, entre outros, a Aristóteles, Heráclito, Santo Agostinho, Fernando Pessoa



e Henri Bergson), incomoda a imprecisão conceitual. As ocorrências são inúmeras, e destaco apenas duas: (1) ao vincular o “valor de instante” e a valorização da “surpresa” – características supostamente centrais na obra de Siza – à ideia de “contemplação”, Moneo inadvertidamente articula constelações estéticas e temporais não apenas divergentes, mas antagônicas: “contemplação” pertencendo ao domínio da idealidade atemporal clássica, ao passo que “instante” e “surpresa” pertencem a um ‘mundo da vida’ por definição anticlássico; (2) a confusão sistemática entre imagético, figural e figurativo, como atesta a seguinte passagem: “Há portanto neste primeiro Eisenman uma resistência ao figurativismo que convém sublinhar; a geometria como alternativa à figura, à imagem”.

Não chega a surpreender, portanto, que a precariedade do aparelhamento teórico de Moneo (e, não obstante toda inquietação, o aparente desinteresse pela teoria *strictu senso*) acabe comprometendo a análise de arquitetos cujas obras têm um viés mais conceitual. O estudo da obra do holandês Rem Koolhaas, por exemplo, fica muito aquém de sua complexidade. Defi-

nir sua obra como um “coquetel” – “considerando que nela encontramos múltiplas referências, distintos sabores” – diz muito do comentador e praticamente nada da obra comentada. Algo, aliás, que Moneo reconhece: “Não entendo como o arquiteto [Koolhaas] que associou estrutura e planos inclinados no Kunsthall em Rotterdam agora trabalhe de forma tão descuidada”. *Et pour cause...*

Assim, fica claro que, embora não trate de sua própria produção, Moneo de algum modo fala neste livro também de si mesmo. Afinal, trata-se de um arquiteto que, como boa parte dos oito eleitos, soube conjugar com enorme sucesso não exatamente teoria e prática (como, inversamente, sempre procurou fazer pelo menos um dos analisados, Peter Eisenman), mas precisamente “inquietação teórica” e “estratégia projetual”. Ora, foi o compromisso atávico com o sucesso (dos projetos, das carreiras, dos escritórios de arquitetura) aquilo que sempre afastou a teoria da prática da arquitetura (e, simultaneamente, o que distinguiu esta das artes em geral, por definição desinteressadas). Pois, entendido como pensamento, o exercício da teoria só pode ser livre – livre, sobretudo, de qualquer compromisso programático com o sucesso.

Não deixa de ser sintomático nesse sentido que Moneo trate o domínio do projeto de arquitetura nos termos de uma “estratégia” – palavra que, como se sabe, advém do universo militar e que, etimologicamente, remete tanto ao alcançamento de objetivos como ao emprego de ardis e subterfúgios. Razão por que este livro – destinado em primeiríssimo lugar a jovens estudantes de arquitetura – é tão bem-sucedido quanto fracassado.

**Otávio Leonidio**

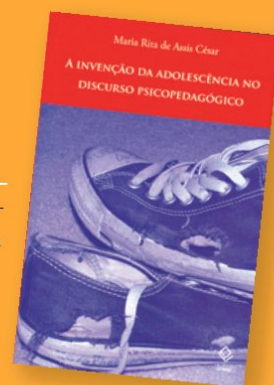
*Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro*

**A invenção da adolescência no discurso psicopedagógico**

**Maria Rita de Assis César**

*São Paulo, Editora Unesp, 168 p. R\$ 32*

Desde o ‘nascimento’ da adolescência, nos manuais de psicopedagogia do início do século 20, vários discursos foram produzidos para definir o que é o adolescente. Era preciso discernir os comportamentos normais dos patológicos, de acordo com as concepções morais e os argumentos científicos, relacionados especialmente à sexualidade. Neste livro, a autora examina os manuais de psicologia da adolescência e analisa os discursos produzidos sobre o sujeito ideal e o ‘adolescente problema’ ao longo da história. No livro, que teve origem em sua dissertação de mestrado em educação pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), ela chega até a década de 1990, que considera como o ‘fim’ da adolescência, tomando como eixo de análise o filme *Kids*, de Larry Clark. A partir daí, o modelo tradicional do adolescente dá lugar a novas representações, entre elas, a adolescência como um resgate da felicidade perdida.



**O ornamento da massa**

**Siegfried Kracauer**

*São Paulo, Cosac Naify, 384 p., R\$ 69*



Traduzido pela primeira vez para o português, o livro reúne artigos do alemão Siegfried Kracauer (1889-1966), um dos mais importantes teóricos da cultura de massa, cujo pensamento vincula-se à Escola de Frankfurt. Reunidos pelo próprio autor pela primeira vez em 1963, muitos dos artigos foram publicados entre os anos 1920 e 1930 no jornal *Frankfurter Zeitung*, do qual era editor de cultura. Neles, Kracauer reflete sobre o cinema, a fotografia, os *best-sellers*, o turismo, a dança de salão, entre outros assuntos, além de escrever, no calor da hora, sobre autores como Walter Benjamin e Franz Kafka.

A obra mostra o seu olhar aguçado sobre temas até então ignorados pelos intelectuais, que não os consideravam importantes por serem apreciados pelas massas, e não pela elite. Para Kracauer, essas formas de expressão cultural revelavam diversos elementos da sociedade a que eram destinadas e constituíam manifestações inconscientes da história.

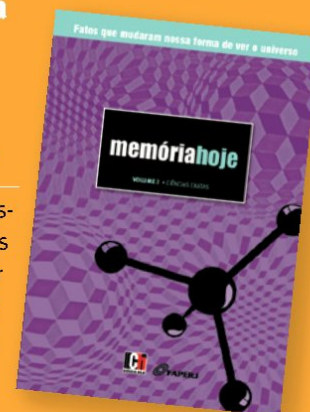
**Memória hoje – Fatos que mudaram nossa forma de ver o universo**

**Alicia Ivanissevich**

**e Antonio Augusto Passos Videira (Orgs.)**

*Rio de Janeiro, Instituto Ciência Hoje, 296 p., R\$ 20*

A seção Memória, que vem sendo publicada desde 1997 na revista *Ciência Hoje*, focaliza fatos, teorias, descobertas e invenções que mudaram nossa forma de ver o universo, a natureza e o ser humano. Depois de um primeiro volume, voltado às ciências biológicas e ambientais, agora é a vez dos grandes feitos no campo das ciências exatas. Nos 53 artigos reunidos neste segundo volume, são destacados desde a construção dos primeiros relógios mecânicos, no século 13, até o nascimento da internet, no início da década de 1980. Entre esses extremos, emergem esforços de pesquisadores que deram maioridade à matemática, à astronomia, à física e à química, possibilitando progressos sem precedentes à sociedade humana.



# A Björnberg de Coqueiros

De personagem do *Sítio do Picapau Amarelo* a pesquisadora da Universidade de São Paulo, “foi só um pulo”. Com seu jeito brincalhão, Tagea Björnberg resume assim, de maneira muito simples e humilde, a sua invejável trajetória intelectual de bióloga, planctologista, oceanógrafa, professora, exímia desenhista e leitora voraz.

Ainda na infância, confessa: devorava as obras de Monteiro Lobato e, curiosa e sapeca, identificava-se a tal ponto com as ideias e estripulias de Emília que resolveu escrever ao escritor para sugerir-lhe novas aventuras. Da correspondência de Tagea com Monteiro Lobato surgiram pelo menos dois personagens: o menino Peninha, baseado em Peter Pan, e ela própria: a Björnberg de Coqueiros – uma das crianças que burla a vigilância de dona Benta e chega ao *Sítio do Picapau Amarelo* para conhecer a Emília e viver novas aventuras. Foi essa a forma que o escritor encontrou para homenagear seus leitores-crianças, aqueles que lhe escreviam para avaliar as suas histórias e dar-lhe, de presente, novas ideias. Tagea estava entre eles – os leitores preferidos de Monteiro Lobato.

Mais tarde, novas andanças! Formada em história natural pela Universidade de São Paulo, na década de 1940, Tagea Björnberg teve oportunidade de conviver com alguns dos mestres pioneiros das ciências naturais no país e, graças à indicação de um deles (Ernst Marcus, da zoologia), tornou-se assistente de outro: Jesus Santiago Moure, o padre Moure, no Paraná. Pôde presenciar, assim, o início da então recém-criada Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a constituição de um dos mais importantes grupos de pesquisas entomológicas do Brasil.

De volta a São Paulo, em 1954, Tagea começou a trabalhar, a convite de Marta Vanucci, como planctologista no Instituto Oceanográfico (IO) da Universidade de São Paulo (USP), instituição onde se tornou oceanógrafa em 1960 e realizou até 1966 importantes estudos sobre o desenvolvimento dos copépodes marinhos (pequeníssimos crustáceos).

Em uma época em que praticamente ninguém trabalhava com esses organismos,

ela identificou e caracterizou, de maneira pioneira, os estágios larvais de 37 espécies de copépodes planctônicos marinhos de regiões tropicais e neotropicais, coletando e criando esses animais no Instituto de Biologia Marinha do Caribe, na ilha de Curaçao, e na base norte do Instituto Oceanográfico da USP, em Ubatuba, litoral norte paulista.

Mesmo contando com equipamentos e métodos simples de cultivo, os resultados obtidos por Tagea, e apresentados em sua tese de livre-docência no Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da USP, em 1968, são surpreendentes. Mais surpreendentes, ainda, consideram os especialistas, são a qualidade da descrição e a riqueza de detalhes nos desenhos feitos pela pesquisadora para caracterizar cada estágio larval das espécies estudadas (ver 'Pequenos personagens, descrições notáveis', em *CH* 252).

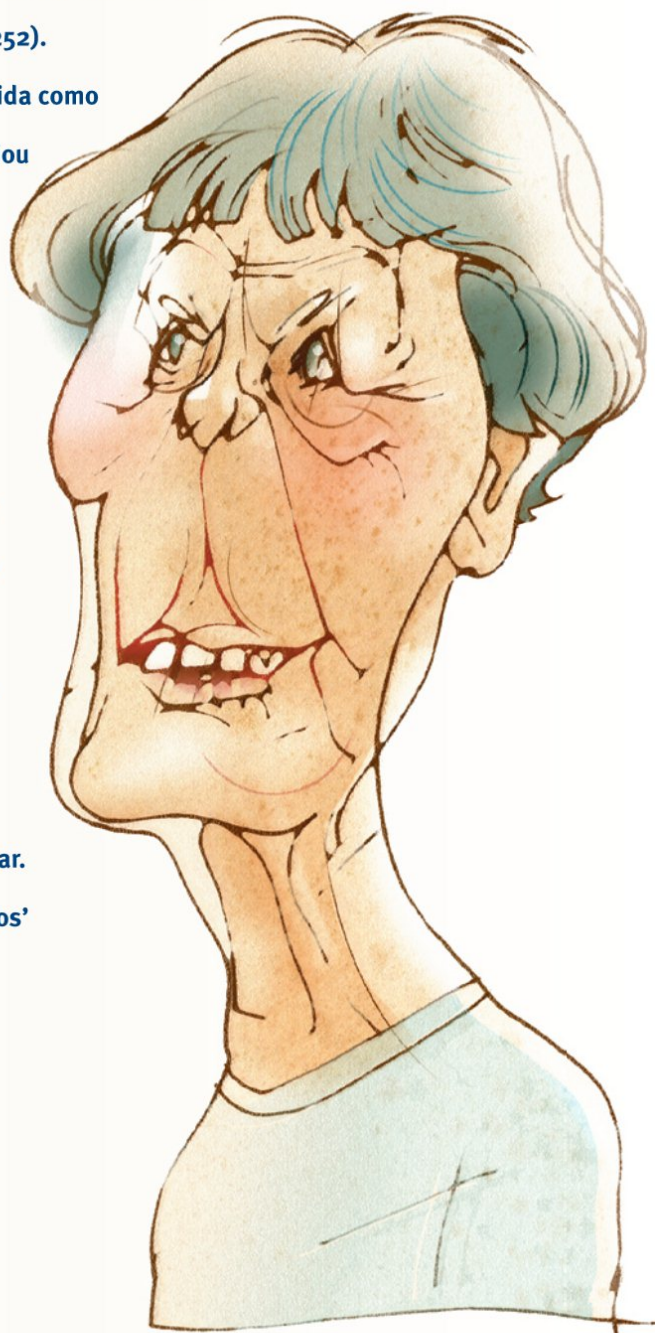
Além de seu mérito como pesquisadora, Tagea também é reconhecida como professora. No início de sua carreira e durante mais de 15 anos, conciliou a pesquisa com aulas de história natural e biologia no ensino médio público (de 1948 a 1961). Mais tarde, de 1966 a 1981, assumiu aulas de zoologia de invertebrados no Departamento de Zoologia da USP. Não há ex-aluno que não se recorde da professora Tagea.

Não há também quem não se delicie com as histórias que ela conta.

Aos 84 anos, incansável e sempre sorridente, Tagea ainda cumpre uma rotina diária: percorre, com seu fusca prateado, o trecho de serra que separa a sua casa, na praia paulista de Barequeçaba, em São Sebastião, do Centro de Biologia Marinha da USP, o CEBIMar. Faz isso desde 1981, quando se aposentou como professora no Departamento de Zoologia da USP, mas optou por continuar trabalhando, agora em um lugar muito mais sossegado e à beira do mar.

Foi lá, no CEBIMar, ao som das ondas, que a 'Björnberg de Coqueiros' recebeu a *Ciência Hoje* para dar este depoimento.

Entrevista concedida a  
**Álvaro Esteves Migotto**  
 (Centro de Biologia Marinha/USP),  
**Ana Maria de Souza**  
 (Departamento de Zoologia/USP)  
 e **Vera Rita da Costa**  
 (Ciência Hoje/SP)





Tagea Björnberg, em 1930, em Coqueiros

*Seu nome não nega: sua origem é europeia. Onde a senhora nasceu?*

Já nasci próxima do mar, em São Vicente, no litoral paulista, quando a cidade ainda era comarca de Santos.

*Quer dizer que, apesar de seu nome e sobrenome, a senhora é 'caiçara'?*

Não, melhor que isso: sou calunga, pois quem nascia em São Vicente naquele tempo era chamado assim. Minha mãe, Maria Simon, era santista, filha de um pernambucano e de uma catarinense de origem alemã. Meu avô materno era corretor de câmbio e saiu de Pernambuco para ser corretor de café em Santos. Ele ficou riquíssimo por conta disso, comprou uma área grande na praia de José Menino, onde na época só havia mansões. Depois, com a quebra da bolsa em 1929 e a crise do café, ele perdeu tudo e mudou-se para São Vicente, onde nasci. Meu pai [James Alfred Björnberg] era brasileiro, filho de um sueco e uma dinamarquesa. Meu avô paterno era farmacêutico e veio trabalhar no Brasil, em Campinas, no interior de São Paulo. Mas meu pai ficou órfão cedo, com apenas 1 ano de idade, e mudou-se para Coqueiros [atual Arcadas, subdistrito do município de Amparo, interior paulista], onde seu tio materno, José Jacobsen, havia fundado um curtume. Meu pai foi, então, criado em Coqueiros e, depois de casado, optou por viver lá. Por isso, foi em Coqueiros que passei minha infância e boa parte da adolescência.

*Seus pais tinham interesse em ciências? A que a senhora credita sua escolha profissional?*

Minha mãe ainda teve a oportunidade de usufruir da riqueza do café. Ela estudou em um colégio interno para moças, na Inglaterra, e teve uma educação muito boa lá. Só interrompeu seus estudos no exterior quando estourou a Primeira Guerra Mundial. Mas, mesmo de volta ao Brasil, foi estudar em um ótimo colégio, o Sion, em São Paulo. Ela falava alemão, inglês e, no Sion, aprendeu também o francês. Embora ela própria achasse o alemão a língua mais difícil, foi essa a primeira língua que ela me ensinou. Na infância, ela só falava em alemão comigo, para que eu aprendesse bem a língua. Até escrever em alemão, e com letra gótica, ela me ensinou.

Devo à minha mãe uma educação que pouca gente teve a felicidade de receber em casa. Lembro-me dela ensinando-me sobre arte, história da civilização e religião. Lembro-me também que ela mandava vir literatura infantil do exterior – jornais, revistas e livros infantis –, para eu e meu irmão lermos. Também recordo que ela recebia e lia revistas sobre como educar os filhos, ou seja, já naquela época ela estava preocupada com métodos de aprendizagem. Mas, não se iludam, nossa educação foi em regime de quartel. Pregada à parede, havia uma tabela a seguir, com horários e temas que tínhamos que estudar no dia. Mas não tenho do que reclamar: tivemos também nossas horas de lazer e brincadeiras.

*Sua mãe, então, teve grande influência intelectual em sua infância?*

Certamente, mas meu pai também teve. Ele falava dinamarquês e também cultivava o hábito da leitura. Ele costumava sentar conosco no chão da sala e contar histórias, traduzindo-as das revistas e dos livros que recebia.

*Foram seus pais que lhe apresentaram Monteiro Lobato? Conte-nos a história de a senhora ter virado personagem do Sítio do Picapau...*

Conheci as histórias de Monteiro Lobato por meio de meus pais. Eles compravam os livros que líamos apaixonadamente. Naquele tempo não havia televisão e o rádio só apareceu em casa quando eu já era adolescente. Então, a leitura era o passatempo de nossa família. Após o jantar, era sagrado sentarmos todos na sala para ler.

Eu tinha paixão pelos livros – e as histórias de Monteiro Lobato, em especial, eu amava. Em um de seus livros, Monteiro Lobato sugeriu que seus leitores – as crianças – escrevessem para ele. Então, não tive dúvida: escrevi comentando as histórias e sugerindo outras. Lembro-me que, em uma das cartas, sugeri que ele escrevesse uma história que contasse com a participação do Peter Pan, pois eu acabara de ler um livro que minha tia havia mandado da Inglaterra e estava encantada com esse personagem. Parece que ele gostou da ideia, pois depois, em um de seus livros, apareceu o Peninha – um personagem semelhante ao Peter Pan. Eu fiquei muito feliz, muito realizada com isso. Imagine, se não me engano, tinha apenas 10 anos quando isso aconteceu.

*Além de dar ideias ao Monteiro Lobato, suas cartas a levaram diretamente ao Sítio, não? Afinal, a Björnberg de Coqueiros, citada no Sítio do Picapau Amarelo como fazendo parte do grupo de crianças que burlou as regras de Dona Benta e descobriu como chegar ao sítio, só pode ser a senhora...*

É mesmo? Disso eu não me lembro! Quer dizer que eu virei personagem?

*Isso mesmo! A senhora tornou-se uma leitora-personagem de Monteiro Lobato.*

Isso é muito bom, uma honra para mim, pois considero as obras de Monteiro Lobato para crianças maravilhosas. Sem dúvida, os livros dele influenciaram muito as crianças daquela época. Aliás, acho que ainda hoje influenciam, pois há muitas adaptações de suas obras para a TV, não é mesmo?

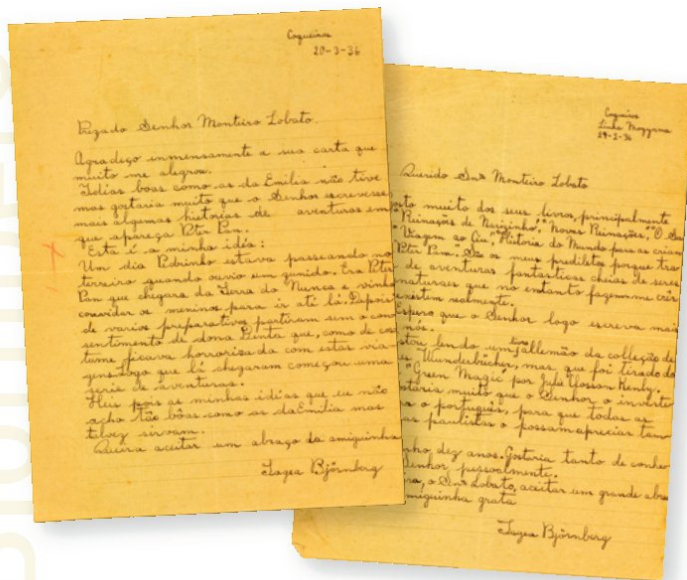
*Entre os livros de Monteiro Lobato, há aqueles em que ele se propunha a ensinar ciência.*

*Em O poço de visconde, ele dá noções de geologia básica, enquanto em Serões de Dona Benta ele apresenta, de forma deliciosa, os conceitos mais importantes da física e da química. Foi por meio dele que a senhora teve despertado seu fascínio pelas ciências naturais?*

Diretamente, não. Acho que meu gosto pela ciência surgiu dos passeios que meus pais faziam conosco pelas cercanias de Coqueiros. Morávamos nos contrafortes da serra da Mantiqueira, em uma área de terreno muito irregular e de paisagem muito bonita. Coqueiros, naquele tempo [nas décadas de 1930 e 1940], ainda era apenas um povoado, um vilarejo, constituído em torno da estação de trem, pertencente à antiga Companhia Mogiana de Estradas de Ferro. Ao criarem o curtume Coqueiros, em 1894, os tios de meu pai foram praticamente os fundadores do lugar. Depois, instalou-se lá uma fábrica de cola, da família francesa Rebière, na qual se aproveitava a raspa do couro do curtume para fazer cola e gelatina. Lembro-me que, na minha infância, havia apenas duas ruas em Coqueiros – a rua do Boncristiani e a rua do Sapo. Ou seja, não havia nada em Coqueiros, mas o lugar é lindo e, nos passeios que fazíamos, eu me deliciava com a paisagem. Minha curiosidade era muito despertada pelas plantas e animais que meus pais me mostravam nesses passeios e acho que foi graças a isso que aprendi a gostar da natureza e de arte. Aliás, ainda hoje essas são as minhas duas grandes paixões: sinto-me realizada fazendo minhas pesquisas em zoologia e, principalmente, os desenhos dos copépodes que estudo atualmente. ▶

Tagea Björnberg com sua mãe e o irmão, Alfredo Björnberg, em Coqueiros, em 1934, época em que começou a ler Monteiro Lobato





Reprodução de cartas enviadas por Tagea Björnberg ao escritor Monteiro Lobato, que criou um personagem com o nome dela

**Como foi a sua educação formal?**

Nos primeiros anos, meus pais não nos colocaram na escola. Eles preferiram nos educar em casa. Eles achavam que as pessoas que frequentavam a escola local, naquele tempo, eram muito simples e não queriam que eu e meu irmão sobressaíssemos em relação às outras crianças, por causa dos conhecimentos que já tínhamos. Então, fizeram um acordo com o diretor da escola local, que era um excelente professor. Ele passou a almoçar em nossa casa todos os dias e, em retribuição, nos dava aulas. O que não aprendi com minha mãe, aprendi com esse professor, Guido Morrone. Apenas quando eu já estava mocinha, na adolescência, minha mãe fez questão de me matricular na escola. Ela achou que já era tempo de eu conviver com outros jovens, no ambiente da escola, e não queria, também, que nós nos sentíssemos especiais ou privilegiados por sermos educados em casa. Fui, então, estudar no ginásio do estado, em Amparo, onde também estudou Setembrino Petri [ver 'Caçador de microfósseis', em CH 230] – que estava alguns anos à minha frente. O ginásio de Amparo era excelente, embora nem todos os professores fossem formados nas disciplinas em que ministravam aula. O professor de química, Ariosto Persicano, que era muito bom, era o farmacêutico da cidade; já o professor de matemática, Jauperi de Moraes Franco, era formado em engenharia. Eu detestava números, mas aprendi a gostar de matemática graças a esse professor.

**Esse irmão a que a senhora se refere é Alfredo Björnberg, do Instituto de Geociências da USP?**

Isso mesmo! Meu irmão é três anos mais novo do que eu. Ele também fez história natural na USP e também se tornou professor da universidade, mas sua área de interesse sempre foi a geologia. Na maior parte de sua carreira, ele fez pesquisa e foi professor na Escola de Engenharia de São Carlos. Agora está aposentado e mora em São Paulo. Como meu irmão, eu também queria estudar geologia, porque eu gostava demais de paleontologia. Na USP, tive aulas de paleontologia com Kenneth Caster [1908-1992], que já era, na época, um paleontólogo reconhecido. Ele era norte-americano e veio passar um tempo no Brasil para pesquisar e coletar fósseis. Caster era um entusiasta e empolgava todos com suas aulas – mesmo elas sendo faladas meio em português, meio em inglês, numa linguagem muito enrolada. Foram suas aulas que me fizeram pensar seriamente em seguir a área de paleontologia. Mas aí Victor Leinz [1904-1983], um professor alemão que também estava na USP e chefiava o Departamento de Geologia e Paleontologia, acabou me convencendo de que a geologia não era coisa para mulheres.

**Essa restrição às mulheres era, assim, explícita?**

Não, na realidade, não. Leinz foi até muito discreto. Ele era um senhor muito distinto e não se opôs diretamente, mas deu a entender que não julgava a geologia uma área apropriada para mulheres, principalmente por causa dos trabalhos de campo. Eu não me importava com o trabalho de campo ou o trabalho duro, mas, durante a conversa, ele me deu uma lista de matérias que eu deveria saber e perguntou muito sério: “A senhora domina química, física e, principalmente, matemática?” Bom, aí a coisa pegava mesmo: ir para o campo, carregar peso, não me impressionava, mas a matemática e a física, sim. Tinha conhecimentos básicos nessas áreas, mas não me julgava entendida nelas. Então, pensei melhor e resolvi ficar na biologia mesmo.

**A senhora entrou em que ano na USP?**

Acho que foi em 1943 ou 1944, não sei ao certo. Apenas me lembro que foi ainda durante a Segunda Guerra – e que ela terminou antes de eu me formar, em 1948. Uma coisa curiosa desse período é que entrei na universidade sem o vestibular. Quer dizer, eu até fiz o exame, mas ele não foi considerado. Não sei muito bem por quê. Talvez tenha sido por causa da guerra...

LOBATO, M. O SÍTIO DO PICAPAU AMARELO. SÃO PAULO



No ano em que entrei na USP, também havia poucos candidatos para o curso de história natural, menos do que o número de vagas. Então, um decreto permitiu que os candidatos que tivessem os pré-requisitos necessários fossem aceitos. Acho que essa exceção aconteceu porque havia falta de professores formados. Assim como os meus professores em Amparo, quem dava aulas não necessariamente tinha formação na disciplina que ensinava. Somente quando eu já estava formada, acho que ainda em 1948, foi realizado o primeiro concurso estadual para professor do ensino secundário. Eu fiz esse concurso e fiquei muito feliz por ter passado. Não ter dependido do vestibular para ingressar na universidade talvez tenha sido a minha grande sorte, porque o vestibular daquele tempo era muito difícil, e eu não havia me saído nada bem em todas as matérias. Eu já estava até conformada em fazer um dos cursos preparatórios para o exame, que já existiam naquela época.

*Logo depois que se formou, então, tornou-se professora no ensino médio?*

Ah, sim. Minha mãe sempre me dizia: “Quando formada, filha, a primeira coisa que você deve fazer é o concurso para ser professora, para garantir um emprego fixo.” Então, quando abriu o concurso, eu não tive dúvidas: prestei e passei! Nessa época, meu pai já havia falecido e nós já estávamos morando em São Paulo. Minha mãe dava aulas particulares de inglês e nos sustentava assim. Minha expectativa quando cursei a universidade era me tornar professora – o que naquele tempo era uma atividade muito respeitada e bem remunerada – e ajudar minha mãe.

*Quem foram seus colegas de turma? Como era o ambiente no curso de história natural da USP no tempo em que a senhora foi estudante?*

Havia duas turmas diferentes que frequentavam o curso. Uma era formada pelos que haviam estudado no Colégio Pedro II, em São Paulo. Esse colégio Estadual, era considerado o máximo! Então, aqueles que haviam saído de lá tinham um saber extraordinário e eram mais ‘chiques’. Mas havia também pessoas como eu, coitada, que havia saído de Coqueiros. Éramos apenas 29 alunos e a divisão entre nós era visível: os do Colégio Pedro II sentavam de um lado da sala e nós, os outros, sentávamos do outro lado. O curioso é que, ao longo do curso, a turma dos ‘chiques’ foi desistindo e, ao final, sobraram mais os da turma dos ‘mixurucas’.

*Quem fazia parte dessa turma?*

Dos que seguiram carreira de pesquisador e se formaram comigo, lembro-me da Lygia [Freire Gaspar], que se casou com o professor [Antonio] Brito da Cunha. Os outros que se formaram tornaram-se professores do ensino médio, como a Alda Torres Martins e a Odila Palomo Gomes. Minha vontade inicial, quando passei no concurso para professora, era dar aulas em Amparo, onde eu ainda tinha parentes, mas aí me fizeram ver que eu iria desalojar meus antigos professores. Por isso, acabei indo para Sorocaba, no interior do estado, onde dei aulas de história natural no científico [ensino médio] do colégio Julio Prestes de Albuquerque. Eu ensinava botânica, geologia, zoologia, genética, uma porção de coisas. Depois, consegui me transferir para São Paulo, para o colégio estadual Fernão Dias Paes Leme, de Pinheiros, que também era muito bom – um dos bons colégios estaduais que colocavam muitos alunos na USP, sem precisar de curso preparatório. Naquele tempo, as escolas públicas eram excelentes, muito rigorosas e disputadíssimas, muito melhores que as particulares.

*E como a senhora retornou à universidade, à carreira de pesquisadora?*

Minha volta à universidade se deu quando o padre Moure [ver ‘No mundo dos insetos’, em CH 61], que era professor da UFPR, pediu a Ernst [Gustav Gotthelf] Marcus [1893-1968], professor de zoologia da USP, a indicação de uma pessoa para ser sua assistente em Curitiba. Naquela época, eu havia começado, em paralelo às aulas que dava no colégio estadual, a preparar um trabalho com Paulo Sawaya [1903-1995], em uma espécie de estágio de pesquisa. Eu tinha, então, contato também com o professor Marcus, e ele acabou me indicando para a vaga em Curitiba.

Aula prática de invertebrados, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, em 1946. Da esquerda para a direita: Maria Dolores Ungaretti, Lygia Freire Gaspar, Tagea Björnberg, Odila Palomo Gomes e Iole Galeotti (sentada)



ARQUIVO PESSOAL DE TAGEA BJÖRNBERG

*E como foi trabalhar com o padre Moure?  
Com que tema a senhora trabalhou na UFPR?  
Também estudou as abelhas?*

Não. Lá no Paraná eu continuei pesquisando o *Balanoglossus*, um verme que vive enterrado na areia e que era o tema do trabalho que havia começado a fazer sob orientação de Paulo Sawaya, ainda em São Paulo. Mas eu me desentendi com o Sawaya e quem passou a me orientar nesse trabalho foi o próprio Marcus.

Aliás, o *Balanoglossus* me acompanhou por um bom tempo e foi o tema de minha tese de doutorado na USP. O padre Moure era uma pessoa interessantíssima. Apesar de padre, tinha a mente aberta e uma cultura geral excepcional. Ele era apaixonado pela zoologia, em especial pelas abelhas neotropicais, que já eram o tema principal de seus estudos na época. Ele também se interessava por motores. Na verdade, ele tinha um fascínio enorme por motores, por mecânica, e sei que, mais tarde, também ficou fascinado por computadores.

*O motivo desse desentendimento com Sawaya foi científico?*

Sim. Foi por causa do danado do *Balanoglossus*. Mas acho que a culpa foi minha. Eu sou muito brincalhona, desinibida, e quando cheguei ao Paraná, escrevi uma carta a Sawaya dizendo que estava estudando o *Balanoglossus*, que havia conseguido um mundo de coisas, toda a bibliografia na França etc. Não quis parecer metida; apenas estava demonstrando a minha empolgação. Mas Sawaya não percebeu isso. Ele era muito sério, interpretou de modo diferente e ficou ofendido. Mais tarde esse mal-entendido foi desfeito e voltamos a ser amigos.

*Quanto tempo a senhora ficou no Paraná?*

Três anos, entre 1951 e 1954. A UFPR ainda estava em seu início e funcionava em algumas salas cedidas por uma irmandade [os Irmãos Maristas]. O padre Moure era o catedrático de zoologia. Aliás, ele também era um grande professor, que cativava todos os alunos. Se não fosse ele, acho que muito dificilmente a universidade teria se tornado o centro de referência que é hoje. Ele tinha muita visão científica e administrativa. Lembro-me

Excursão para estudos de geologia e mineralogia, em Salto de Mogi-Guaçu, em 1946. Da esquerda para direita: João José Bigarella, Alda Torres Martins, Lygia Freire Gaspar, Tagea Björnberg, Odila Palomo Gomes

que ele recebia uma pequena verba para aplicar em livros, mas como tinha consciência de que não conseguiria formar uma biblioteca geral de zoologia, pois o dinheiro era mesmo pouco para isso, optou por investi-lo na compra de livros sobre insetos. Ele mandou vir do exterior tudo de bom que havia sobre insetos e conseguiu, assim, compor uma das principais bibliotecas em entomologia do país. Eu me beneficieei indiretamente dessa visão do padre Moure, pois, por meio dele, pude pedir que viesse do exterior – principalmente da França – toda a bibliografia existente sobre o *Balanoglossus*. Graças ao seu entusiasmo, o padre Moure conseguiu unir esforços e formar um centro de pesquisas em entomologia em Curitiba que se tornou um dos mais importantes da América do Sul. Conseguiu reunir lá pessoas muito interessadas em pesquisa, como os irmãos Freire-Maia [Newton e Adhemar] e o professor Hans Jacobi, da Alemanha. Aliás, o professor Jacobi, que assumiu as aulas de fisiologia lá na UFPR, já estudava, nessa época, copépodes marinhos bentônicos – um tema ao qual comecei a me dedicar recentemente. Lembro-me de ir com o padre Moure e o Jacobi ao litoral paranaense, até Paranaguá, para fazer coletas. Essas excursões eram verdadeiras aventuras, ainda mais se o padre Moure resolvesse dirigir o barco, só prestasse atenção no motor e o fizesse encalhar, obrigando o Jacobi – que tinha 2 m de altura e era muito forte – a desencilhá-lo.

*E o que a fez voltar para São Paulo?*

Para ser sincera, o salário! Naquela época [na década de 1950], os professores de São Paulo, mesmo do nível secundário, eram muito bem pagos. Já nas universidades federais o salário era realmente baixo, tão baixo que, para eu não ser prejudicada ou passar necessidade, o padre Moure me arranhou um trabalho também no Museu Paranaense, em uma espécie de estágio remunerado. No entanto, ao final de dois anos, o diretor do museu, José Loureiro [Ascensão] Fernandes [1903-1977], decidiu cancelar essa minha bolsa-estágio. Aí, ficou difícil, porque, sem esse ganho, eu não cobriria nem as minhas despesas locais e, além disso, não poderia ajudar minha mãe. Então, resolvi reassumir meu cargo de professora secundária em São Paulo.



**Foi também nessa época que a senhora ingressou no Instituto Oceanográfico da USP?**

Exatamente. Voltei para São Paulo para reassumir a escola secundária, mas ao mesmo tempo procurei a Marta Vannucci [ver 'Senso de responsabilidade e dever', em CH 93], porque ela havia estado lá no Paraná, visitando-nos. A Marta também fez o doutorado com Ernst Marcus e tinha sido assistente dele no Departamento de Zoologia. Ela se envolveu diretamente na estruturação do Instituto de Oceanografia, junto com [Wladimir] Besnard [1890-1960] e, em sua visita ao Paraná, havia me dito que se eu quisesse voltar para São Paulo, ela poderia me arranjar trabalho no Instituto Oceanográfico. Então, quando voltei a São Paulo, procurei a Marta e passei a trabalhar em três períodos. Eu dava aulas de manhã e à noite e, de tarde, trabalhava no Instituto. Comecei lá como planctologista, em 1954, depois passei a oceanógrafa, em 1960. Em 1966, a convite da professora Diva [Diniz Corrêa, 1918-1993], tornei-me assistente no Departamento de Zoologia [da USP]. Foi no Instituto Oceanográfico, ainda no início de minha carreira, que consegui material suficiente para finalizar minha tese de doutorado sobre o *Balanoglossus*.

**Que material é esse a que a senhora se refere?**

As larvas de *Balanoglossus*. Finalmente consegui obter as larvas, quando fui fazer um estágio no Instituto de Biologia Marinha do Caribe, em Curaçao, uma ilha de possessão holandesa, ao norte da Venezuela. Até aquele tempo, na década de 1960, havia quem estudasse as larvas e quem estudasse os adultos, mas ninguém havia conseguido ainda fazer a ligação entre os diferentes estágios. Lá em Curaçao, consegui coletar as larvas e criá-las, mas não foi fácil. Lembro-me de ficar um dia desesperada porque a circulação de água do mar no laboratório foi interrompida durante a noite. Quando cheguei no laboratório de manhã, minhas larvas estavam todas decompostas.

Foi muito frustrante! Eu estava com as larvas de *Balanoglossus* crescendo, lindas, maravilhosas e, de repente, meu trabalho foi perdido. Esse fracasso foi fundamental para eu me decidir de vez pelos copépodes, que não são vermes nem tão frágeis. Até então eu ainda estava dividida entre esses dois grupos, mas lá mesmo, em Curaçao, comecei a criar larvas de copépodes em laboratório e decidi ficar apenas com as pesquisas desse grupo. Também foi a partir daí que passei a juntar os dados que depois resultaram no meu mais importante trabalho, sobre os náuplios [as formas larvais dos copépodes].



**Mas se era um material tão difícil de trabalhar, por que a senhora escolheu *Balanoglossus*?**

O *Balanoglossus* já fazia parte de uma linha de pesquisa do Sawaya. Naquele tempo, eram os catedráticos que definiam os temas em que seus orientados trabalhavam e, em geral, esses temas interessavam pessoalmente a eles. Tanto que, quando eu me desentendi com o Sawaya e recorri ao Marcus, este me alertou que eu teria que me virar sozinha, porque ele não entendia nada desse assunto. No entanto, teimosamente, persisti no tema do *Balanoglossus*, pois estava interessada em resolver a sistemática desse gênero. Naquela época havia uma verdadeira febre por descrever espécies novas. Eu mesma, em Curitiba, cedendo a essa mania, descrevi duas espécies, que depois descobri que não eram espécies novas coisa nenhuma. Ainda bem que consultei o Brito Cunha antes de publicar o trabalho. Foi ele que me alertou que os *Balanoglossus* que eu considerava espécies distintas eram exemplares de uma única espécie. Na minha inexperiência, empolguei-me com o tamanho diferente dos vermes, achando que se tratava de espécies diferentes, mas não era nada disso. Mesmo depois desse fiasco, não desisti: resolvi, então, comparar as espécies novas que a Liliana Forneris – uma amiga que continuava a trabalhar com *Balanoglossus* com o Sawaya, na USP – havia estudado com as que eu tinha. No final, estudando mais detalhadamente, concluí que todas eram de uma mesma espécie, tanto as de São Paulo quanto as do Paraná.

Aula prática de botânica, em Piracicaba, em 1946. Em primeiro plano: Tagea Björnberg e o professor Aylthon Brandão Joly [1924-1975]



Tagea Björnberg (no centro da foto) e colegas de turma da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP em aula de campo de geologia e mineralogia, em Itu, em 1946

*E como os copépodes entraram em sua vida?*

Foi o professor João de Paiva Carvalho [1903-1961], então diretor do IO, quem me incentivou a estudar os copépodes. Ele já estudava copépodes, principalmente aqueles que são parasitas de peixes, e insistiu para que eu também me dedicasse a esse grupo, porque esses animais apareciam em quantidades avassaladoras nas coletas de água do mar. Nessa época [final da década de 1950 e início da década de 1960], a Liliana Forneris também foi trabalhar no IO, e passamos a nos dedicar às apendiculárias, enquanto a Kaoru Hosoe, que também estava no IO, assumiu o estudo dos quetógnatos. O trabalho para a criação de copépodes exigiu que me dedicasse 24 horas por dia para que as larvas não morressem. Precisei improvisar técnicas para coleta e, principalmente, para criação das larvas, para que elas se desenvolvessem em laboratório.

Naquele tempo, eram pouquíssimos os copépodes planctônicos cujas larvas eram conhecidas. Então, o que valia mesmo era a improvisação e a dedicação do pesquisador. Como precisei criar um caminho próprio, confesso que cometi muitos erros. No entanto, isso é o bom da ciência: você pode corrigir, voltar atrás, rever – o que é uma vantagem enorme.

Tagea Björnberg entre as colegas Alda Torres Martins (à esquerda) e Lygia Freire Gaspar (à direita). Excursão a Itu, para estudos de mineralogia e geologia, em 1946



*Mas poucos admitem esses percalços, como a senhora está fazendo...*

Não admitir os erros é bobagem. Todos os que estão na área de pesquisa sabem que é assim que funciona, que para gerar conhecimento é preciso arriscar, ser criativo e se expor à possibilidade de errar. Mesmo hoje, com a experiência que tenho, continuo errando e perdendo material de pesquisa. Mas, vejam só, isso só ocorre porque, mesmo com mais de 80 anos de idade, ainda estou arriscando e aprendendo... É claro que estou mais experiente, que já não estou tão crua como quando comecei. Agora estou mais esperta e posso aperfeiçoar mais facilmente minhas técnicas. Outra coisa importante: se você é perseverante, no final acaba valendo a pena. Vejam o meu caso: eu sofri à beça, mas o trabalho que escrevi, com a descrição e os desenhos sobre as larvas de copépodes que estudei, acabou sendo muito bem recebido pela comunidade e publicado na Holanda [Björnberg, T. K S. 'Developmental stages of some tropical and subtropical planktonic marine copepods', in *Studies on the fauna of Curaçao and other Caribbean Islands*, v. 136, p. 1, 1972]. Essa publicação aconteceu graças à leitura e à aprovação do trabalho por Willem Vervoort, que era uma autoridade na área, um grande cientista holandês que estudava medusas e copépodes.

*A senhora mencionou que está sempre aperfeiçoando suas técnicas. Isso também diz respeito às suas técnicas de desenho? Porque, pelo que consta na comunidade científica, a senhora é também uma exímia desenhista.*

Realmente, gosto de desenhar e, em meus trabalhos, eu mesma costumo fazer os desenhos. Nesse estudo que fiz sobre copépodes e que foi publicado na Holanda, por exemplo, registrei todas as fases do desenvolvimento, de cada uma das espécies de copépodes estudadas, em desenhos minuciosos. Os copépodes são minúsculos e cheios de detalhes. Então, fazer esses desenhos exigiu muita paciência e dedicação. Às vezes, passava horas seguidas ao microscópio, com câmara clara, para desenhar um ou outro detalhe, mas isso não me aborrecia. Ao contrário, ainda hoje fico fascinada porque, ao apreciar os animais com tanta paciência, acabo me deparando com coisas espetaculares, surpresas maravilhosas da natureza. Isso para mim é uma grande motivação. É o que me faz, ainda hoje, querer continuar trabalhando. ■

# Testes para a seleção



## Marco Moriconi

Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense  
moriconi@cienciahoje.org.br

**A**tualmente, grandes companhias costumam usar problemas elementares de matemática, como os que discutimos aqui, nas entrevistas no processo de seleção para a contratação de empregados. Essa é, portanto, mais uma das razões práticas para ser mais fluente na linguagem matemática: pode ajudar a conseguir um bom emprego!

Em geral, os problemas propostos são simples e têm, pelo menos, dois tipos de solução: i) uma direta, mas comumente trabalhosa; ii) outra simples, porém não muito imediata. Dois casos semelhantes já discutidos nesta coluna: 'Neumann, as moscas e os motociclistas' (CH 232) e 'Moedas' (CH 245). Nas próximas colunas, discutiremos problemas como os usados nos testes de seleção. Vamos ao primeiro da série.

Um técnico de um time de basquete tem à sua disposição oito jogadores. Uma partida consiste em quatro blocos de 10 minutos, e o time é formado por cinco jogadores. Para agradecer aos jogadores, o técnico decide que cada um deles terá o mesmo tempo em quadra que o outro.

Primeira pergunta: quanto tempo cada jogador ficará em quadra?

Um modo de solucionar o problema é pensando em um jeito específico de escalar um time de cinco jogadores e tentar ver como substituí-los periodicamente para que todos possam jogar o mesmo tempo

total. Não é difícil ver que rapidamente nos perderemos em um grande número de possibilidades. Essa seria a maneira 'direta e complicada' de se atacar o problema.

A simples é a seguinte: a cada instante, temos cinco jogadores em quadra. A cada minuto que se passa, cinco jogadores jogam um minuto cada, ou seja, podemos dizer que temos cinco minutos-jogador a cada minuto – isso é análogo a quando temos pessoas trabalhando em uma tarefa e sendo pagas por hora.

No final da partida, sem nos preocuparmos em quem são os jogadores que estão em quadra a cada instante, teremos  $5 \times 40 = 200$  minutos-jogador. Essa é a quantidade que deve ser compartilhada entre os membros da equipe! Como o total de jogadores disponíveis são oito, cada um jogará  $200 : 8 = 25$  minutos. Ou seja, sem nos preocuparmos com a pergunta 'que jogador joga quando', descobrimos quanto tempo cada jogador estará na quadra.

Lendo uma revista agradável como a CH e com tempo para pensar e fazer contas, a busca pela solução é um passatempo divertido. O problema é na hora da entrevista, de roupa formal e, pior, com um entrevistador com cara de poucos amigos, olhando a todo instante para o relógio. Por isso, é melhor se preparar para o processo de seleção. ■

### DESAFIO

Sabemos que cada jogador ficará 25 minutos na quadra. Mas como devemos fazer as substituições? Ou seja, encontre um modo prático no qual cada jogador fique exatamente 25 minutos na quadra.

### SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Mais uma vez, estamos misturando quantidades que não podem ser misturadas. Vejamos: i) do ponto de vista dos hóspedes: estes, no final, pagaram ao hotel R\$ 27,00 (ou seja, deram R\$ 30,00 e receberam R\$ 3,00); ii) do ponto de vista do hotel: este recebeu R\$ 30,00, devolveu R\$ 5,00 e recebeu de volta R\$ 2,00, ou seja, o hotel ficou com R\$ 30,00 – R\$ 5,00 + R\$ 2,00 = R\$ 27,00. Só o estafeta não ficou com nada. Nem gorjeta!



HÁ 50 ANOS ERAM CONCLUÍDOS OS TESTES DA VACINA ORAL CONTRA A POLIOMIELITE

# A vitória de Sabin

**A luta contra a paralisia infantil é antiga, tendo merecido a atenção de cientistas já na segunda metade do século 18.**

**Mas só em 1954 surgiria uma vacina contra a doença, desenvolvida pelo médico e virologista norte-americano Jonas Salk (1914-1995). Embora eficaz, essa vacina era administrada por meio de agulha, exigia reforços regulares e não impedia que alguém, mesmo protegido contra a doença, transmitisse o vírus para outras pessoas. Pouco depois o também médico e virologista Albert Sabin (1906-1993), polonês naturalizado norte-americano, criaria uma vacina que, além de ser administrada por via oral, não apresentava as outras desvantagens da vacina de Salk. Mas sua aprovação nos Estados Unidos só ocorreria após uma extensa bateria de testes, concluídos em 1959, que envolveram milhões de pessoas em várias partes do mundo.**

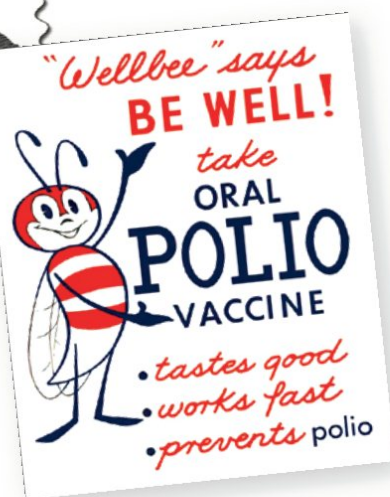
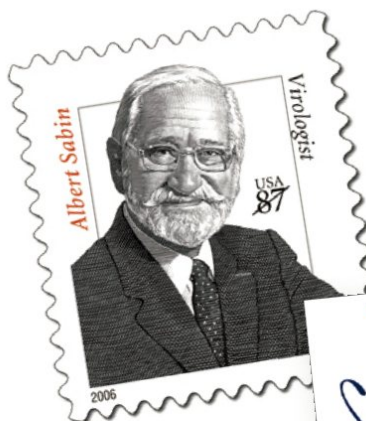
Selo criado pelo artista norte-americano Mark Summers a partir de foto do cientista Albert Smith tirada em 1982 e, abaixo, cartaz de 1963 do Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC na sigla em inglês), agência do Departamento de Saúde dos Estados Unidos com sede em Atlanta. A mascote Wellbee, que se tornou símbolo de saúde pública nos Estados Unidos, foi lançada para estimular os norte-americanos a tomarem a vacina oral de Sabin do tipo 2

**U**ma grande epidemia de poliomielite (também conhecida como pólio) assolava os Estados Unidos em 1921. Naquele verão, o jovem político Franklin D. Roosevelt (1882-1945) passava férias com a família em Campobello, na Carolina do Sul. Após um dia exaustivo combatendo um incêndio em uma floresta local, nadou para se refrescar em um lago próximo de sua casa. Quando foi para a cama, sentia-se como se tivesse contraído um resfriado. Poucos dias depois, Roosevelt, então com 39 anos, descobriu que estava com poliomielite.

A maioria dos infectados pelo vírus da pólio não apresenta sintomas ou estes lembram os de um resfriado (só cerca de 1% desenvolve formas paralisantes da doença). Assintomáticos ou não, indivíduos nesse estágio da doença podem transmitir o vírus, que é liberado nas fezes ou por meio de perdigotos, contaminando alimentos e águas.

As pernas de Roosevelt ficaram paralisadas para sempre. Em casos assim, o vírus atinge o cérebro e a coluna espinhal, onde se multiplica e passa a destruir o tecido nervoso. Dependendo dos nervos cranianos afetados, a doença pode se tornar espinhal ou bulbar. As duas formas são caracterizadas por dores musculares, rigidez do pescoço

e das costas e possível paralisia. A forma espinhal afeta os membros; a bulbar, os pulmões, de modo que o paciente, incapaz de respirar, acaba falecendo.



US POSTAL SERVICE - CDC / MARK HILPERSHAUSEN/WIKIMEDIA COMMONS

HÁ 50 ANOS

Vítimas da poliomielite em enfermaria de um hospital nos Estados Unidos. Esses pacientes contraíram a forma bulbar da doença (que afeta os pulmões) e se tornaram dependentes de câmaras de pressão para respirar



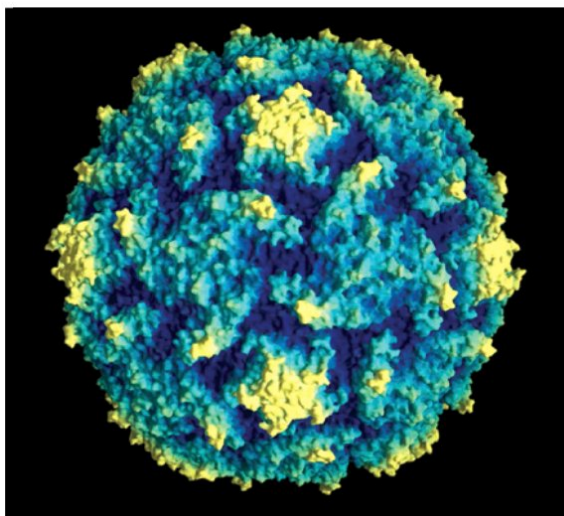
Roosevelt estava determinado a não permitir que a doença atrapalhasse seus planos. Não só deu continuidade à sua carreira política, tendo chegado à presidência dos Estados Unidos (1933-1945), como foi um grande incentivador da luta contra a pólio, promovendo o conhecimento público sobre a doença e financiando pesquisas sobre ela. Em 1938 ele criou a Fundação Nacional da Paralisia Infantil, que patrocinou vários grupos de pesquisa, levando finalmente ao desenvolvimento de duas vacinas contra a pólio: uma preparada com vírus inativado, desenvolvida por Jonas Salk (ver 'Proteção para bilhões', em *Ciência Hoje* 203), e outra que utilizava vírus atenuados, de administração oral, desenvolvida por Albert Sabin.

Desde 1939, Sabin trabalhava no Hospital Infantil de Cincinnati, em Ohio, onde demonstrou que o vírus da pólio podia crescer não só em células do sistema nervoso, mas também em células do intestino, introduzindo um novo conceito, o de enterovírus (que vivem no trato digestório). Seus estudos foram interrompidos pela Segunda Guerra Mundial, quando serviu como médico no exército norte-americano.

Com o fim da guerra, Sabin retomou suas pesquisas com o vírus da pólio em Cincinnati. Ele observou que, ao contrário do que ocorria com muitas outras doenças, a pólio era rara em populações urbanas que viviam em precárias condições sanitárias e de higiene. Seus estudos mostraram que crianças que viviam nessas condições tinham no sangue anticorpos contra o vírus, embora nunca tivessem tido a doença. Deviam ter tido contato com o vírus no início da infância (quando estavam protegidas pelos anticorpos maternos) ou haviam sido infectadas por alguma cepa enfraquecida, que foi, portanto, capaz de estimular a produção de anticorpos sem levar ao desenvolvimento da doença.

Então ele tentou identificar cepas virais enfraquecidas do vírus da pólio que pudessem ser introduzi-

das em seres humanos de forma segura, sem causar a doença. Tais cepas não virulentas deveriam ser capazes de se reproduzir rapidamente no intestino, levando à formação de anticorpos que impediriam o estabelecimento da infecção. Como se descobriu que havia três cepas causadoras da doença, Sabin isolou um vírus enfraquecido de cada cepa e desenvolveu uma vacina oral, administrada inicialmente em um torrão de açúcar ou em uma colher de xarope. Antes de passar a testá-la em outras pessoas, Sabin e seus colaboradores ingeriram eles próprios a vacina recém-desenvolvida. Os três tipos de vacina eram administrados separadamente, pois havia um grau de interferência entre as três cepas virais. Mais tarde se descobriu que, ajustando-se a quantidade de partículas virais, a interferência desaparecia, tornando ▶



Vírus da poliomielite do tipo 1. A forma infectante do vírus da pólio contém um genoma com uma cadeia simples de RNA encapsulada em uma partícula com 27 nanômetros de diâmetro. O RNA é o agente infeccioso da poliomielite e o capsídeo viral funciona como uma capa protetora do RNA. Nas cores verde, azul e amarelo, as diversas proteínas da superfície viral



Técnicos preparam doses da vacina Sabin em torrões de açúcar (A) para a campanha de vacinação contra a poliomielite coordenada pelo Departamento de Saúde Pública de Bonn, Alemanha, em 1967. Na mesma campanha, criança recebe dose da vacina oral (B)

possível uma vacina oral trivalente, isto é, que protegia contra os três tipos de vírus.

### O homem das gotinhas

Em 1957, a Organização Mundial da Saúde recomendou que fossem realizados testes de campo com a vacina de Sabin. O primeiro grande ensaio clínico ocorreu em 1958, em Cingapura, quando 200 mil crianças foram vacinadas. A vacina mostrou-se eficaz e segura. No mesmo ano, Sabin forneceu cepas virais atenuadas a virologistas russos para a preparação de vacinas na então União Soviética (URSS). Os soviéticos foram ágeis e vacinaram cerca de 15 milhões de pessoas em um ano, com evidente eficácia e sem qualquer efeito adverso importante. Por volta de 1960, 100 milhões de pessoas na Europa oriental e URSS haviam recebido separadamente as três cepas virais desenvolvidas por Sabin.

A vacina oral também foi testada no México, Chile, Japão, na Holanda e Suécia. Mas Sabin tinha grande dificuldade em convencer a Fundação Nacional da Paralisia Infantil e o Serviço de Saúde Pública norte-americano a usar a vacina nos Estados Unidos, uma vez que a desenvolvida por Salk havia sido licenciada e estava sendo amplamente empregada no país. A vacina de Sabin oferecia vantagens sobre a de Salk: sua administração era mais fácil e indolor, dispensando agulhas; induzia imunidade intestinal e sistêmica (enquanto a de Salk induzia apenas imunidade sistêmica, impedindo a doença, mas permitindo que o indivíduo ainda funcionasse como transmissor do vírus); conferia uma imunidade que podia durar a vida toda, prescindindo de reforços regulares. Quando os testes da vacina de Sabin foram

autorizados em solo americano, em 1959, por volta de 80 milhões de indivíduos já haviam sido vacinados em outros países. O primeiro teste nos Estados Unidos aconteceu no dia 24 de abril de 1960, que ficou conhecido como o 'Domingo de Sabin'. A vacina oral monovalente foi licenciada nos Estados Unidos em 1961 e a oral trivalente, em 1963.

Para os brasileiros, a imagem de Albert Sabin é a de um homem de cabelos brancos que inventou as gotinhas que acabaram com a paralisia infantil. Ele esteve diversas vezes no Brasil, ajudando a combater a poliomielite. Granjeou enorme popularidade entre nós, como bem demonstra o grande número de escolas, hospitais, clínicas e instituições que levam o seu nome. Em 1967 recebeu do governo brasileiro a Grã-Cruz do Mérito Nacional. Mesmo após se aposentar, em 1986, aos 80 anos, manteve seu prestígio na comunidade científica internacional, ministrando cursos e conferências.

As contribuições de Sabin não se limitaram à esfera científica, envolvendo também uma perspectiva humanitarista de âmbito global, uma vez que ajudava a combater doenças da pobreza e ignorância. Exceto em alguns países da África e Ásia, a vacina oral contra a pólio eliminou esse mal em quase todo o mundo. Sabin renunciou aos direitos de patente da vacina que criou, facilitando sua difusão e permitindo que crianças de todo o mundo fossem imunizadas. Morreu de ataque cardíaco em Washington no dia 3 de março de 1993. Nesse mesmo ano, sua esposa, a brasileira Heloísa Sabin, fundou o Instituto Sabin de Vacinas, a fim de dar continuidade às pesquisas sobre vacinas contra várias doenças e perpetuar o legado construído pelo grande virologista.

#### Aguinaldo R. Pinto

*Laboratório de Imunologia Aplicada, Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Universidade Federal de Santa Catarina*

Vacinação contra a pólio em uma escola primária da Alemanha, em 1961







## Darwin e Marx

Escrevo para fazer dois reparos ao artigo ‘Diálogos possíveis e desejáveis’ (CH 260). A título de exemplificar a troca de ideias entre cientistas naturais e sociais, o artigo faz duas afirmações incorretas: a primeira, que Karl Marx teria desejado dedicar sua obra, *O Capital*, a Charles Darwin; a segunda, que este último teria concebido a teoria da evolução sob inspiração das ideias de Adam Smith. Quanto à última afirmação, o economista que influenciou Darwin foi Thomas Malthus, e não Smith. Já a ideia de que Marx teria pensado em dedicar o segundo volume de *O Capital* a Darwin é um mito criado nos anos 30 e difundido por inúmeros biógrafos e estudiosos, de Isaiah Berlin a David McLellan. A origem do mito remonta a uma carta escrita por Darwin em outubro de 1880 e encontrada mais tarde entre os papéis de Marx. Nela, Darwin responde a um pedido de seu correspondente (cujo nome não é indicado no texto) que desejava dedicar-lhe o livro que estava escrevendo. Darwin agradece a intenção, mas declina da oferta, recusando-se a aceitar a dedicatória. Desde a descoberta desse documento pensava-se que o correspondente em questão fosse o próprio Marx. Mais tarde, Margaret Fay demonstrou que, na verdade, tratava-se de Edward Aveling, genro de Marx, ardoroso adepto do darwinismo e autor de vários textos de popularização (*Journal of the History of Ideas*, v. 39, p. 133, 1978). Apesar das evidências apresentadas por Fay, seu artigo não bastou para deter a divulgação do mito, que segue sendo contado e repetido. Quanto à opinião de Marx a respeito de Darwin, sabemos apenas que ele saudou efusivamente a publicação de *Origem das Espécies*. Posteriormente, sua admiração pelo grande biólogo foi moderada por certo distanciamento crítico, como nos revelam algumas de suas cartas nos anos 1860. O

curioso é que, em boa medida, esse distanciamento pode ser atribuído justamente à adesão de Darwin aos argumentos de Malthus, bem como às diferentes tentativas de aplicar o darwinismo à análise das sociedades humanas (o chamado darwinismo social). O que mostra, afinal, quão difíceis e tortuosos podem ser os diálogos entre as humanidades e as ciências naturais, diálogos ainda assim “possíveis e desejáveis”.

**Hugo Eduardo da Gama Cerqueira**  
Belo Horizonte, MG

✉ *Agradecemos as correções do leitor.*

## Sementes suicidas I

Acho que o biólogo Felipe Costa foi infeliz em seu texto (CH 259), talvez por desconhecer o método de cultivo de variedades melhoradas pelo método tradicional e também a nossa Constituição. A Constituição assegura aos agricultores o direito de guardar parte de sua produção para plantio posterior. Assim, sementes com a tecnologia terminator só poderão ser comercializadas no Brasil após emenda constitucional que elimine esse direito. Por outro lado, não poder guardar as sementes para plantar na próxima safra é um mal com o qual os produtores de milho já convivem há muito tempo. Há anos as principais e mais produtivas variedades cultivadas de milho são híbridas, ou seja, cruzamentos entre linhagens com características genéticas distintas. Esses híbridos perdem 50% de seu vigor a cada geração. Assim, o produtor certamente terá mais lucro se comprar novamente as sementes no ano seguinte. Nenhum ambientalista crítico essa tecnologia até hoje.

**Rubens Pazza**  
Universidade Federal de Viçosa  
Campus Rio Paranaíba, MG

## Sementes suicidas II

Pelo que entendi a respeito do comentário de Felipe A. P. L. Costa (CH 259), a tecnologia da semente suicida seria ‘escabrosa’ pelas suas consequências socioeconômicas. Ou seja, seria reprovável porque o agricultor deve comprá-la sempre, não podendo replantar da safra anterior, criando-se assim o monopólio. No entanto, não seria melhor do ponto de vista de controle ecológico? Seria con-

veniente que transgênicos não proliferassem fora da lavoura, uma vez que não se conhecem os efeitos que teriam no meio ambiente. Se for nocivo, bastaria não plantar aquela variedade. Isso tornaria o efeito da ‘semente suicida’ mais reversível do que o das variedades novas ‘não suicidas’. Faltaria, claro, uma análise da possibilidade da polinização cruzada com a flora selvagem e seus efeitos. Se o problema está apenas nas consequências socioeconômicas, creio que a saída não seria tanto o banimento, mas sim o investimento na pesquisa em engenharia agrícola, botânica e áreas afins, nos países em desenvolvimento, para que as nações com potencial agrícola oferecessem a seus produtores variedades melhores, suicidas ou não, a ponto de competir com os transgênicos.

**Nildson de Ávila Silva**  
Por correio eletrônico

## RNA das bactérias

Sou leitora da revista desde a faculdade (final dos anos 80) e faço uso das matérias publicadas constantemente em sala de aula. Gostaria de comentar um erro na nota ‘Invasores de corpos’ (CH 261, p. 18). O texto diz que os “colonizadores” da pele humana foram identificados por meio do material genético das mitocôndrias das bactérias, mas, por serem procariontes, bactérias não têm essas organelas. A “fábrica de energia” a que o texto se refere fica na dobra de membrana denominada mesossomo (que não é considerada organela).

**Maria Raquel Migliorini de Mattos**  
Joinville, SC

✉ *A referência ao RNA “das mitocôndrias”, de fato, está errada. Os autores da pesquisa identificaram as bactérias usando RNA obtido em organelas denominadas ribossomos.*

**Av. Venceslau Brás, 71**  
**fundos • casa 27**  
**CEP 22290-140**  
**Rio de Janeiro • RJ**

**CORREIO ELETRÔNICO:**  
cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

# Testemunho de quem resiste



**Renato Lessa**

Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (Universidade Candido Mendes) e Universidade Federal Fluminense  
rlessa@iuperj.br

Uma parte importante da história do Rio de Janeiro – e, por extensão, do país – acaba de ser reunida e contada. Trata-se de um belo, triste e corajoso livro, há poucas semanas lançado: *Auto de resistência: relatos de familiares de vítimas da violência armada* (7 Letras). Organizado com extremo cuidado e engenho por Barbara Musumeci Soares, Tatiana Moura e Carla Afonso, o livro resulta de trabalho singular e necessário, executado pelo Projeto de Apoio a Familiares de Vítimas de Chacinas, sediado no Centro de Estudos de Segurança e Cidadania, da Universidade Candido Mendes, no Rio de Janeiro, em colaboração com o Centro de Estudos Sociais, da Universidade de Coimbra (Portugal).

O livro pretende registrar o testemunho da “força de quem resiste” e foi “feito a muitas mãos, por uma equipe mista de familiares e de profissionais da palavra e da imagem”, segundo os termos usados em sua apresentação. Põe-se, ainda, “a serviço da preservação da memória de um doloroso aspecto da nossa vida social, como um retrato vivo de uma realidade que não pode mais cair no esquecimento”.

E que “aspecto doloroso” é esse? Trata-se da violência armada na cidade do Rio de Janeiro e em suas periferias, que encontra em jovens pobres do sexo masculino suas vítimas – e agressores – preferenciais. As estatísticas desse problema estão dispostas em séries nas quais constam itens como ‘encontro de cadáver’, ‘encontro de ossada’, ‘morte suspeita’, ‘pessoas desaparecidas’ e ‘homicídios dolosos’. Para consultas numéricas, recomendo a página do Instituto de Segurança Pública, do governo do Estado do Rio de Janeiro ([www.isp.gov.rj](http://www.isp.gov.rj)). Para razões, significados e efeitos da matança, sugiro outros trajetos de investigação. Em particular, escutar os que sobrevivem e não esquecem. É justamente isso que está no livro em questão.

Um dos aspectos mais letais e dramáticos do quadro doloroso é o das chacinas e execuções sumárias, quase sempre associadas a ações das polícias no Rio de Janeiro. São muitas as chacinas, assim como os seus vitimados. Para além do abismo e da impessoalidade das estatísticas, há as histórias de vida dos que são executados e a dor, o trauma e a permanência na vida dos que sobrevivem. O lado pungente do livro encontra-se

precisamente nessa dobra. Ali há relatos de 15 mães, duas esposas, uma sogra e uma irmã, que viram a morte em seus colos. Um contingente de mulheres mais do que corajosas a militar pela preservação da memória dos que perderam e por sua inscrição ativa na vida, por meio da interpeleção cívica e da demanda por justiça.

Cada uma dessas mulheres apresenta, na primeira parte do livro, seus relatos, nos quais, para além dos episódios que suprimiram do mundo seus filhos, maridos, irmãos e genros, fala-se das últimas lembranças dos mesmos, do último dia de convivência, do impacto da perda no cotidiano. Tudo isso com um cuidadoso suporte editorial pelo qual a situação judiciária de cada caso é apresentada. Mas não falta o outro lado da dobra. As fotografias devolvem os vitimados à vida e à memória, e o que elas denotam é a presença de uma vitalidade em vias de ser extinta. São fotografias vivas, totalmente afastadas das imagens frequentes – apenas os documentos de identificação – de vítimas de morte violenta.

Há ainda, na segunda parte do livro, o registro do que pode ser designado como as dificuldades da escuta. Aqui reside a dimensão dramática detectada pelo escritor italiano Primo Levi (1919-1987), sobrevivente de Auschwitz, quando percebia reações de incredulidade e de inexpressão diante de seus relatos do que se passou no campo de extermínio. Não estamos preparados, em certo sentido, para ouvir tais histórias, mas é imperativo que o façamos. Narrativas a respeito das dificuldades de escuta e da indiferença, por parte das autoridades, aparecem nessa segunda parte do livro associadas a relatos sobre a militância e o convívio com quem também foi vitimado. Há ali um sujeito coletivo, que não abole as particularidades de cada experiência, a um só tempo compartilháveis e incomensuráveis.

Um livro, enfim, para ler, ver, chorar e pensar. E, mais do que isso, para melhor qualificar a interpeleção cívica: são democráticos uma sociedade e um regime político nos quais as forças da ordem impõem tamanho sofrimento e brutalização? ■

São muitas as chacinas, assim como os seus vitimados

