

# CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 287 | VOLUME 48 | NOVEMBRO 2011 | R\$ 9,95

## QUÍMICA

A corrida da ciência para acompanhar a dopagem no esporte

## SOBRECULTURA

Neurociência e psicanálise: um diálogo possível?

# SUPERBACTÉRIAS

Resistência a antibióticos desafia a medicina



# Em Diadema Educação de Qualidade vem desde o berço



E. M. José Rodrigues Pinto



E. M. Lázara Silveira Pacheco

A Prefeitura de Diadema entrega em setembro e outubro duas novas creches municipais que vão atender, com conforto e qualidade, 306 crianças de zero a quatro anos.

Até 2012 serão entregues mais sete novas creches municipais. Isso permitirá a criação de um total de 1.800 vagas para atender as famílias trabalhadoras da cidade.

Além disso, desde 2009, a Prefeitura já reformou mais de 30 escolas municipais, investindo cerca de R\$ 20 milhões. Tudo isso para proporcionar melhores condições de ensino na rede municipal.

É o compromisso com o futuro de Diadema sendo cumprido para todos.



**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), e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). ISSN: 0101-8515

**DIRETORIA**

**Diretor Presidente** | Renato Lessa (UFF)  
**Diretores Adjuntos** | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Caio Lewenkopf (Instituto de Física/UFF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ)  
**Superintendente Executiva** | Elisabete Pinto Guedes  
**Superintendente Financeira** | Lindalva Gurfild  
**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 (Departamento de História/PUC-Rio) | 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/UFRJ) | 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; **Sector Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Fred Furtado, Isabela Fraga, Sofia Moutinho e Carolina Drago; **Colaborou 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 | **Capa e diagramação de artigo de capa** | Ana Soter

**SUCURSAIS**

**NORTE** | Manaus | Coordenador científico | Ennio Candotti | Correspondente | Mariana Ferraz (mariana@museudaamazonia.org.br). End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Cons-telação, 16, Conjunto Morada do Sol, Alexão. CEP 69060-081 Manaus, AM. Tel.: (0xx92) 3236-5326  
**SUL** | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br) e Celio Yano. 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 e Rafael Foltram  
**PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL** | Superintendente | Ricardo Madeira; **Publicidade** | Sandra Soares (gerente); End.: Rua Dr. Fabricio Vampre, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, 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** | EDIGRAFICA  
**DISTRIBUIÇÃO** | Fernando Chinglita 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) 3355-2130.

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

**APOIO:**



# UMA GUERRA DURA

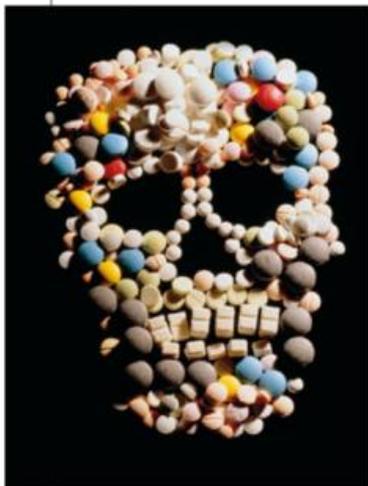
**Tão pequenas e tão poderosas.** Assim são as superbactérias: microscópicas, mas com uma força destrutiva avassaladora. Quase nenhum medicamento consegue fazer frente a elas. Resistentes, são cada vez mais devastadoras para seus hospedeiros. Estaríamos então diante de uma guerra perdida?

Antes de responder à pergunta, pensemos nos fatores que levam à criação desses micro-organismos multirresistentes. O primeiro deles – o uso abusivo de antibióticos pela população e na agropecuária – poderia ser evitado. O quadro no Brasil é tão grave que o governo finalmente reagiu em 5 de maio deste ano, quando passou a restringir sua prescrição e comercialização, por meio de resolução da Agência de Vigilância Sanitária (Anvisa). Outros fatores, como procedimentos invasivos e a capacidade das bactérias de transmitir seu material genético, são mais difíceis de serem controlados.

O que pode ser feito? De um lado, os cientistas devem continuar sua busca por novas drogas para combater as bactérias multirresistentes. De outro, os governantes precisam adotar políticas e medidas práticas, implantando o monitoramento constante e o controle da disseminação desses micróbios modificados. E a população tem que ser permanentemente informada.

A guerra pode não estar perdida, mas ela é dura e há muito ainda por ser feito.

*A redação*



CAPA: SPL DC/ LATINSTOCK

Atendimento ao assinante e números avulsos: 0800 727 8999 | CH On-line: [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br) | [chonline@cienciahoje.org.br](mailto:chonline@cienciahoje.org.br)  
 No Rio de Janeiro: 21 2109-8999 | Para Anunciar TELFAX.: 11 3539-2000 | [cienciasp@cienciahoje.org.br](mailto:cienciasp@cienciahoje.org.br)

4 **o leitor pergunta** | Os hormônios bioidênticos têm eficácia comprovada? | Todos os seres vivos têm marcadores para dia e noite? Até as bactérias? | Por que algumas palavras importadas do inglês, como *shopping* ou *slogan*, não são escritas segundo o padrão ortográfico do português, como *nocaute* ou *esquete*? | As linhas de transmissão elétrica brasileiras realmente levam a uma perda de 15% da energia transmitida?

7 **ch on-line**

8 **entrevista** | EI-ICHI NEGISHI | A SALVAÇÃO DO MUNDO Japonês premiado com o Nobel fala sobre técnica de síntese de novos compostos que usa paládio com o catalisador

11 **linha do tempo** | O FILÓSOFO E A IMPERATRIZ Ciência e poder no século 18: os encontros e desencontros do francês Denis Diderot com Catarina II da Rússia

12 **mundo de ciência**

21 **a propósito** | SE A MODA PEGA... Julgamento de geofísicos na Itália alimenta debate internacional sobre a responsabilidade social dos cientistas

47 **exatamente** | MUNDO, MUNDO, VASTO MUNDO Descoberta da expansão acelerada do universo comprova capacidade da ciência de mudar a visão de mundo

**em dia**

48 **EM BUSCA DA RAÇA PERFEITA** | Variedade mais produtiva de bicho-da-seda começa a ser criada no Brasil

51 **SÃO PAULO, CAPITAL DA DEPRESSÃO** | Cidade é líder nesse transtorno, segundo dados de pesquisa internacional

52 **POLÍMEROS EM ALTA** | Materiais orgânicos podem substituir silício em células que transformam luz solar em energia elétrica

54 **MICRO-ONDAS NO CORAÇÃO** | Novo dispositivo permite recarregar bateria de marca-passo sem cirurgia

56 **QUEBRANDO O SILÊNCIO** | Pesquisa aponta quais eram os livros e quem eram os leitores na capital paulista do século 19

22

## SUPERBACTÉRIAS: O PROBLEMA MUNDIAL DA RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS

O surgimento de bactérias resistentes a quase todas as drogas antimicrobianas existentes aflige profissionais de saúde em todo o mundo. Esse problema decorre de fatores como, por exemplo, o uso abusivo de antibióticos, e é responsável por um número crescente de infecções e mortes.

POR FABIENNE A. FERREIRA, RAQUEL S. CRUZ E AGNES M. S. FIGUEIREDO

28

## DOPAGEM: ÉTICA NO ESPORTE E SAÚDE DOS ATLETAS

O uso de variados tipos de substâncias para melhorar o desempenho físico, além de prejudicar a saúde, subverte a ética e as regras do esporte. Análises cuidadosas são necessárias para que o controle dessa prática seja constante e rígido.

POR FRANCISCO RADLER DE AQUINO NETO



## BARREIRAS NATURAIS CONTRA METAIS TÓXICOS

34

Plantas de áreas alagadas podem formar barreiras naturais em suas raízes, chamadas de 'placas de ferro', que capturam metais tóxicos. A destruição dessas plantas, como as existentes nos manguezais, libera esses elementos, que ameaçam a saúde humana.

POR ANDERSON DE C. BORGES E LEONARDO S. VILLAR



38

## A RESSURREIÇÃO DO METAL: A CONTAMINAÇÃO EM SEDIMENTOS DE ESTUÁRIOS E DELTAS

A degradação de estuários e deltas de rios libera metais tóxicos que deveriam permanecer presos nos sedimentos do fundo. Compreender melhor esse processo será fundamental para a prevenção e para o combate aos efeitos dessa contaminação.

POR LUIZ DRUDE DE LACERDA E FLAVIO C. MIGUENS

42

## RESOLVER OU VERIFICAR? UMA PERGUNTA QUE VALE UM MILHÃO DE DÓLARES

Um problema teórico – com aplicações na área da computação e semelhante a um quebra-cabeça com muitas peças – é um dos sete ‘problemas matemáticos do milênio’. Sua solução, além do imenso valor científico, garante um prêmio.

POR CELINA M. H. DE FIGUEIREDO



- 59 **PARA VER COM AS MÃOS** | Mobilidade e ensino de deficientes visuais ganham reforço com mapas táteis
- 60 **UM NEURÔNIO PARA CHAMAR DE SEU** | Novo modelo celular de estudo da esquizofrenia é desenvolvido no Brasil
- 65 **futuro cientista**
- opinião**
- 66 **CIÊNCIA PRESA EM EMARANHADO LEGAL** | Burocracia para remessa de espécimes de coleções biológicas prejudica cientistas
- 68 **O PLEBISCITO E A DIVISÃO DO PARÁ** | Criação dos estados de Tapajós e Carajás é motivada pela busca de poder político
- 70 **cidade inteira** | DESENHANDO A CIDADE  
Expansão urbana contínua, além de agredir o ambiente, é social, econômica e politicamente indesejável
- 71 **memória** | A HERANÇA DE AVOGADRO  
Estudo fundamental para o conhecimento da matéria foi publicado há 200 anos na Itália
- resenha**
- 74 **O DEUS DA MATEMÁTICA E DA RELIGIÃO** | Resenha do livro *Deus é matemático?*, de Mario Livio
- 76 **O MAGNETISMO EM NOSSAS VIDAS** | Resenha do livro *A pedra com alma: a fascinante história do magnetismo*, de Alberto P. Guimarães
- 78 **cartas**
- 79 **qual o problema** | BZZZZ... BZZZZ...  
Matemática ajuda a explicar padrões dos ciclos de vida de diferentes cigarras
- 80 **sobre humanos** | ZUCOTTI PARK  
Movimento social em Nova York traz nova perspectiva ao cenário político norte-americano

DIMAS MORAIS DE SOUZA, POR CORREIO ELETRÔNICO

## Os hormônios bioidênticos têm eficácia comprovada?

**SIM, OS HORMÔNIOS BIOIDÊNTICOS** são eficazes, pois são substâncias sintéticas idênticas aos hormônios produzidos pelo organismo humano. Eles são utilizados para tratar de diversas deficiências hormonais, restaurando o equilíbrio hormonal em situações em que a produção está baixa a ponto de prejudicar a saúde.

Esse termo, no entanto, tem sido empregado muitas vezes de forma equivocada, dando a impressão de que só são bioidênticos os hormônios fornecidos por farmácias de manipulação. Existem inúmeros produtos farmacêuticos industrializados com hormônios idênticos aos produzidos pelas glândulas do nosso corpo.

É importante não confundir bioidênticos com fitoterápicos, que são os tratamentos à base de plantas. Os bioidênticos são sintetizados em laboratórios a partir de várias matérias-primas, geralmente de origem vegetal, e devem ser sempre prescritos por um médico, levando em consideração as necessidades de cada pessoa.

*Ricardo Meirelles*

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENDOCRINOLOGIA E METABOLOGIA



FOTO: ARQUIVO ONS



PABLO RODRIGUES DE OLIVEIRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Todos os seres vivos têm marcadores para dia e noite? Até mesmo as bactérias?

**TODAS AS CÉLULAS E SERES VIVOS,**

inclusive as bactérias, têm relógios endógenos (internos) que funcionam de forma independente do ciclo de dia e noite da Terra. Esses relógios, formados por sequências de genes ativos, têm um período de aproximadamente 24 horas e por isso são chamados na biologia de circadianos, que em latim significa “ao redor do dia”.

Vários elementos do ambiente influenciam na regulação do relógio circadiano. Nas bactérias, ainda não são conhecidos os elementos responsáveis por esse ajuste. Mas sabe-se que, entre os animais e as plantas, quem ajusta o relógio interno é a melatonina, o hormônio do escuro, produzido pela glândula pineal.

Esse hormônio é secretado quando há ausência de luz, permitindo a distinção entre noites longas de inverno e noites curtas de verão. Tanto em animais de hábitos diurnos, como o homem, quanto em animais de hábitos noturnos, como os roedores, o hormônio é produzido somente na escuridão. Portanto, a melatonina prepara o homem para dormir e o rato para a atividade.

*Regina Markus*

LABORATÓRIO DE CRONOFARMACOLOGIA, INSTITUTO DE  
BIOCIÊNCIAS, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

MARCELO LUIS AROEIRA ROSELLA, POR CORREIO ELETRÔNICO

As linhas de transmissão elétrica brasileiras realmente levam a uma perda de 15% da energia transmitida?

**NÃO. DE ACORDO COM A BASE DE DADOS** do Operador Nacional do Sistema (ONS), entidade que coordena a rede de transmissão do sistema elétrico brasileiro, as perdas globais são de 5% a 7% da carga do sistema da chamada rede básica, usada para levar a energia das unidades geradoras até os grandes centros de consumo e cujas tensões são superiores a 230 kV. Nesse valor não estão incluídas as perdas no sistema que distribui a energia dentro das áreas de consumo. Essas perdas podem alcançar valores maiores

do que aqueles da transmissão.

As perdas na transmissão estão associadas com o fluxo de potência transmitido e o perfil de tensão em cada linha. Para haver menos perdas, podem ser feitos estudos de minimização, satisfazendo restrições de tensões e

outros critérios operativos. Esse tipo de cálculo é chamado de Fluxo de Potência Ótimo (FPO). Tanto as perdas quanto os investimentos necessários para minimizá-las têm reflexo na tarifa final paga pelos consumidores, sendo uma questão econômica o limite máximo aceitável das perdas.

*Robson Dias*

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA,  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

VÍTOR NETTO, CHAPECÓ/SC

## Por que algumas palavras importadas do inglês, como *shopping* ou *slogan*, não são escritas segundo o padrão ortográfico do português, como *nocaute* ou *esquete*?

**EM PRINCÍPIO, AS PALAVRAS IMPORTADAS** de outras línguas devem receber uma grafia aportuguesada, ou seja, devem seguir o que dispõe o *Formulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, que hoje está consolidado no texto do Acordo Ortográfico de 1990, em vigor no Brasil desde 01/01/2009. No entanto, esse princípio não é absoluto, porque, na fixação da ortografia da língua, fazemos também concessão ao costume. Se, pelo uso, prevalecer a forma gráfica de origem, não a aportuguesamos. Assim, mantemos *pizza* e *carpaccio*, na ortografia italiana; *affaire* e *gourmet*, na francesa; *kitsch* e *blitz*, na alemã; *corpus* e *habitat*, na latina; *paella* e *pasodoble*, na espanhola etc.

Entram nessa categoria alguns empréstimos do inglês, como *show*, *bacon*, *shopping* e *slogan*. Essa concessão ao costume é doutrina antiga na fixação da ortografia de uma língua. Fernão de Oliveira (1507-1581), nosso primeiro gramático, já dizia, no século 16, que, em matéria orto-

gráfica, “o costume vale muito”. Seguia nisso o famoso mestre latino Marcus Fabius Quintilianus (35 d.C. - 95 d.C.), que, em seu livro *Institutio oratoria*, escrito no ano 95 da nossa era, mostrava como a ortografia é também serva do uso. É difícil prever que palavras manterão, pelo costume, sua forma gráfica de origem. Serão poucas, em todo caso. Parece que acabamos preferindo a forma original sempre que a aportuguesada causa muito estranhamento visual (*pfiteça* ou *pizza*? *shopping* ou *chópin*?).

*Carlos Alberto Faraco*

DEPARTAMENTO DE LINGÜÍSTICA,  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CARTAS PARA A REDAÇÃO | Av. Venceslau Brás, 71 fundos | casa 27 | CEP 22290-140 | Rio de Janeiro | RJ  
CORREIO ELETRÔNICO | [cienciahoje@cienciahoje.org.br](mailto:cienciahoje@cienciahoje.org.br)

ESPECIAL

RESENHAS

NOTÍCIAS

GALERIA

VÍDEO



**PRÊMIO MÁXIMO DA CIÊNCIA > NOBEL 2011** > Sistema imunológico, aceleração do universo, quasicristais, poesia sueca, mulheres contra regimes autoritários e macroeconomia. A láurea mais importante da ciência consagrou este ano 14 pessoas cujos feitos marcaram suas respectivas áreas de atuação.

> <http://cienciahoje.uol.com.br/especiais/premio-nobel-2011>

SECRETARIA / JENIS CRETIORA

**ALÔ, PROFESSOR** > <http://cienciahoje.uol.com.br/alo-professor/intervalo/2011/09/frutos-e-desafios-de-uma-parceria>

**EDUCAÇÃO** > **Frutos e desafios de uma parceria** > Em entrevista ao 'Alô, Professor', o diretor-presidente do ICH, Renato Lessa, fala sobre a importância do diálogo com a Secretaria Municipal de Educação do Rio e de se aproximar professores e crianças da ciência produzida nas instituições de ensino e pesquisa do país.



**COLUMNAS** > <http://cienciahoje.uol.com.br/columnas/terra-em-transe/o-veneno-nosso-de-cada-dia>

**TERRA EM TRANSE** > **O veneno nosso de cada dia** > Desde 2008 o Brasil lidera a lista dos maiores consumidores de agrotóxico do mundo. O país é o segundo maior produtor de transgênicos do planeta, cuja promessa é o menor uso de herbicidas. Essas e outras contradições são discutidas por Jean Remy Guimarães em sua coluna de setembro.

**BLOGUE** > <http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola/2011/10/rede-indigena>

**WEB 2.0** > **Rede indígena** > Página virtual brasileira em língua indígena tem contribuído com o esforço de modernização e preservação do idioma kaingang, falado por cerca de 30 mil índios.

&gt; PODCAST:



**MUITO ALÉM DA DIVERSÃO** > Hoje, jogos e *videogames* não se limitam ao entretenimento. Eles são usados em outras áreas, como a educação, e envolvem vários tipos de conhecimento além da computação. Neste *Estúdio CH*, Geraldo Xexéo, cientista da computação da Coppe/UFRJ, fala sobre esse tema.



**DEZ ANOS DEPOIS** > Há uma década, o atentado de 11 de setembro destruiu as Torres Gêmeas, em Nova Iorque, gerando repercussões geopolíticas mundiais. O cientista político Maurício Santoro retorna ao *Estúdio CH* para comentar os impactos desse ataque nos Estados Unidos e no mundo.

e muito mais &gt;&gt;&gt;

Acompanhe a CH On-line também no

twitter

facebook

YouTube

del.icio.us

# A SALVAÇÃO DO MUNDO

## EI-ICHI NEGISHI



FOTO: PANDORA UNIVERSITY

Até a década de 1960, a síntese de compostos orgânicos em laboratório era um procedimento complicado e caro. Por ajudar a tornar esse trabalho mais simples, o japonês Ei-ichi Negishi recebeu o Prêmio Nobel de Química no ano passado, junto com o norte-americano Robert Heck e com o também japonês Akira Suzuki. Cada um deles desenvolveu uma técnica distinta que permitiu sintetizar novos compostos, levando à criação de equipamentos eletrônicos e medicamentos contra o câncer.

O método de Negishi, proposto em 1976, revolucionou a síntese orgânica por utilizar como catalisador o metal paládio, que o pesquisador considera ter “poderes mágicos”. “Não há método mais largamente aplicável, preciso e confiável”, diz. Logo que realizou a reação que o tornaria famoso, conhecida como acoplamento cruzado catalisado por paládio, Negishi percebeu sua importância. Tanto que, diferentemente da maior parte dos laureados com o Nobel, o pesquisador admite que há algum tempo já esperava que um dia receberia o prêmio.

O químico vive hoje no estado de Indiana, nos Estados Unidos, em uma casa apelidada de ‘O Paládio’ e é professor na Universidade Purdue. Em agosto esteve no Brasil para participar da Escola São Paulo de Ciência Avançada em Produtos Naturais, Química Medicinal e Síntese Orgânica, realizada na Universidade Estadual de Campinas (SP). Nesta entrevista à *CH*, ele fala sobre a química organometálica, que diz respeito à síntese orgânica com a utilização de metais, e sobre como ela pode ser a responsável pela salvação do mundo.

CÉLIO YANO | CIÊNCIA HOJE | PR

HISTORICAMENTE NÃO HÁ MÉTODO MAIS LARGAMENTE APLICÁVEL, PRECISO E CONFIÁVEL QUE O DA CATÁLISE POR PALÁDIO. CREIO QUE ESTE É O ASPECTO MAIS SIGNIFICATIVO DO TRABALHO. VÁRIOS OUTROS METAIS DE TRANSIÇÃO PODEM FAZER ISSO, MAS O PALÁDIO É, DE LONGE, O MELHOR

**O senhor ganhou o Prêmio Nobel pela descoberta do acoplamento cruzado catalisado por paládio. Em que consiste esse processo?** Como o nome diz, há três conceitos envolvidos: catálise, paládio e acoplamento cruzado. Um catalisador é algo que produz um efeito químico para acelerar uma reação, sem que seja consumido no processo. Depois de usado, volta a seu estado inicial. Ou seja, um catalisador pode agir centenas, milhares, milhões, até bilhões de vezes. O paládio é um catalisador. Então, em uma reação catalisada por paládio, ele não é consumido e pode ser utilizado novamente.

Acoplamento cruzado é um tipo de combinação de duas moléculas diferentes para criar uma terceira. Por exemplo, eu quero acoplar uma molécula que tem uma extremidade com um pino, que é um halogênio, e uma que tem um buraco, que é um metal. Se você simplesmente colocar uma peça junto à outra, elas não se encaixam espontaneamente. Mas se adicionar um pouco de paládio, a mágica acontece. Elas se unem. Isso é o que chamamos acoplamento cruzado catalisado por paládio. Esse tornou-se o método mais acessível para se fazer compostos orgânicos em laboratório.

**De que forma o paládio permite essa reação?** Este é o poder mágico do paládio. Ele se acopla à molécula que tem o pino e a une à molécula que tem o encaixe. Depois que o paládio junta as duas extremidades, ele é liberado e volta ao estado inicial. Isso pode ser feito em uma escala muito pequena ou em grandes proporções, como toneladas. É essa flexibilidade que faz o acoplamento cruzado catalisado por paládio ser tão usado pela indústria, principalmente na produção de materiais de alta tecnologia e em produtos medicinais. Se você ou outra pessoa disser para mim “quero que faça esse material”, eu posso escrever uma receita para isso apenas olhando para as suas moléculas desejadas. Historicamente não há método mais largamente aplicável, preciso e confiável que o da catálise por paládio.

Creio que este é o aspecto mais significativo do trabalho. Vários outros metais de transição podem fazer isso, mas o paládio é, de longe, o melhor.

**Por que o senhor decidiu trabalhar com isso?** Era meu sonho, 50 anos atrás, fazer síntese orgânica. Na época, isso era considerado muito difícil. Apenas pessoas muito especializadas eram capazes de sintetizar algum composto orgânico e elas enfatizavam a dificuldade que o trabalho envolvia. E era complicado mesmo. Então pensei: “por que não achamos um jeito de tornar a síntese orgânica mais simples, de modo que qualquer pessoa possa fazê-la, sem necessariamente ser um doutor, mestre ou bacharel em química?” Eu achava que qualquer um deveria poder lidar com isso. Precisávamos de um método infalível, fácil e que pudesse ser aplicado genericamente. Então comecei a buscar esse método.

**Por que o senhor decidiu se mudar para os Estados Unidos em 1960 em vez de continuar suas pesquisas no Japão?** Eu estudava na melhor escola do Japão – a Universidade de Tóquio. Mas não estava totalmente satisfeito com o currículo e com o método de ensino. Quando me graduei, considerava que tinha um conhecimento relativamente pobre de química. Entrei na empresa Teijin [indústria de produtos químicos e farmacêuticos] e alguns chefes da minha seção pediam que eu fizesse síntese de compostos orgânicos. Para mim era algo muito difícil. Então decidi que me reeducaria. Levou um ano para descobrir como faria, mas a melhor e a mais barata opção era tentar uma bolsa da Fulbright [programa de intercâmbio educacional entre Estados Unidos e outros países], que cobriria todos os meus custos para estudar na América. A concorrência era de 100 candidatos por vaga, mas consegui passar. Fui parar na Universidade da Pensilvânia, na Filadélfia. Lá o curso de química foi fantástico.

>>>

OS METAIS DE TRANSIÇÃO DO BLOCO D SERÃO A SALVAÇÃO DO MUNDO DO SÉCULO 21 EM DIANTE. PRECISAMOS APRENDER MAIS SOBRE ESSES METAIS PARA RESOLVER TODOS OS TIPOS DE PROBLEMA, DO ACÚMULO DE CO<sub>2</sub> NA ATMOSFERA ATÉ A FALTA DE ALIMENTOS

**O senhor acha que as universidades norte-americanas são superiores às japonesas em termos de método de ensino?** Cinquenta anos atrás não tinha comparação. Hoje essa diferença está significativamente reduzida. Mas ainda há mais condições para seguir uma carreira científica nos Estados Unidos. Isso com certeza.

**Nos Estados Unidos o senhor trabalhou com outro prêmio Nobel de Química, o professor Herbert Brown, laureado em 1979 por seus trabalhos com organoboranos. Como foi essa convivência? O que aprendeu com ele?** Aprendi praticamente tudo em termos de pesquisa científica. Na primeira vez que o vi, ele falava sobre o trabalho que lhe rendeu o Nobel, mas foi muito antes de ser laureado. Era 1962 e eu estava na Universidade da Pensilvânia como estudante de pós-graduação. Fiquei fascinado com o trabalho e tive a certeza de que ele ganharia o Nobel. Ele foi premiado em 1979, ou seja, 17 anos antes eu já havia previsto: “Este cara merece o Nobel”. Eu queria estudar química organometálica e ele fazia a chamada química organoborana, que lida com o metal boro. Então fui procurá-lo em 1966, quatro anos depois, como pós-doutorando.

**Então, o senhor sabia que Brown ganharia o prêmio Nobel. Chegou a prever que você também seria laureado?** Bem, era um sonho. Como eu disse, ganhei a bolsa da Fulbright com uma concorrência de 100 candidatos por vaga. Nesse caso você tem que se sentir confiante. Tem que pensar que deve ser bom, né? Pelo menos comparado aos outros 99 concorrentes. E, na Pensilvânia, Brown era apenas um de cerca de duas dúzias de ganhadores do Nobel. Então, para mim, eles eram pessoas reais, não figuras de contos de fadas. Eu dizia: “Todos esses caras são pessoas normais. Eu trabalho bem, posso ter a chance de ser como eles”. Isso foi em 1961, logo que cheguei

aos Estados Unidos. Naquela época comecei a ter essa esperança, apenas esperança. Acho que às vezes ter esperança é importante.

**O que o senhor pensa sobre essa iniciativa, a Escola São Paulo de Ciência Avançada em Química?** Acho maravilhosa. O Brasil tem muito potencial, embora não tenha se revelado. Pelo que sei, nenhum brasileiro ganhou o Nobel, é isso?

**Exatamente.** Ainda não, mas isso é só uma questão de tempo. Eu acredito nisso. É esse tipo de atividade que desperta nos estudantes o espírito científico, e por isso é maravilhoso estar aqui.

**O senhor conhece algum cientista brasileiro que poderia ganhar o prêmio Nobel?** Infelizmente preciso pedir desculpas, mas meu conhecimento sobre os cientistas brasileiros ainda é limitado. Não sei apontar nenhum nome.

**Qual é o futuro da química organometálica?** Eu diria que essa é uma das áreas mais promissoras. Há 23 metais de transição do bloco D. Todos podem ser usados como catalisadores. Bem, exceto um, que é artificial. Esses elementos são campeões em catálise e, como disse, em uma reação não são consumidos. Podem ser usados de novo, e de novo, e de novo. Então você não precisa de grandes quantidades deles. Isso torna a química mais ambientalmente correta. Eu digo sempre que os metais de transição do bloco D serão a salvação do mundo do século 21 em diante. Precisamos aprender mais sobre esses metais para resolver todos os tipos de problema, do acúmulo de CO<sub>2</sub> na atmosfera até a falta de alimentos. Está aí o verdadeiro segredo. Todos deveriam aprender mais sobre isso, sobre como tirar vantagem dessa propriedade. 



FOTO: CICERO RODRIGUES

*Diderot achava, como outros filósofos da época, que o conhecimento poderia e deveria mudar o mundo, fazendo os homens mais felizes em sua marcha rumo ao progresso*

## O FILÓSOFO E A IMPERATRIZ

Em meio aos percalços que envolveram a publicação da *Enciclopédia*, Catarina II, czarina das Rússias, convidou os organizadores da obra, Denis Diderot (1713-1784) e Jean d'Alembert (1717-1783), a terminarem-nos domínios da então mais extensa das monarquias europeias. Ambos declinaram. Diderot prezava a independência dos homens de letras e não queria ver seu nome associado a nenhum dos candidatos a príncipe filósofo – o mais célebre da época era Frederico II, rei da Prússia e protetor tanto de Voltaire (1694-1778) quanto de d'Alembert.

Diderot, contudo, era um animal político – ao contrário de d'Alembert, que não entendia muito do riscado. Diderot achava, como outros filósofos da época, que o conhecimento poderia e deveria mudar o mundo, fazendo os homens mais felizes na marcha rumo ao progresso. Além disso, o início dos anos 1760 colheu-o em dificuldades econômicas: a *Enciclopédia* estava terminada, após ter, por duas décadas, lhe garantido o ganha-pão, e os rendimentos deixados pelo pai não bastavam para dotar a filha às vésperas do casamento. Pensou vender sua biblioteca, o que não era fácil: fora preso por blasfêmia, todos sabiam-no ateu, o governo de Luís XV não andava para brincadeiras. Quem compraria livros 'subversivos'?

Em 1765, de São Petersburgo, Catarina II fez a oferta. Pagava 15 mil libras, preço que o filósofo pedia, e mais uma pensão anual de mil libras para que, maravilha das maravilhas, Diderot permanecesse em Paris como guardião da própria biblioteca, que só seguiria para as terras do norte após a morte do filósofo. Em troca, seria conveniente que Diderot viajasse para a Rússia. Afinal, a imperatriz ardia por conhecê-lo pessoalmente e, claro, o ato configurava homenagem, um 'beija-mão' mais que oportuno: toda a Europa murmurava acerca do assassinato do marido de Catarina, no qual ela estaria envolvida, assim como em outro mais recente, que dera cabo de um príncipe da família imperial que poderia muito bem herdar o trono...

Se Diderot hesitou, novo arroubo de generosidade da czarina selou a decisão de viajar. Em 1766, a burocracia russa se atrapalhou no pagamento mensal da pensão e a czarina, indignada com tanta incompetência, decidiu antecipar ao filósofo 50 anos de salário – 50 mil libras de uma vez só. Mesmo assim, Diderot ainda remançou. Esticou a corda até junho de 1773, quando abalou para a capital russa.

Catarina o recebeu de braços abertos, e foram conversas sem-fim, e parece também que certo enleio de parte a parte. Diderot mantinha-se firme no propósito de influir sobre uma das pessoas que mandavam no mundo, traçando para ela planos de governo, discorrendo sobre o direito dos povos... Uma anedota contava que, no dia de reis, 6 de janeiro de 1770, coubera-lhe a fatia de bolo em que estava a fava colocada habitualmente no doce para designar quem seria o Rei da Epifania naquele ano. Rei de fava, Diderot proclamou o seu Código: se ao soberano cabia legislar, queria que o povo o governasse, unido e livre para fazer o que quisesse. Ante uma revolta dos cossacos do Don, Diderot tentou dissuadir a czarina de os reprimir sem clemência. Catarina retrucou que as ideias do filósofo cabiam bem na superfície complacente do papel, mas não se aplicavam quando estava em jogo a natureza humana, áspera e difícil. Que ele ficasse no mundo das ideias e a deixasse governar como bem entendesse.

Em março de 1774, doente e decepcionado, Diderot começou a viagem de volta a Paris. Em *As paixões intelectuais*, a francesa Elisabeth Badinter observou que o filósofo se convencera de uma vez por todas que o poder intelectual não podia ser diretamente exercido sobre o soberano: "É a opinião pública a interlocutora privilegiada do filósofo, e é ela que deve ser ouvida pelo príncipe".

Voltaire, sempre espertíssimo, dera conta do impasse em uma carta escrita anos antes, em 1767, a d'Alembert: "É a opinião que governa o mundo, e cabe a vós governar a opinião". **CR**

**LAURA DE MELLO E SOUZA**

Departamento de História,  
Universidade de São Paulo

FÍSICA > PARTÍCULAS FUGIDAS PARECEM VIAJAR COM VELOCIDADE MAIOR QUE A DA LUZ, CONTRARIANDO EINSTEIN

# A revolução do século (? ou !)

**N**esta seção, já se afirmou que a física de neutrinos é uma das mais instigantes deste começo de século. Mas, não se esperava que ela chegasse ao ponto que chegou.

Aos fatos.

Imagine um grupo de cientistas que tenha obtido dados que contrariam o modelo mais aceito sobre um fenômeno. Certo, dá para seguir em frente, pois se pode ter em mãos um bom trabalho. Agora, imagine que esses resultados desbancam uma teoria de... Albert Einstein (1979-1955).

Complicado, não? — dá para imaginar a surpresa dos pesquisadores ao constatarem a 'heresia'.

Poucas vezes, se viu tamanha polêmica na física. E ela prossegue — pelo menos, até o fechamento desta edição. A equipe do experimento Ópera depositou artigo, em arquivo público, no qual alega que neutrinos, uma das centenas de partículas conhecidas hoje pelos físicos, viajam mais rapidamente que a luz.

E aí está o (imenso) problema.

Em 1905, Einstein publicou cinco artigos que mudaram a cara da física desde então. Em um deles, o da teoria da relatividade, mostrava que a velocidade da luz no vácuo (cerca de 300 mil km/s) é inatingível por qualquer corpo que tenha massa. Sabe-se, de uns anos para cá, que os neutrinos, extremamente fugidios, têm massa — minúscula, é verdade. E, se têm massa, devem ficar obrigatoriamente abaixo da velocidade da luz.

Visão geral do Ópera, cujos resultados indicam que neutrinos viajam com velocidade superior à da luz, contrariando lei da física. Para capturar essas partículas, o experimento, na Itália, usa um conjunto de detectores — cada um com tamanho aproximado de um tijolo (detalhe) — que contêm emulsões nucleares (filmes fotográficos especiais), separadas por folhas de chumbo

Hoje, a teoria da relatividade, expandida pelo próprio Einstein 10 anos mais tarde, é um dos pilares da física contemporânea. Derrubá-lo significa fazer desmoronar parte dessa disciplina.

**MÍSEROS NANOSSEGUNDOS** O simples depósito do artigo causou polêmica. Cedo demais, alegaram uns; desserviço à ciência, disseram outros.

A primeira reação — e a mais esperada, obviamente — foi alegar que as medições estavam erradas. O Ópera afirmou que os neutrinos haviam percorrido os 730 km que separam o CERN (Organização

Europeia para a Pesquisa Nuclear), na fronteira entre França e Suíça, e o Laboratório de Gran Sasso, perto de Roma (Itália), onde fica o experimento, cerca de 60 bilionésimos de segundo mais rapidamente que um objeto que estivesse viajando à velocidade da luz.

Os neutrinos deveriam ter feito o percurso em míseros 2,43 milésimos de segundo. Fizeram 60 nanossegundos mais rapidamente.

[Explicando: o CERN gera um feixe de neutrinos que, atravessando os subterrâneos da Terra, chega aos detectores no Gran Sasso — sim, os neutrinos viajam por





OPERA EXPERIMENT

**CORTANDO CAMINHO?** Neutrinos foram idealizados em 1930, pelo físico austríaco Wolfgang Pauli (1900-1958), para explicar uma reação nuclear (decaimento beta) na qual sempre parecia faltar uma lasca de energia. Pauli, em carta bem-humorada aos colegas, propôs que esse déficit era carregado por uma nova partícula, pouco depois batizada neutrino. Os físicos ficaram tão entusiasmados com essa ideia que passaram a usar o neutrino em seus cálculos mesmo antes de ele ser detectado – o que só ocorreu em meados da década de 1950.

Outros experimentos já haviam mostrado que os neutrinos – porém, com energia menor que os do Ópera – eram bem comportados, ou seja, ficavam abaixo da velocidade da luz.

O artigo foi depositado no arxiv.org (sob o número 1109.4897) em 22 de setembro – mas a notícia vazou antes para a imprensa. Alvorço imediato na comunidade mundial de físicos. De lá para cá, já apareceram vários artigos tentando explicar os resultados. Eles se dividem em duas classes: i) aqueles que apontam possíveis fontes de erros; ii) aqueles que explicam por que os resultados podem estar corretos. Exemplo do primeiro tipo: a medição do tempo de voo dos neutrinos entre CERN e Gran Sasso é feita por GPS, que pode lá ter suas imprecisões. Do segundo: os neutrinos ‘cortaram’ caminho por meio de dimensões extras do espaço – sim, nesse caso, teríamos que assumir que há mais do que três dimensões espaciais, e estariam abertas as portas para outro tipo de física.

A grande maioria dos físicos está cética sobre a veracidade dos dados. Mas é preciso lembrar que são cerca de 170 autores (provavelmente, todos doutores) que sustentam o que está sendo afirmado ali.

Caso os resultados estejam corretos – e isso vai depender de experimentos independentes –, então, estaremos diante de um fato para o qual só há um nome: revolução na ciência.

**Artigo disponível em [arxiv.org/abs/1109.4897](http://arxiv.org/abs/1109.4897)**



OPERA EXPERIMENT

dentro do planeta, em trajetória reta. Isso não é nenhum problema, porque essas partículas-fantasma não interagem praticamente com nada. Exemplo: construa uma parede de chumbo (!) com 10 trilhões de km de espessura (!), e aí você terá alguma chance de fazer um neutrino interagir com um fragmento de matéria no caminho dele. Impressionante, sem dúvida. O Ópera conseguiu detectar cerca de 15 mil neutrinos. É quantidade imensa.]

Dá para imaginar a ansiedade (e coragem) dos cerca de 170 pesquisadores que assinam o artigo. Segundo o porta-voz do experimento, a incredibilidade inicial fez com que os integrantes do projeto revissem cada miudeza dos dados e dos equipamentos. Nada. Nada, mesmo.

Aí, acharam que seria hora de compartilhar os dados com outros especialistas, na esperança de que alguém achasse causa mundana para o resultado – bem, essa é ainda a maior aposta de todos que avaliaram os resultados. Afinal, disse o porta-voz, não podiam varrer a sujeira para debaixo do tapete; seria desonesto.

Boa justificativa. Nesses casos, vale democratizar a informação. Milhares de cabeças pensando são melhores que 170 delas.

BOTÂNICA

## A reverência da plantinha

Para empregar um lugar-comum do meio futebolístico, a natureza realmente é uma caixinha de surpresas. Dessa vez, ela nos reservou uma nova espécie de planta, encontrada na Bahia. Se não bastasse ser inédita, ela ainda é dotada da seguinte característica: enterra suas sementes.

A descoberta tem mais detalhes peculiares. O primeiro contato com a nova espécie se deu quando um trabalhador da Fazenda Rio Negro, em Entre Rios, na Bahia, se acomodou atrás de um arbusto para certa atividade humana privada. Observando o cenário ao redor naqueles instantes de privacidade, José Carlos Mendes Santos notou uma plantinha com cerca de 2,5 cm de altura, dotada de flores brancas e rosas.

Isso poderia dar em nada, caso Santos não tivesse recolhido o exemplar pelo seguinte motivo: seu patrão, Alex Popovkin, um filólogo, especialista em árabe, decidiu mudar, em 1991, depois de 15 anos nos EUA, para área rural da Bahia, para se dedicar à sua paixão da juventude: estudar plantas.

Popovkin — que, gentilmente, cedeu a imagem aí ao lado para a *CH* —, pôs o vegetal em um vaso. E esperou. Depois de um tempo, ao ver o que aconteceu ao espécime, se defrontou com a dificuldade em catalogá-lo.

Popovkin contactou especialistas no Brasil, nos EUA e no Reino Unido. Daí nasceu a colaboração com Lena Struwe, da Rutgers



(como é conhecida a Universidade do Estado de Nova Jersey), e, mais tarde, com Katherine Mathews da Universidade da Carolina Ocidental, também dos EUA, e Mari Carmen Molina, da Espanha.

A troca de informações levou à identificação da família: *Loganiaceae*, a mesma da planta da qual é extraído o veneno estricnina. O gênero, *Spigelia*, com 60 espécies conhecidas, foi determinado por exames de DNA.

MEDICINA

## DIU e câncer cervical

É provável que o primeiro pensamento depois de ler o título acima tenha sido: o dispositivo intrauterino (DIU) aumenta as chances desse tipo de câncer. A surpresa: o contraceptivo parece proteger contra a doença.

Já se sabia que o DIU reduz a probabilidade de câncer do endométrio. Mas restava dúvida sobre o cervical, pois estudos anteriores haviam sido inconclusivos.

Agora, o maior estudo epidemiológico relacionando o dispositivo e a doença reuniu dados de 20 mil mulheres de quatro continentes e concluiu: aquelas que utilizam DIU apresentaram metade do risco de contrair câncer cervical.

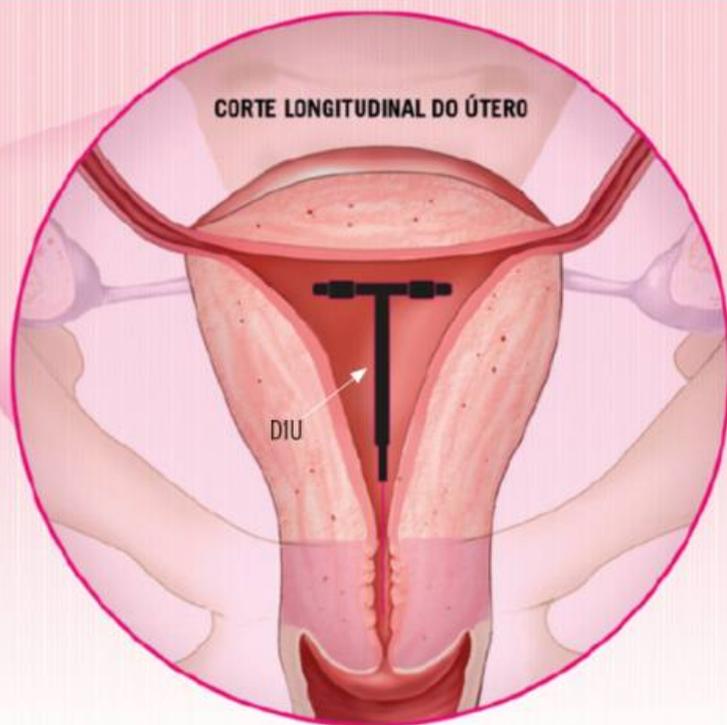




FOTO: ALBERTO PEREZ

**Exemplar da nova espécie de planta *S. genuflexa*, dobrando suas inflorescências para depositar seu fruto no solo, a única a fazer isso em sua família**

Confirmada como nova espécie, ela ganhou o nome *Spigelia genuflexa*. Este último termo é referência ao fato de a espécie dobrar seus 'galhinhos' (na verdade, inflorescências) em direção ao solo, depositando seus frutos sobre a superfície e, por vezes, os enterrando, caso o terreno seja mole (formado por musgos, por exemplo). 'Genuflexa' é menção à genuflexão, o ato de dobrar a perna e tocar o chão com o joelho, em sinal de reverência.

A *S. genuflexa* – que geralmente é nanica, mas, dependendo do ambiente, pode chegar a 25 cm de altura, mas aí não consegue fazer suas inflorescências tocarem o chão – é, até agora, em sua família, a primeira espécie a fazer isso ou ser geocárpica, no vocabulário da área. Com isso, a mãe garante que os filhos nasçam em terreno propício. O amendoim tem mecanismo parecido. Diferença: enterra suas flores no chão, onde os frutos germinam.

Por que o trabalho não foi feito com brasileiros? Popovkin explicou em entrevista para um jornal: não encontrou interessados. O artigo (em inglês) pode ser baixado gratuitamente no sítio da revista: <http://www.pensoft.net/journals/phytokeys>

 **PhytoKeys\_14/09/11**

O câncer cervical está relacionado com a infecção pelo HPV (sigla, em inglês, para vírus do papiloma humano), apesar de menos de 1% das infecções evoluir para a doença, segundo o que se sabe hoje.

O novo estudo, porém, apontou dado interessante: o uso de DIU não diminui o risco de infecção por HPV; no entanto, se mostrou associado a menor risco (cerca de 50%) dos dois principais tipos de câncer cervical (carcinoma de células escamosas e adenocarcinoma).

Para obter esse percentual de redução de risco, basta usar o DIU por pelo menos um ano – mas, nos anos seguintes, ele não se altera, mostraram os resultados. Essa redução se manteve mesmo em mulheres que usavam o contraceptivo por 10 anos.

Pergunta crucial: por que o risco diminui?

Duas das suposições da equipe de Xavier Castellsagué, do Instituto Catalão de Oncologia (Espanha): i) o processo de colocação e retirada do DIU remove células pré-cancerosas; ii) o dispositivo induz inflamação crônica na mucosa uterina e, portanto, resposta imunológica mais prolongada, diminuindo assim a progressão do HPV – o que soa mais plausível.

Nas palavras de um especialista, se os resultados se confirmarem, então será preciso revisar o conhecimento atual sobre a gênese do câncer cervical.

 **The Lancet Oncology\_13/09/11 on-line**

## MEDICINA

# Vulvodinia e fungos

Além da nota sobre DIU e câncer cervical, nesta edição, outra boa notícia para o público feminino. Se os resultados feitos com camundongos servirem para humanos, então é possível que, por causa de infecções recorrentes, as mulheres possam desenvolver vulvodinia (ou, por vezes, vulvodínia, pois o termo não está consignado em dicionários). Vulvo...?

Essa é uma condição em que a portadora sente dor crônica na vulva, sensação de queimação, ao simples toque, tornando, por vezes, um inferno as relações sexuais e o uso de absorventes internos – muitas pacientes têm que encerrar a vida sexual por causa desse quadro misterioso, que afeta, segundo os autores, de 9% a 12% das mulheres em idade fértil.

Por que então o quadro é tão pouco disseminado? Talvez, confusão de diagnóstico ou preconceito.

Agora, a equipe de Melissa Farmer, da Universidade McGill (Canadá), diz ter mostrado que, a partir da terceira infecção por fungos, nove entre 15 camundongos desenvolveram hipersensibilidade da vulva.

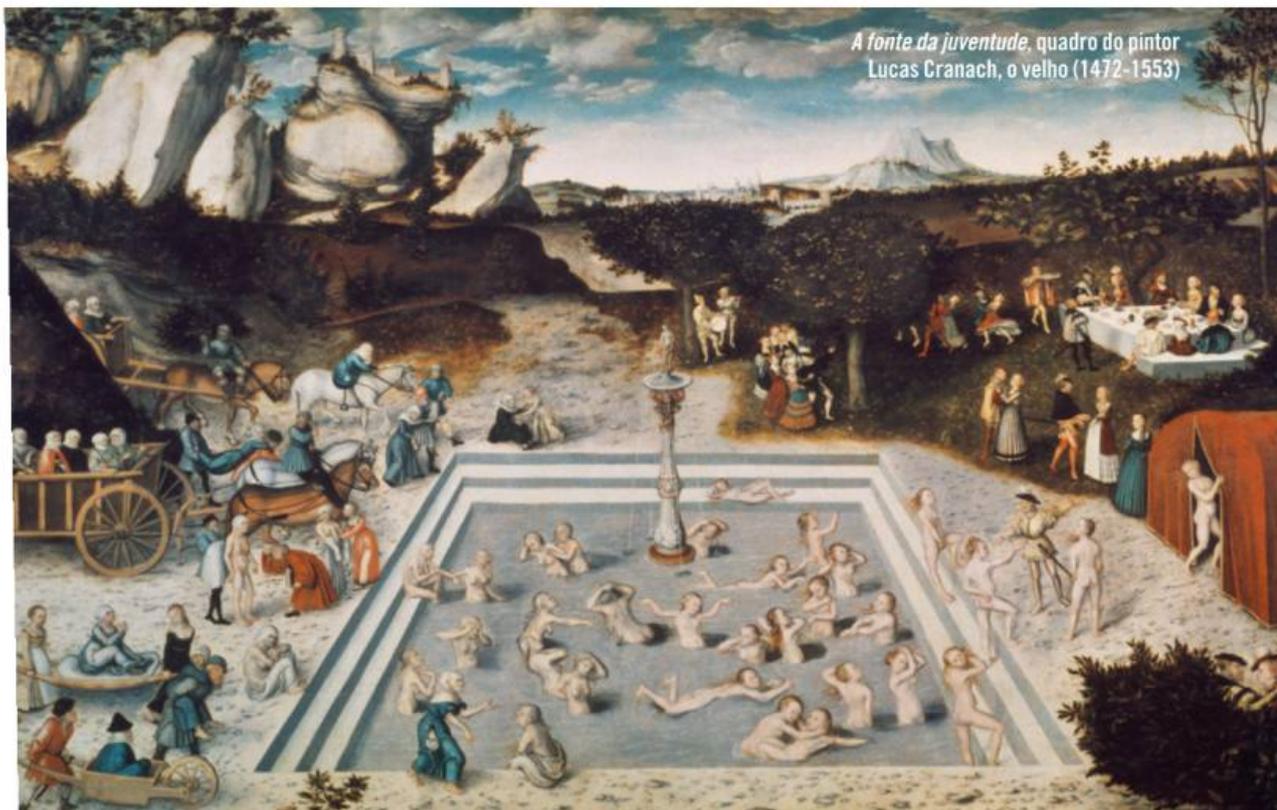
O interessante é que a aparência externa do tecido era normal, sem alterações. O mais interessante, porém, veio com o exame minucioso da região. Lá, havia mais fibras nervosas do que o normal. Os pesquisadores supõem que essa superprodução tenha sido desencadeada pelas infecções por fungos.

O entendimento desse mecanismo – caso ele realmente possa ser aplicado a humanos – abre caminho importante para novas formas de tratamento ou, quem sabe, cura do quadro.

 **Science Translational Medicine\_21/09/11**

BIOQUÍMICA

# Fim da pílula da juventude?



A fonte da juventude, quadro do pintor Lucas Cranach, o velho (1472-1553)

ALBUM / ANS - MADRISON - ANTONIO SUTINOOK

A melhor candidata até o momento a ‘pílula’ da juventude sofreu baque forte em sua reputação, segundo dados apresentados em artigo recém-publicado.

Em meados da década de 1990, pesquisadores revelaram molécula (sirtuína) que, segundo eles, tinha a capacidade de aumentar em cerca de 30% a expectativa de vida em leveduras. Depois, experimentos nos quais cientistas forçaram o aumento da produção dessa substância em vermes e moscas indicaram também a expansão (em bons pontos percentuais) da longevidade.

Esses resultados foram alavancados por anteriores, na linha ‘coma menos e viva mais’, comprovados com boa quantidade de estudos feitos até com macacos. A relação entre restrição calórica e longevidade parece ser consenso desde então.

A questão era: essa restrição ativa a produção de sirtuína? Até agora, a resposta parecia ser sim.

De lá para cá, porém, começaram a brotar desconfianças sobre o papel das sirtuínas – havia dificuldades em reproduzir aqueles resultados promissores. Mas isso não impediu que empresas fossem montadas para explorar a ação antienvhecimento dessa molécula – se o nome dessa enzima for colocado em um sítio de buscas na internet, aparecerão remissões a cremes de beleza que prometem antienvhecimento da pele ativando as sirtuínas.

Agora, veio o resultado que, tudo indica, causará rugas em quem apostava que o envelhecimento pode ser freado com só uma molécula ou sua simples ativação.

Simplificadamente, a equipe de David Gems, da University College London, afirma ter demonstrado: i) vermes que fabricavam altos níveis de sirtuínas não viveram mais do que os normais; ii) em moscas-da-fruta, altos níveis de sirtuína não tiveram aumento da longevidade; iii) o ácido retinoico (presente em cremes antienvhecimento e antirrugas) não ativa, como vem se alegan-

do, a produção de sirtuína; e iv) restrição calórica aumentou a expectativa de vida em moscas-da-fruta que não fabricavam sirtuínas – portanto, os dois mecanismos não parecem estar relacionados.

Isso pôs pedra pesada na relação sirtuína-longevidade-antienvhecimento.

Mas essa molécula – e isso ainda é consenso – mantém méritos na área da saúde de mamíferos. Experimentos mostram que a diminuição ou a supressão dessa enzima estão relacionadas a doenças ligadas ao envelhecimento, como obesidade, diabetes, perda de audição, problemas cardíacos e neurodegenerativos.

Especialistas dizem que agora a saída parece ser buscar outros candidatos a molécula que aumenta a expectativa de vida e freia o envelhecimento – se o mecanismo for assim tão simples.

Até lá, a pílula da juventude voltará a ser, mais uma vez, promessa. Só isso.

 Nature 22/09/11

## Preciosidade alienígena

Talvez, o(a) leitor(a) tenha lá sua bijuteria de ouro ou platina. Sim? Então, saiba que o ornamento é totalmente alienígena, como mostram agora resultados de análise precisa.

Ouro, platina, índio e outros metais semelhantes nem deveriam existir nas camadas superficiais de nosso planeta. Quando a Terra se formou, há cerca de 4 bilhões de anos, os metais preciosos – visão anacrônica da coisa, claro – foram sugados, juntamente com o ferro, para o centro do planeta. E lá permanecem – por sinal, há tanto metal precioso no caroço terrestre que daria para fazer capa de uns 4 m recobrando a Terra.

Mas esse metal interno está, claro, inacessível.

A realidade, porém, mostra outro cenário aqui, na superfície. Há, no manto terrestre, mais ou menos 10 mil vezes mais ouro, platina e outros metais do que deveria haver. De onde veio o excesso?

Análise ultraprecisa de elementos químicos de rochas com 4 bilhões de anos coletadas na Groenlândia confirmaram suspeita antiga: o metal pesado chegou ao planeta na forma de chuva de meteoros ‘preciosos’, pouco depois da formação do núcleo planetário.

A conclusão surgiu de experimentos feitos por Mathias Willbold e Tim Elliott, da Universidade de Bristol (Reino Unido), em material coletado por Stephen Moorbath, da Universidade de Oxford, também britânica.

Willbold diz que seu laboratório foi o primeiro no mundo a conseguir tal patamar de precisão, porque o material analisado – o metal tungstênio – é extremamente raro.

Depois do bombardeio, os metais alienígenas se espalharam pelo manto – Willbold acredita que tenham chegado à Terra impressionantes 20 mil quatrilhões ( $2 \times 10^{18}$ ) de toneladas de matéria de asteroides na forma de ‘chuva’ – a figura dá ideia de como foi esse processo. Em seguida – em tempo geológico, obviamente –, os continentes começaram a se formar e a concentrar esses metais nas jazidas que são hoje exploradas.

“Nosso trabalho mostra que a maioria dos metais preciosos usados pela economia e indústria foi adicionada ao planeta por mera sorte”, diz Willbold.

 Nature\_07/09/11



SINTONIA FINA

## Olá, sou o Doutor fulano de tal, seu enfermeiro

O *New York Times* deu destaque a assunto que (in)diretamente tem muito a ver com o Brasil. E, apesar de só esbarrar em questões da ciência, vale explorá-lo aqui.

Antes, porém, algum contexto.

Engenheiro estrangeiro que viveu cerca de 10 anos no Brasil, ao ser perguntado sobre sua pior impressão do país, sem titubear, dispara: “A de ser chamado doutor”. O interlocutor pede explicação. E vem ela: o fato de os mais pobres e humildes aplicarem esse título aos mais abastados. Por aqui, o qualificativo, por vezes, é também imposto de cima para baixo. Caso emblemático: um juiz que conseguiu na justiça – e o mais impressionante é o fato de um colega, desembargador, ter cedido ao pedido – liminar exigindo que o porteiro do prédio dele o chamasse... ‘doutor’.

[Em tempo: o lado justo da história foi que a mídia fez pouco do ‘doutor’ e, mais tarde, a liminar foi cassada por juiz de bom-senso – este, sim, vale ter o nome citado aqui, Alexandre Eduardo Scisínio –, que alegou: “Doutor não é forma de tratamento, e sim título acadêmico utilizado apenas quando se apresenta tese a uma banca e esta a julga merecedora de um doutoramento.

## A melhor dica contra a Aids em 30 anos

A melhor notícia em quase 30 décadas de luta para a obtenção de vacina contra a Aids saiu agora: encontrada a proteína que, tudo indica, é a responsável pela ação da única vacina contra a doença com resultados positivos.

Essa vacina, denominada RV-144, foi testada, em 2009, em 16 mil heterossexuais na Tailândia, todos com baixo risco de infecção pelo vírus HIV, o causador da Aids. Feitas as análises finais, constatou-se que os vacinados apresentavam risco 31% menor de pegar a doença, em relação aos que receberam substância inócua

(placebo) em vez da vacina – o leitor leu sobre isso nesta seção, em CH265.

Resultados modestos – e muitos desconfiaram deles. Mas aquele percentual foi alvissareiro, principalmente em um cenário em que todas as outras candidatas a vacina haviam falhado (algumas, feio).

Por quê, então, a RV-144 funcionou? Eis a questão que custou dois anos de avaliações extras dos especialistas, que, para isso, examinaram amostras de sangue de 246 vacinados (41 deles infectados) e concluiu: a defesa contra

Emprega-se apenas às pessoas que tenham tal grau, e mesmo assim no meio universitário”. Perfeito.]

No Brasil, tem sido costume chamar ‘doutor’ os portadores dos diplomas das três profissões imperiais: médicos, advogados e engenheiros. E, nas últimas décadas, tudo indica, basta ocupar um cargo de chefia (ou ter poder) para ser elevado a tal nível. Por aqui, doutor (ou professor doutor), como apontou o sábio juiz, é aquele que defendeu tese de doutorado em instituição reconhecida pelo governo – o irônico é que esses, em geral, não fazem questão do título.

Voltando ao NYT. Enquanto, no Brasil, todos com algum *status* social parecem ser ‘doutores’, nos EUA o termo é sinônimo de médico – mas, vale ressaltar que, lá também, nada tem a ver com o título de doutorado.

Desde 2004, nos EUA, para praticar a profissão, farmacêuticos devem ter o título de doutor. A partir de 2015, a exigência se estenderá a fisioterapeutas e enfermeiros. A alegação nada tem a ver, dizem esses conselhos de classe, com ser ou não chamado ‘doutor’, mas, sim, com aperfeiçoamento profissional.

Ano passado, informa a reportagem, cerca de 150 faculdades formaram em torno de 7 mil doutores em prática de enfermagem, título que leva algo como três anos a mais de estudo, após completada a graduação. Enfermeiras anestesistas também precisarão do título em breve. Ao todo, o país tem algo como 375 mil mestres e 28 mil doutores em enfermagem.

As entidades de classe médica se dizem contra, pois temem perder o ‘doutor’ que os identifica por séculos, alegam. Estados norte-americanos já proíbem

que enfermeiros, farmacêuticos e fisioterapeutas se designem ‘doutores’ sem, em seguida, identificarem sua profissão.

Médicos, por sua vez, dizem que o uso generalizado do ‘doutor’ poderia confundir o paciente.

A reportagem do NYT diz que, por trás da querela, estão autonomia, briga por maiores salários e poder para prescrever medicamentos. Dos 51 estados norte-americanos, 23 deles permitem que enfermeiros façam consultas sem supervisão ou colaboração de médicos – no Brasil, enfermeiros podem fazer a chamada consulta de enfermagem, bem como prescrever medicamentos e exames, desde que esses itens constem de um protocolo autorizado por cada município.

Para um dos representantes de classe dos médicos entrevistados pelo diário norte-americano, a obrigatoriedade do título é apenas um subterfúgio para obter independência para praticar exames e prescrever. Para a presidente do Colégio de Enfermagem dos EUA, isso não é verdade. Ela alega que enfermeiros estão orgulhosos com a profissão e, se quisessem ser médicos, teriam ido para a faculdade de medicina.

Seja lá, seja aqui, sob o título ‘doutor’, escondem-se interesses e mazelas. Lá, parece ser questão de corporativismo de classe e de reserva de mercado; aqui, resquício de uma desigualdade social de séculos, que (ainda) divide o país em ‘doutores’ e ‘não doutores’.

E, no final das contas, como resumiu um doutor (de verdade) ao escutar sobre a história do juiz exigente: “Senhor e senhora são tratamentos de respeito; portanto, apropriado a todos.”

o vírus veio de uma proteína (no vocabulário da área, imunoglobulina G ou IgG) que reconhece e se liga a V2, porção pouco estudada – eufemismo para ignorada – das proteínas da superfície do HIV. Pessoas cujo organismo produz essa proteína, segundo as análises, têm 43% a menos de chance de contrair o vírus.

Já aqueles que produzem a proteína IgA apresentaram risco 54% maior de contrair o HIV, comparados a indivíduos sem esse anticorpo.

Na prática, tudo isso pode soar como minúcias bioquímicas, e os autores reafirmam aquele discurso do otimismo cuidadoso, chavão nessas horas: é só uma hipótese, uma suspeita etc.

Mas, na opinião de gente da área, é a melhor dica que os especialistas têm em mãos nos últimos 30 anos, porque é um caminho para vacinas baseadas em novas estratégias, explorando a IgG – e tendo como alvo a V2, por exemplo.

Ano que vem, estão programados três outros testes com a vacina na Tailândia, onde esses resultados foram agora apresentados, na última Conferência Internacional de Vacinas Contra a Aids, em Bangcoc. Também já se fala em testes com primatas, bem como populações de alto risco tanto na Tailândia quanto na África do Sul.

Parece que o entusiasmo voltou ao campo das vacinas contra Aids.

# Futuro brilhante

O bichano ao lado tem tudo para fazer história na ciência. E o fato de ele brilhar no escuro não é lá (paradoxalmente) tão importante. O relevante, no caso, é que agora os gatos podem ser tornar modelos mais apropriados ao estudo de doenças em humanos.

A equipe do virologista molecular Eric Poeschia, da Clínica Mayo, em Minnesota (EUA), partiu da seguinte questão: se os gatos tivessem certo gene (TRIMCyp) em seu material genético, eles seriam resistentes ao FIV? Explicando. O FIV (vírus da imunodeficiência felina) é o causador de 'Aids' nos felinos, como indica a definição. Os sintomas são semelhantes àqueles da Aids em humanos, causada pelo HIV. Gatos não pegam o HIV assim como os primatas não pegam o FIV. O TRIMCyp, gene presente em primatas, evita que esses animais peguem o FIV – em humanos, que não têm esse gene, mas que também não pegam o FIV, o processo é mais complicado.

Mas como inserir o gene em gatos? Há o método 'tradicional', o mesmo empregado para criar a ovelha Dolly: põe-se o gene no núcleo de uma célula, que é enxertado em um óvulo desnucleado. Este, por sua vez, é implantado no útero. Problema: a técnica é sutil, trabalhosa, precisa de muitos embriões, para gerar (com sorte) pouquíssimos filhotes.

Poeschia – que gentilmente cedeu as imagens para a CH – e colegas optaram pelo novo. Pegaram um óvulo, injetaram nele um vírus que carregava o gene TRIMCyp e, de quebra, proteína que faz as células emitirem luz fluorescente verde – entendeu o brilho do gatinho? Com isso, eles poderiam rastrear as células com o gene alienígena. Os óvulos, então, foram inseminados com esperma de gatos.

Feito isso, 22 gatas receberam os óvulos – de 30 a 50 em cada fêmea. Cinco delas ficaram grávidas. Ao todo, 11 embriões, sendo 10 deles com o novo material genético. Cinco gatinhos vingaram – ou quase, já que um morreu no parto, e outro veio morto à luz.

Será que os gatinhos verdes ficaram imunes ao FIV? Testes com o sangue dos animais mostraram que o vírus



FOTO: MARIANO CLINIC

não conseguia se replicar nas células contendo o novo gene. Outras análises vão mostrar se são mesmo resistentes à doença. Se sim, a ciência terá dado um passo para entender a Aids em humanos (ver 'A melhor dica contra a Aids em 30 anos' nesta seção).

Fluorescente, imune ao FIV... Mas, para os cientistas, o melhor dos resultados é o fato de o novo método de inserção de genes ter sido um sucesso. Isso, em tese, permite que gatos sejam usados como modelos para o estudo em humanos de doenças infecciosas ou não. Por exemplo, a parte do cérebro desses felinos que controla a visão é bem mais semelhante à humana do que a dos camundongos.

 **Nature Methods**\_11/09/11 on-line

O CONTEÚDO DA SEÇÃO MUNDO DE CIÊNCIA TEM COMO FONTES: SCIENCE, NATURE, NATURE MEDICINE, NATURE BIOTECHNOLOGY, NATURE GENETICS, NATURE IMMUNOLOGY, NATURE NEUROSCIENCE, NATURE NEWS, NATURE MATERIALS, GENE THERAPY, PHYSICS NEWS 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, EUREKA! ALERT 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: OCCASO RODRIGUES

*A responsabilidade social dos cientistas deveria ir além da simples atuação como sentinela: seu papel seria quase o de prestação de contas para com a sociedade*

Nas palavras do neozelandês Maurice Wilkins (1916-2004), ganhador do prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina, em 1962, por sua contribuição na descoberta da estrutura do DNA, “a ciência é imprevisível”. Mais concretamente, é difícil imaginar que consequências terão certos achados. Às vezes, o conhecimento gerado permanece latente por algum tempo, para mais adiante somar-se a algum dado novo e então servir para construir uma hipótese qualquer, uma arma de guerra, uma droga salvadora – ou até para ficar ignorado indefinidamente.

Ainda citando Wilkins, ele acreditava ser muito raro um cientista abandonar seu trabalho em nome de valores morais. Em sua época, registrou somente um caso na Inglaterra, o de uma colega, Sue Mayer, que recusou um convite para trabalhar em um projeto que oportunamente serviria para o desenvolvimento de bactérias patogênicas (para serem usadas em guerra biológica). Mais tarde, quando as primeiras bombas nucleares explodiram em Nagasaki e Hiroshima, no Japão, Wilkins ficou tão chocado que pensou seriamente em desistir da ciência e se tornar pintor em Paris. Em vez disso, ajudou a criar, em 1969, a Sociedade Britânica para a Responsabilidade Social do Cientista, que tinha como objetivo principal engajar os cientistas em campanhas de vigília constante contra os avanços da ciência que se prestassem a usos indevidos.

Como congregasse uma respeitável lista de notáveis, muitos deles laureados com o Nobel, a sociedade foi, durante a chamada ‘guerra fria’, uma voz importante, manifestando-se, entre outras campanhas, contra a proliferação de armas nucleares. A SBRSC também gerou filhotes, tendo inspirado o surgimento de várias organizações, como o Greenpeace, que hoje está presente em muitos países, sendo respeitado pelos bons e pelos maus.

É imensa a abrangência de entidades como a SBRSC. As possibilidades do mau uso do conhecimento são muitas, de modo que um cientista, hoje, teria uma tarefa hercúlea se quisesse militar como guardião dos bons cos-

tumes científicos. Mas, segundo alguns, a responsabilidade social dos cientistas deveria ir além da simples atuação como sentinela: seu papel seria quase o de prestação de contas para com a sociedade. Não bastaria a indignação moral quanto aos descaminhos da ciência. Os cientistas são, em última análise, peritos em assuntos variados, e essa intimidade com os fatos traria, como contrapartida, o papel de protetores das comunidades.

Nessa ótica, epidemiologistas, infectologistas ou cientistas ligados à área de saúde ambiental, pertençam ou não a agências de vigilância do governo, teriam o dever de proteger a população das endemias que periodicamente assolam certas regiões. No Rio de Janeiro, por exemplo, eles deveriam se sentir obrigados a interromper os ciclos anuais da dengue.

O debate sobre os deveres dos cientistas galgou mais um degrau recentemente. Na Itália, a responsabilidade social se transformou em responsabilidade legal. Seis cientistas italianos serão julgados, acusados de negligência criminoso, por causa do terremoto que, em abril de 2009, atingiu a cidade de L'Aquila, deixando centenas de vítimas fatais e milhares de desabrigados. Segundo os moradores, os cientistas ignoraram tremores de terra que antecederam o terremoto e poderiam ser considerados avisos do que se seguiria. Embora a defesa dos geofísicos envolvidos alegue que é impossível prever um terremoto, a acusação insiste que os cientistas falharam ao deixar de levar em conta riscos como a densidade populacional local e a fragilidade dos prédios.

O julgamento iminente já dividiu a comunidade científica. As reações podem ser avaliadas pelo grande número de blogues assinados por cientistas, publicados em setembro na revista científica *Nature* (v. 477, p. 264). O assunto é bastante polêmico e certamente abre um precedente interessante. Destilando a matéria, fica a pergunta: até que ponto o privilégio da prática científica está isento de responsabilidades? 

**FRANKLIN RUMJANEK**

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

# SUPERBACTÉRIAS

O problema mundial da  
resistência a antibióticos

Imagem de micrografia eletrônica  
de varredura da bactéria MRSA, uma das  
mais resistentes a antibióticos na atualidade

O termo 'superbactérias' é atribuído às bactérias que desenvolvem resistência a, praticamente, todos os antibióticos. Vários fatores estão envolvidos na disseminação desses micro-organismos multirresistentes, incluindo o uso abusivo de antibióticos, procedimentos invasivos (cirurgias, implantação de próteses médicas e outros) e a capacidade das bactérias de transmitir seu material genético. Este artigo aborda as principais superbactérias conhecidas e as perspectivas futuras desse problema que responde por um número crescente de infecções e mortes e aflige profissionais de saúde em todo o mundo.

**FABIENNE ANTUNES FERREIRA** *Programa de Pós-graduação em Microbiologia, Departamento de Microbiologia Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

**RAQUEL SOUZA CRUZ** *Departamento de Microbiologia Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

**AGNES MARIE SÁ FIGUEIREDO** *Departamento de Microbiologia Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro*  
Email: [agnes@micro.ufrj.br](mailto:agnes@micro.ufrj.br)

**N**as últimas décadas, o mundo tem testemunhado uma grande proliferação de bactérias patogênicas, envolvidas em uma variedade de doenças, que apresentam resistência a múltiplos antibióticos. O termo superbactérias, muito usado atualmente, refere-se a bactérias que acumularam vários genes determinantes de resistência, a ponto de se tornarem refratárias a, praticamente, todos os antimicrobianos utilizados nos tratamentos médicos, deixando clínicos e cirurgiões sem muitas opções para combater as infecções. Sem dúvida, um dos mais importantes fatores envolvidos na proliferação de superbactérias é a ampla utilização de antibióticos no ambiente hospitalar, na população extra-hospitalar (comunitária) e na agropecuária. >>>

É preocupante o aumento contínuo das taxas de mortalidade relacionadas a infecções por bactérias multirresistentes, em todos os continentes. A partir de dados (de 2009) de um grupo de estudo envolvendo o Centro Europeu para o Controle de Doenças e a Agência Europeia de Medicina, estimou-se que, a cada ano, cerca de 25 mil pacientes morrem dessas infecções na União Europeia. Nos Estados Unidos, estudos realizados pelos Centros para Controle e Prevenção de Doenças (CDC) avaliaram que mais de 63 mil pessoas morrem, a cada ano, de infecções bacterianas associadas a hospitais. Mais inquietante é o fato de que a taxa de infecções graves por bactérias multirresistentes é ainda maior nos países em desenvolvimento, como o Brasil, onde os serviços de assistência à saúde são, muitas vezes, precários.

As superbactérias têm surgido a partir de diversas espécies ou grupos de micro-organismos, alguns dos quais podem ser encontrados normalmente em nosso corpo (na pele e nos intestinos, por exemplo). Entre as espécies mais associadas à resistência a antimicrobianos estão *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (conhecida pela sigla MRSA), *Acinetobacter baumannii*, *Enterococcus faecium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium difficile*, *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae*.

A MRSA está, sem dúvida, entre as superbactérias mais disseminadas no mundo, tanto no ambiente hospitalar quanto fora dos hospitais, envolvendo inclusive indivíduos saudáveis. Em 2007, o CDC publicou relato, no *Journal of the American Medical Association*, estimando que o número de infecções por MRSA nos Estados Unidos estaria próximo de 100 mil por ano, com cerca de 19 mil casos fatais. O número de mortes, segundo o editorial que comentava o artigo, é maior que o das mortes atribuídas ao vírus da Aids naquele país, no mesmo ano.

Atualmente, em países mais ricos, como os Estados Unidos, 60% a 70% das amostras de *S. aureus* encontradas em unidades de terapia intensiva (UTI) apresentam resistência à meticilina (ou seja, são MRSA). Pacientes hospitalizados são, particularmente, mais suscetíveis a infecções graves por MRSA, em razão do sistema imune mais comprometido e do uso de procedimentos médicos invasivos, como cirurgia e implantação de cateteres e próteses.

Essa forma resistente da bactéria *S. aureus* tem elevada capacidade de disseminação, sendo comum encontrar bactérias da mesma linhagem (muitas vezes, geneticamente idênticas) em hospitais separados por distâncias continentais, gerando verdadeiras pandemias hospitalares. A maioria das infecções que ocorrem em hospitais é causada por um pequeno número de linhagens internacionais epidêmicas de MRSA. No Brasil e em vários países, está amplamente disseminada a linhagem ST239. Além da resistência múltipla a antibióticos, amostras dessa linhagem são capazes de acumular grande quantidade de biofilme – um verdadeiro ‘tapete’ de bactérias que se forma em superfícies, como as de cateteres, próteses e instrumentos médicos (figura 1).

É de particular importância o fato de que bactérias dessa linhagem adquiriram a habilidade de aderir e invadir células das mucosas do trato respiratório humano (figura 2), apontada por pesquisadores brasileiros em estudo publicado em 2005 no periódico científico *Journal of Infectious Diseases*. Tal habilidade sugere que as superbactérias podem não apenas acumular genes de resistência, mas também adquirir características capazes de afetar a gravidade das doenças.

A década de 1990 foi marcada pela emergência de infecções associadas a amostras de MRSA adquiridas na comunidade, ou seja, fora dos hospitais, inclusive afetando indivíduos saudáveis. Análises dos genomas dessas bactérias refutaram a possibilidade de linhagens hospitalares terem migrado para a comunidade. Além disso, amostras de MRSA de cepas hospitalares continham múltiplos genes de resistência, enquanto as linhagens comunitárias tinham, em geral, apenas o gene *meCA*, que confere resistência à meticilina. Nos últimos anos, porém, cepas comunitárias de MRSA começaram a adquirir resistência a múltiplas drogas. Estudo publicado em 2010 na revista científica *Science* (v. 329, n° 5.998, p. 1.467) revelou que a linhagem ST398 de MRSA comunitária tem se disseminado também entre suínos, tanto na Europa quanto na América do Norte.

**Tipos novos de resistência** Outras superbactérias em destaque, na atualidade, são as produtoras de uma enzima denominada carbapenemase. Esses micro-organismos estão relacionados a surtos de infecções hospitalares em todo o mundo, inclusive no Brasil. O mecanismo de resistência dessas bactérias está diretamente associado à liberação dessa enzima, que pertence ao grupo das betalactamases, que atuam rompendo

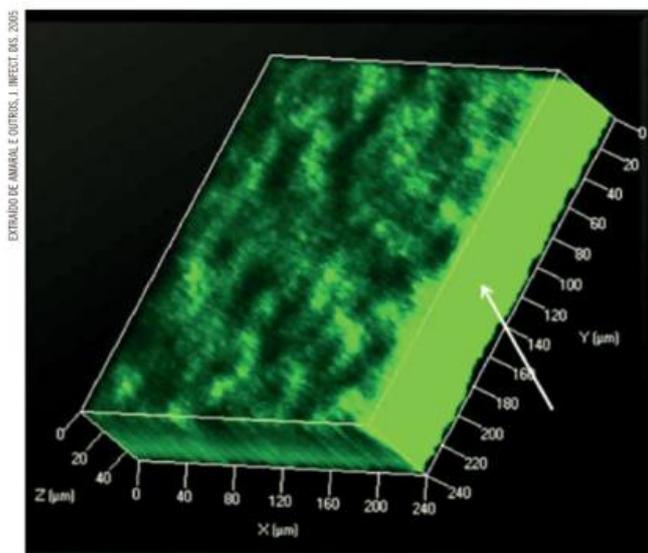


Figura 1. As bactérias são capazes de formar ‘tapetes’ (biofilmes) sobre superfícies plásticas, como as utilizadas em dispositivos médicos

EXTRADO DE MARAL E OUTROS, J. INFECT. DIS. 2005

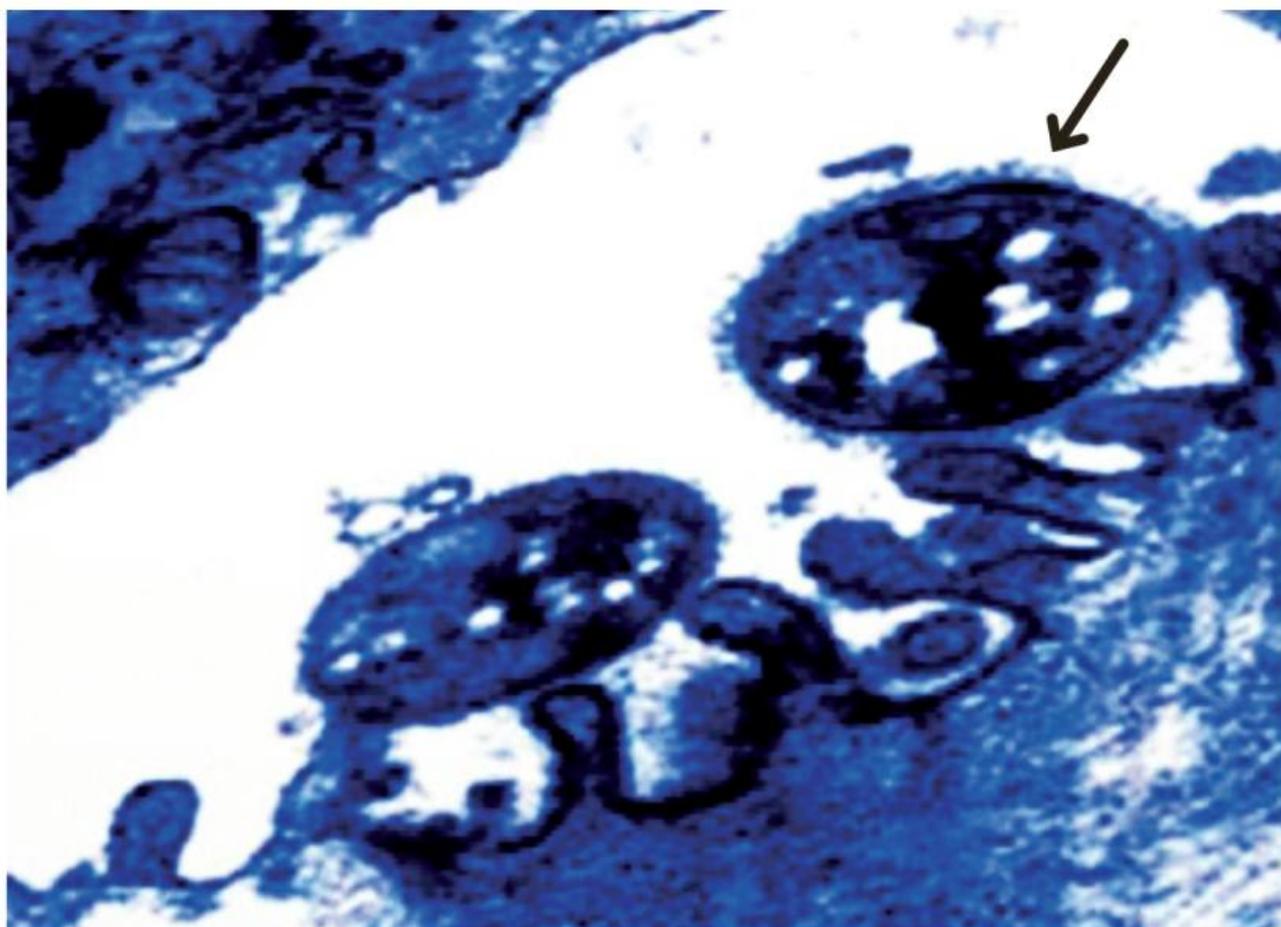


Figura 2. A bactéria *Staphylococcus aureus* multiresistente (MRSA) da linhagem ST239 (seta) pode aderir às microvilosidades das células do aparelho respiratório humano

e inativando o anel betalactâmico, importante componente da estrutura química dos antimicrobianos. A quebra desse anel impede a ação do antibiótico. O surgimento e a disseminação universal desse tipo de resistência (a antibióticos do tipo carbapenemas) representam desafios tanto para a terapêutica médica quanto para o controle das infecções hospitalares.

Bactérias que produzem carbapenemases do grupo A, conhecidas como KPC (sigla de *Klebsiella pneumoniae-carbapenemases*, por terem sido encontradas inicialmente nessa bactéria), foram descritas nos Estados Unidos desde o começo da década de 2000 e, segundo estudos recentes, têm se disseminado para outros países. Até recentemente, essas enzimas só haviam sido identificadas em *E. coli* e *K. pneumoniae*, mas hoje sua produção já foi observada em outras, como *P. aeruginosa* e *A. baumannii*.

A KPC confere resistência a praticamente todos os antibióticos que têm o anel betalactâmico. Antibióticos carbapenemas (como imipenema, meropenema e ertapenema) tornaram-se ineficazes contra infecções causadas por bactérias produtoras dessa enzima. Essas bactérias também são, muitas vezes, resistentes a outros antibióticos não betalactâmicos, o que restringe ainda mais as opções de tratamento. Por isso, essas superbactérias estão associa-

das a infecções com significativa mortalidade. No Brasil, bactérias com essa enzima foram registradas pela primeira vez em 2005, mas somente em 2010 elas passaram a causar surtos mais graves no país: 246 pacientes foram contaminados, em vários estados (só em Brasília foram 154), e morreram 18 pessoas no Distrito Federal e uma no Paraná, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

Uma nova superbactéria, conhecida como NDM-1, emergiu recentemente na Índia e no Paquistão, gerando preocupação. O gene *bla<sub>NDM-1</sub>*, adquirido por essa bactéria, determina a produção de uma enzima (uma nova metalo-betalactamase) que confere resistência a quase todos os antibióticos betalactâmicos em uso. O gene foi caracterizado pela primeira vez em 2008, na *K. pneumoniae* e na *E. coli*, mas pode ocorrer em outras bactérias, como *A. baumannii*. Hoje, pacientes infectados com essa bactéria são tratados apenas com antibióticos monobactâmicos, como aztreonam – esses antimicrobianos têm uma estrutura diferente de anel betalactâmico, por terem sido sintetizados completamente em laboratório.

No entanto, é comum a superbactéria NDM-1 ter outros genes de resistência, que a tornam imune a diversos tipos de antibióticos (macrolídeos, aminoglicosídeos, rifampicina, sulfametoxazol e até o aztreonam). Além disso, ela já >>>

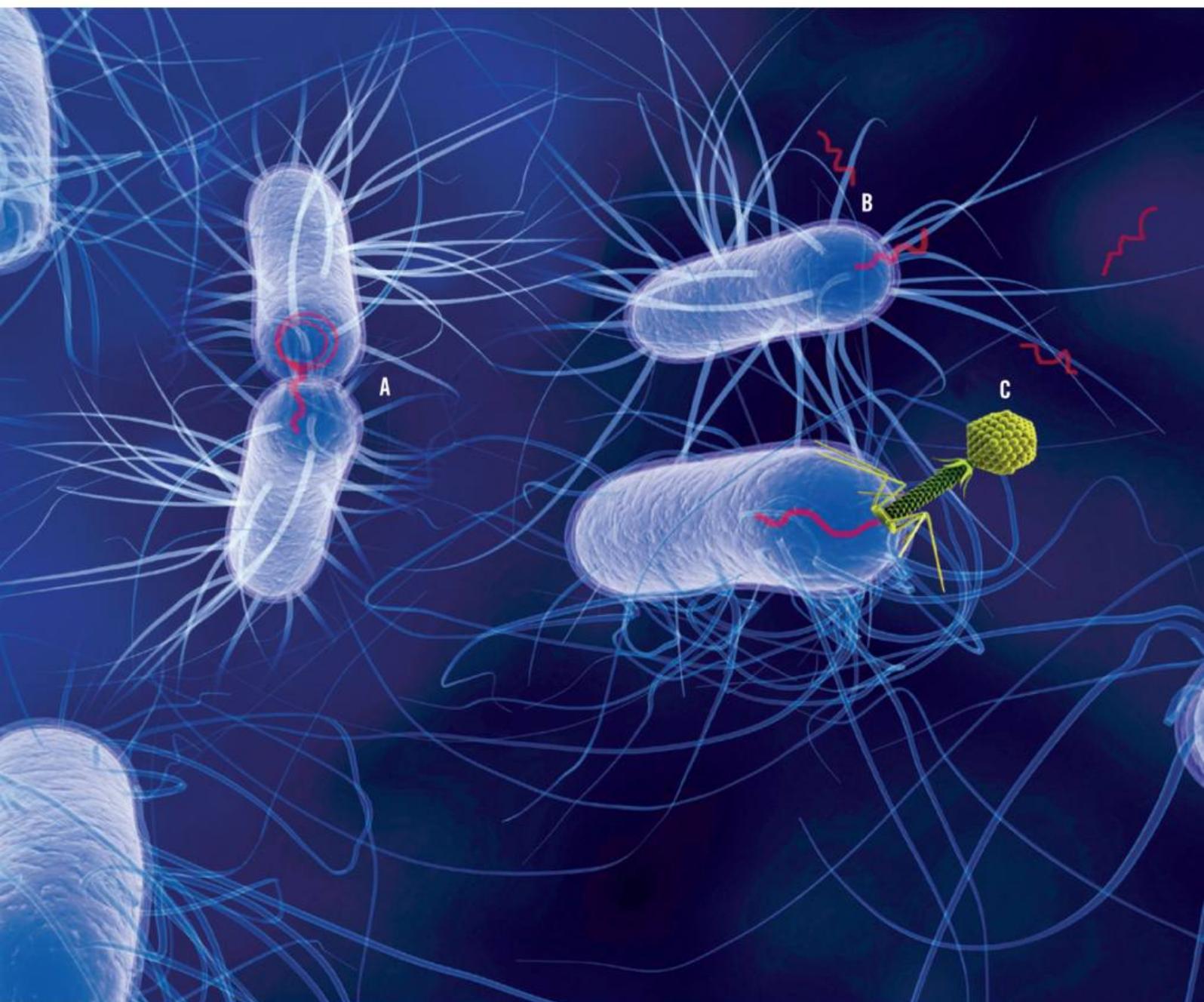


Figura 3. ‘Superbactérias’ podem usar diferentes mecanismos para transmitir, a outras bactérias sensíveis, genes de resistência aos antibióticos. Alguns desses mecanismos são; A) contato entre as duas bactérias (célula-célula); B) liberação de material genético no meio extracelular e captação por outra bactéria; e C) transferência por meio de bacteriófagos (vírus – em amarelo – que infectam bactérias)

chegou a outras partes do mundo, embora continue restrita ao ambiente hospitalar. Trabalho publicado em 2010 no periódico científico *International Journal of Antimicrobial Agents* indica que bactérias NDM-1, restritas ao ambiente hospitalar, já foram encontradas nos Estados Unidos, no Canadá, na Austrália, no Reino Unido e em outros países europeus, no Oriente Médio, na África e no sudoeste da Ásia. Cabe acrescentar que grande parte dos infectados por bactérias NDM-1 realizou algum atendimento médico na Índia e, o que é pior, muitos foram àquele país apenas para realizar cirurgias plásticas não restauradoras.

### Atenção e medidas de controle

O sucesso das superbactérias parece depender de três fatores principais: a presença de elementos genéticos móveis, permitindo a transmissão de genes de resistência de uma bactéria a outra (figura 3); a intensa utilização de antimicrobianos, levando à proliferação desses micro-organismos resistentes; e a rapidez com que as pessoas viajam de um país para outro, disseminando tais bactérias entre indivíduos de regiões geográficas distintas. Sem dúvida, a questão da múltipla resistência aos antibióticos tornou-se uma crise sanitária global.



ANTONIO OLIVEIRA

Países que mantêm controle rigoroso das infecções em seus hospitais, como Dinamarca, Holanda e Finlândia, por exemplo, têm conseguido manter as taxas de infecção por MRSA muito baixas. As estratégias de controle vão muito além do uso de luvas e máscaras e de antissepsia eficiente de mãos e instrumentos médicos. Nesses países, os hospitais realizam culturas periódicas com amostras de pacientes infectados e de não infectados que apresentam risco de contrair a bactéria resistente. Indivíduos contaminados permanecem isolados, em enfermarias separadas, até que a superbactéria seja eliminada de seu organismo.

Os micro-organismos continuam acumulando alterações genéticas (mutações) que garantem sua evolução como patógenos de sucesso e, em alguns casos, se tornam resistentes a todas as drogas, mas os pesquisadores continuam buscando novas substâncias antimicrobianas, e algumas têm sido descobertas. Vacinas contra bactérias multirresistentes também são objeto de estudos, mas até o momento nenhuma vacina desse tipo foi aprovada para comercialização.

Apesar do esforço de pesquisa visando descobrir novos antibióticos, o número de novas drogas aprovadas para comercialização vem diminuindo ao longo dos anos. Além disso, a cada novo antimicrobiano descoberto, as bactérias adquirem um mecanismo de resistência e proliferam mesmo

em sua presença. Assim, cada vez mais, os médicos encontram dificuldades para tratar seus pacientes com a droga mais adequada.

É notório que a disseminação e o potencial para causar pandemias das superbactérias merecem monitoramento constante e efetivo. Mas são necessárias medidas adicionais de controle, em nível nacional e internacional. É importante, para isso, que exista uma colaboração estreita entre países, por meio de redes públicas de vigilância. Surpreende, apesar de todo o avanço da biologia molecular, da biotecnologia e dos estudos de sequenciamento de genomas, que a comunidade científica ainda não tenha redes eficientes para acompanhar a ocorrência de bactérias multirresistentes. Políticas públicas efetivas preci-

sam ser adotadas, o quanto antes, para que hospitais e outros serviços assistenciais continuem a promover a saúde da população, sua função principal, sem gerar mais doenças.

Não parece surpresa que o nível de infecções causadas por bactérias resistentes seja proporcional ao consumo de antibióticos. Assim, a rota mais previsível para controlar a questão da resistência é frear o uso abusivo desse tipo de medicamento. É sabido que muitas prescrições são desnecessárias ou incorretas, como nos casos em que o médico desconhece o agente causador da doença ou de infecções virais (contra as quais os antibióticos não atuam). O problema ainda é mais grave nos países em que a venda de antibióticos é regulada de modo inadequado.

Em 5 de maio deste ano, o governo brasileiro deu um importante passo para restringir o uso abusivo dessas drogas, ao editar a Resolução nº 20, da Anvisa, que dispõe sobre prescrição, comercialização e embalagem de antibióticos. A resolução estabelece normas mais rígidas de prescrição pelos médicos, determina a retenção de cópias das receitas em farmácias e drogarias e obriga os comerciantes do setor a manter livros (tradicionais ou eletrônicos) de registro dessas vendas, com a identificação dos compradores. Os antibióticos – a resolução lista 119 (excluídos os de uso exclusivo em hospitais) – devem ter faixas vermelhas na embalagem e, nestas, a informação de venda apenas sob prescrição médica e com retenção da receita.

Medidas como esta são essenciais para controlar a proliferação e um potencial predomínio de superbactérias. No entanto, muito ainda precisa ser feito. Cabe aos cientistas desenvolver pesquisas que levem a novas drogas para combater os micro-organismos multirresistentes, e compete aos governantes adotar políticas e medidas práticas, implantando o monitoramento constante e o controle da disseminação dessas bactérias modificadas, bem como outras ações de promoção da saúde e prevenção de doenças. Finalmente, a população deve se manter informada, para ter condições de exercer sua cidadania e exigir seus direitos quanto à qualidade dos serviços públicos de saúde. ■

## Sugestões para leitura

AMARAL, M. M.; COELHO, L. R. e outros. 'The predominant variant of the Brazilian epidemic clonal complex of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* has an enhanced ability to produce biofilm and to adhere to and invade airway epithelial cells', em *Journal of Infectious Diseases*, v. 192, nº 5, p. 801, 2005.

KLEVENS, R. M.; MORRISON, M. A. e outros. 'Invasive methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in the United States', em *Journal of American Medical Association*, v. 298 (15), p. 1.763, 2007.

WALSH, T. R. 'Emerging carbapenemases: a global perspective', em *International Journal of Antimicrobial Agents*, v. 36 (Suplemento 3), p. S8, 2010.

### VEJA MAIS NA INTERNET

>> ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Resistência a antibióticos (em inglês) (disponível em [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/en/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/en/))



Atletas e frequentadores de academias são constantemente bombardeados com sugestões – e até imposições – de colegas, dirigentes, treinadores e familiares, para melhorar o rendimento ou alterar a aparência (emagrecer ou aumentar os músculos) por meio de drogas. Nesses casos, são minimizados os danos à saúde, da própria droga ou de seus efeitos colaterais. Diante desse quadro, a dopagem no esporte tende a ser considerada ‘normal’ e admissível.

Essa prática, porém, além de perigosa para a saúde, subverte a ética e as regras esportivas, ao dar vantagens artificiais a alguns competidores. Daí surgiu a necessidade de um eficiente controle da dopagem, feito de modo científico. As substâncias usadas por atletas, seus efeitos, seus malefícios à saúde e as formas de controlar o problema nos esportes são os temas deste artigo.

**Francisco Radler de Aquino Neto**

*Laboratório de Controle de Dopagem,  
Laboratório de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico,  
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

# DOPAGEM

## ÉTICA NO ESPORTE E SAÚDE DOS ATLETAS

**N**ossa sociedade está dominada pela automedicação e pelo uso indevido da química para melhorar o desempenho ou a aparência pessoal. Essas práticas são estimuladas sob a ótica da 'saúde' (a conselho de pessoas próximas, quase sempre sem conhecimento suficiente), do estudo e do trabalho (para manter o estado de alerta), do padrão estético (para emagrecer ou ampliar a musculatura), do convívio social (para 'enturmar' – caso do cigarro, de bebidas alcoólicas e de drogas como maconha, cocaína e *ecstasy*) e até com finalidade religiosa (algumas seitas utilizam alucinógenos em seus rituais).

Muitas pessoas acreditam que essas substâncias não sejam prejudiciais, ou que os 'ganhos' compensariam os riscos, o que é um grande erro. Os anabolizantes, por exemplo, são tidos como 'glamurosos' e apresentados como a solução para problemas estéticos e de força muscular, mas têm os mesmos efeitos colaterais das chamadas drogas 'pesadas'. Não é divulgado que causam dependência química, sendo motivo crescente de internações em clínicas de recuperação de drogados, e mudança de humor, em muitos casos com aumento da agressividade. Mais que isso, o uso crônico pode causar problemas sérios no fígado (inclusive câncer) e no sistema cardiovascular (como acidentes vasculares cerebrais), além de outras doenças.

Portanto, não é compreensível a tolerância da sociedade para com os usuários de anabolizantes e seu uso indiscriminado em academias de ginástica, onde as pessoas deveriam buscar uma atividade voltada à melhoria de sua saúde. Quando a sociedade perde seu rumo, cabe aos poderes constituídos fiscalizar e coibir as práticas indevidas. No âmbito do esporte, cabe às confederações e federações esportivas zelar pela saúde dos competidores e pela ética na competição, realizando, nos atletas filiados, o controle de dopagem (ou *doping*, como é muito conhecido).

GERTY MARQUES

&gt;&gt;&gt;

As drogas são moléculas e sua atividade no corpo humano se dá por meio de interações moleculares. Como são identificadas pelo organismo como algo estranho, este procura eliminá-las, transformando-as em moléculas mais fáceis de transportar para a corrente sanguínea e daí para as excreções naturais (urina, fezes, suor) e para cabelos e pelos. Portanto, para avaliar se houve dopagem é preciso determinar a presença da droga ou de seus metabólitos em material obtido do atleta. A urina, que acumula os resíduos eliminados pelo organismo, é o material preferencial para essa análise, mas, para certos tipos de substância, a capacidade de detecção é maior quando a investigação é feita no sangue ou no plasma sanguíneo.

**Laboratórios autorizados** Embora ainda existam discordâncias, o controle de dopagem no esporte é necessário para combater os malefícios causados pela prática à saúde e garantir a igualdade de condições nas competições. Nos dois aspectos, a química tem papel fundamental: essa ciência demonstra esses malefícios, por meio das áreas correlatas de farmacologia e toxicologia, e permite detectar o uso de substâncias proibidas, pela análise da composição de fluidos e tecidos cedidos pelo atleta.

A profissionalização levou o desenvolvimento do esporte aos limites da capacidade humana. No atletismo, por exemplo, em provas de velocidade, os recordes diferem em centésimos de segundo! Esse é o terreno fértil para a dopagem: um 'algo mais', por menor que seja, pode resultar nessas pequenas diferenças de desempenho, com enorme ganho para o vencedor. Assim, premidos pela necessidade de vencer a qualquer custo, atletas utilizam diferentes tipos de substâncias, como estimulantes, narcóticos/analgésicos, anabolizantes, corticosteroides, diuréticos, betabloqueadores, carreadores de oxigênio, hormônios (eritropoietina, hormônio do crescimento, insulina), produtos mascarantes (para burlar as análises de controle), transfusões de sangue e, em breve, dopagem genética (ver 'Nova fraude').

Para cobrir todas essas possibilidades de dopagem, a química analítica precisou desenvolver-se, procurando antecipar-se às novas práticas idealizadas pelos atletas e seus (maus) colaboradores. Técnicas sofisticadas de análise, como cromatografia e espectrometria de massas, são as grandes responsáveis pelo sucesso do controle de dopagem. Como em qualquer sis-

tema de controle, sempre haverá a fraude, mas os avanços da química analítica reduzem cada vez mais a impunidade. Em alguns casos, a fraude ainda pode passar despercebida, mas os dados ou as amostras coletadas poderão ser re-analisados com técnicas cada vez mais apuradas, o que permitirá identificar a dopagem e punir os atletas anos após terem obtido suas medalhas.

Por melhor que seja um laboratório de química analítica, os resultados obtidos não serão melhores do que a qualidade das amostras que recebe. Portanto, a coleta de amostras para controle de dopagem exige pessoal qualificado para impedir fraudes e manipulações pelos atletas. Além disso, a rigorosa selagem dos recipientes de amostra (pelo atleta), a codificação das amostras (impedindo a identificação do atleta pelo laboratório), o uso de lacres invioláveis e documentos de transporte explícitos garantem ao processo uma 'cadeia de custódia'. Esta, após 50 anos de controle de dopagem, foi aperfeiçoada a tal ponto que os atletas não mais a questionam.

Apenas 34 laboratórios, em todo o mundo, são autorizados a fazer as análises pela Agência Mundial Antidopagem (Wada, na sigla em inglês), que também monitora seu desempenho ([www.wada-ama.org](http://www.wada-ama.org)). O único no Brasil é o Laboratório de Controle de Dopagem ([www.iq.ufrj.br/labdop](http://www.iq.ufrj.br/labdop)), vinculado ao Laboratório de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro). Ao encontrar substâncias proibidas na amostra, o laboratório emite um laudo de Resultado Analítico Adverso (RAA) para a federação esportiva à qual é filiado o atleta. A Comissão de Controle de Dopagem da federação avalia o laudo, além de outras evidências, e determina, com base no Código Mundial *Antidoping*, a punição do atleta flagrado.

O atleta pode recorrer à Federação Internacional e, em última instância, ao Comitê Arbitral Internacional ([www.cas.org](http://www.cas.org)). Ao contrário do que acontece na Justiça comum, nesse processo é o atleta que deve provar sua inocência. Essa imposição, denominada responsabilidade restrita (*strict liability*, em inglês), é essencial para evitar manobras protelatórias e o uso de justificativas proibidas pelo regulamento (como administração indevida de medicamentos, contaminação por terceiros e outras). Isso obriga os atletas a um cuidado pessoal extremo. Ele deve ter um médico competente e de confiança, para decidir sobre quais substâncias pode utilizar, e



GETTY IMAGES



tomar cuidado com os alimentos e bebidas que consume, em especial no caso de suplementos alimentares (muitos estão aditivados ou contaminados com substâncias proibidas).

**Estratégias de análise** Há pouco mais de 50 anos, no início das análises para o controle de dopagem, a evolução dos medicamentos ainda era incipiente. Para cada atividade farmacológica havia poucas substâncias, que em geral tinham a mesma estrutura básica, apropriada para interagir com os receptores do organismo. Assim, o controle de dopagem buscou desenvolver métodos para detectar esses grupos de substâncias similares. O precursor desses trabalhos foi o químico – e ciclista – Manfred Donike (1933-1995), da Escola de Esporte da Universidade de Colônia (Alemanha).

Os métodos dessa época visavam identificar os seguintes grupos: estimulantes voláteis (grupo I), estimulantes, narcóticos/analgésicos e betabloqueadores (II), cafeína (III), anabolizantes (IV) e diuréticos (V).

Os fluidos biológicos (cujos constituintes são chamados coletivamente de matriz) têm grande complexidade. A análise das substâncias de interesse, em geral presentes em pequena quantidade (resíduos), pode ser comparada a um dito popular: é como procurar uma agulha (substância) em um palheiro (matriz). Essa análise é ainda mais difícil, já que a matriz não tem apenas um tipo de molécula (como a palha do dito popular), mas uma enorme quantidade de substâncias produzidas, ingeridas, processadas e metabolizadas pelo organismo.

Substâncias externas induzem no organismo uma reação de defesa, no sentido de eliminar esses 'corpos estranhos', por meio das excreções (bile, urina, suor, fezes e formação de pelos). Já que tais substâncias são transportadas no sangue e este, como outros fluidos biológicos, é composto basicamente por água, elas

precisam se tornar mais solúveis. O organismo faz isso por duas vias principais. No metabolismo 'de fase I', ele tenta transformar átomos ou grupos de átomos da molécula em

regiões com maior afinidade pela água (mais polares, em termos técnicos), o

que facilita sua transferência do interior das células para os fluidos biológicos. No metabolismo 'de fase II', esses grupos polares, ou outros preexistentes na molécula, são ligados a outros, ainda

mais polares, como os ácidos glicurônico e sulfúrico, o que acelera a eliminação. O desafio da análise de dopagem é remover as moléculas da matriz, para reduzir interferências na detecção, e concentrar as de interes-

## NOVA FRAUDE

Segundo a Agência Mundial Antidopagem (Wada, na sigla em inglês), a dopagem genética é o uso não terapêutico de células, genes, elementos genéticos ou modulação da expressão gênica com a finalidade de aumentar o desempenho atlético. Esse aumento pode ser obtido, por exemplo, por meio da maior produção (induzida geneticamente) de substâncias orgânicas que melhoram a oxigenação, a potência ou a resistência muscular e outras funções orgânicas. Esse tipo de dopagem – que já estaria sendo utilizado em muitos esportes, segundo denúncias ainda controversas – é de difícil detecção. A Agência Mundial Antidopagem convoca pesquisadores de todo o mundo, por meio de editais, a apresentar projetos de pesquisa que desenvolvam métodos de detecção dessas novas formas de dopagem.

>>>

se em um volume menor, para aumentar a capacidade de detecção.

Os métodos utilizados são adaptados às características dos grupos de moléculas que devem ser detectadas. Os procedimentos preliminares envolvem a extração das moléculas de interesse, a quebra das que estão conjugadas (liberando a parte da molécula relacionada ao fármaco usado) e a remoção do excesso de solvente para concentrar essas moléculas em apenas alguns microlitros (um  $\mu\text{l}$  equivale a um milionésimo do litro). Quando é usado o método de cromatografia gasosa, é comum promover ligações químicas que tornam as substâncias mais voláteis e termicamente estáveis, o que favorece a análise. Na cromatografia líquida, é necessário apenas escolher o solvente que transportará as substâncias. Essas técnicas cromatográficas têm extraordinário poder de separação de substâncias, sendo capazes de distinguir entre as moléculas envolvidas na dopagem e aquelas do material que as transporta (gás ou solvente). Métodos mais 'inteligentes' conseguem ir mais longe: distinguem as moléculas de interesse de quaisquer substâncias interferentes.

Os detectores mais eficientes são os espectrômetros de massas. Eles operam cedendo às moléculas tanta energia que, sem conseguir acumulá-la, explodem em pedaços, e estes são 'pesados' e contados. O resultado é um espectro de massas que revela o número de cada tipo de fragmento *versus* sua massa. Na verdade, como os fragmentos têm carga elétrica, é dada a razão massa/carga ( $m/z$ ).

Como as quebras das ligações químicas ocorrem em locais mais 'instáveis' da estrutura, o químico usa seu conhecimento para montar o quebra-cabeça: sabendo a massa, é possível supor quais átomos compõem um fragmento. A abundância de cada fragmento (que também depende de fatores conhecidos) permite imaginar como o suposto conjunto de átomos se organizaria para formar um fragmento lógico de uma molécula. Juntando as possíveis estruturas de fragmentos e determinando como se uniriam, chega-se à estrutura de uma molécula, completando o quebra-cabeça. Portanto, além de determinar a presença (e a quantidade) de certo tipo de molécula na amostra, o método permite identificá-la, com a ajuda do químico.

O fato de que cada molécula tem um espectro de massas característico permite um artifício na análise: determinar a presença de determinada molécula apenas por íons cuja estrutu-

ra combinada aponte para ela. Nesse caso, o químico estabelece que o espectrômetro fragmente as moléculas, gerando íons, mas só observa os íons característicos das substâncias de interesse, como se as outras moléculas presentes não existissem. Por esse artifício, centenas de substâncias proibidas e seus metabólitos podem ser monitorados na urina de atletas, permitindo a detecção das práticas de dopagem.

Com a evolução da farmacologia e da química aplicada à medicina, a estrutura dos fármacos produzidos passou a ser proposta por programas de computação. Como estes consideram o encaixe das moléculas nos receptores das células e as interações daí decorrentes, e avaliam milhões de possíveis estruturas e composições atômicas, os novos medicamentos podem, em tese, ser muito diferentes, ainda que tenham ação semelhante no organismo. Por isso, a abordagem de controle de dopagem por grupos de substâncias de estrutura química similar ficou obsoleta. Agora, cada vez mais, os métodos de controle de dopagem procuram substâncias que se comportam de modo parecido tanto no pré-tratamento da amostra quanto na separação e detecção, independentemente da atividade biológica que exercem.

Por isso, os chamados 'grupos de triagem' atuais, para controle de dopagem, reúnem muitas substâncias. Assim, um novo grupo (II) inclui estimulantes, narcóticos/analgésicos e betabloqueadores. Outro (denominado IV B), abrange anabolizantes, THC (maconha), antiestrogênicos, inibidores da enzima alfarredutase, efaproxiral (substância que intensifica o transporte de oxigênio no sangue), betabloqueadores e narcóticos/analgésicos. Hormônios peptídicos (como gonadotrofinas) formam o grupo VI B, e glicorticoides, anabolizantes e algumas outras substâncias farmacológicas formam o grupo VII A. Outro grupo (VII B) inclui diuréticos, estimulantes e outras substâncias farmacológicas. O grupo VIII A é o dos expansores de plasma. Esteroides endógenos compõem o grupo IX e eritropoietina, substâncias bioequivalentes, NESP e CERA (substâncias que estimulam a produção de glóbulos vermelhos) fazem parte do grupo X. Finalmente, o hormônio de crescimento está em um grupo à parte (XII).

Os grupos ausentes nessa numeração foram incluídos em outros, exceto no caso da cafeína

## PESQUISAS COMPLEXAS

O autor, juntamente com a equipe do Laboratório de Controle de Dopagem, tem como linha de atuação a pesquisa em análise de misturas em matrizes complexas, usando métodos como cromatografia, espectrometria de massas e outras, visando ao controle de dopagem. Outras áreas de pesquisa do autor são geoquímica orgânica molecular e ambiental, farmacologia e toxicologia.



(antigo grupo III), retirada da lista de substâncias proibidas. Os grupos atuais, portanto, são muito diferentes daqueles investigados no início do controle de dopagem.

**Riscos cada vez maiores** Novos desafios se apresentam para o controle de dopagem à medida que a ciência avança no tratamento químico de doenças e síndromes. O mais atual é coibir o abuso de hormônios peptídicos. Essas substâncias afetam diretamente processos centrais do funcionamento do organismo ou apresentam efeitos colaterais de interesse dos atletas.

Assim, o abuso do hormônio do crescimento produz mais massa muscular, mas também faz o organismo crescer de modo desproporcional. No caso da insulina, que controla o teor de açúcar no sangue, atletas aproveitam o efeito colateral anabolizante (que aumenta a massa muscular), mas esse hormônio tem outros efeitos colaterais devastadores. A eritropoietina induz a maturação dos glóbulos vermelhos na medula e sua liberação para o sangue, o que amplia a quantidade de transportadores de oxigênio para os músculos. Isso aumenta a capacidade de gerar energia no músculo e, portanto, sua capacidade de trabalho, mas também pode tornar o sangue mais viscoso e provocar entupimento de veias e artérias, levando à morte.

Além dos hormônios propriamente ditos, há peptídios (fragmentos de proteínas) que atuam como fatores de liberação dos hormônios, sendo usados com esse fim. Infelizmente, portanto, os avanços no controle de dopagem levam os atletas a migrar para opções cada vez mais invasivas e de maior impacto no organismo. O que não é realçado é que essas práticas envolvem riscos cada vez maiores. Na busca inconsequente por resultados, os atletas põem a si mesmos em uma faixa muito estreita entre o que pode ser um ganho no desempenho esportivo e o que pode resultar em prejuízo irreparável da saúde ou a perda da própria vida. **BR**

### Sugestões para leitura

AQUINO NETO, F. R. & NUNES, D. S. S. *Princípios básicos de cromatografia e técnicas afins*. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 2003.

PADILHA, M. C. & AQUINO NETO, F. R. 'Complementos nutricionais, anabolizantes e o controle de dopagem no esporte', em SEIBEL, S. D. (Ed.) *Dependência de drogas*, São Paulo, Atheneu, p. 293, 2010.

ROSE, E. H.; AQUINO NETO, F. R. & LEVY, R. S. *Informações sobre o uso de medicamentos no esporte*. Rio de Janeiro, Comitê Olímpico Brasileiro, 2010.

AQUINO NETO, F. R. 'O papel do atleta na sociedade e o controle de dopagem no esporte', em *Revista Brasileira de Medicina no Esporte*, v. 7, nº 4, p. 138, em 2001.



# BARREIRAS NATURAIS CONTRA METAIS TÓXICOS

Plantas como árvores de manguezais, arroz e outras, que vivem em ambientes alagados e pobres em oxigênio, têm a capacidade de formar, em suas raízes, barreiras naturais que as protegem de metais tóxicos. Essas barreiras, conhecidas no meio científico como 'placas de ferro', capturam elevadas concentrações de metais tóxicos e os imobilizam por tempo indeterminado, evitando que sejam absorvidos por pequenos organismos e cheguem a outros níveis da cadeia alimentar. Isso significa que a destruição ou degradação das plantas desses ambientes favorece a liberação dos metais tóxicos capturados pelas placas, aumentando o risco de contaminação de animais aquáticos e de danos à saúde dos humanos que os consomem.

**Anderson de Carvalho Borges**

**Leonardo Silveira Villar**

*Programa de Pós-graduação em Geoquímica Ambiental,  
Universidade Federal Fluminense*



**E**m ambientes alagados, como brejos, lagoas, mangues e outros, a presença da água restringe o contato da superfície com a atmosfera, o que reduz a aeração natural do sedimento. Com isso, as concentrações de oxigênio nos sedimentos submersos podem atingir valores próximos do zero (condição conhecida como anoxia), favorecendo o desenvolvimento de micro-organismos anaeróbios, capazes de sobreviver em ambientes desse tipo. Muitos desses micro-organismos dependem do oxigênio, e precisam obter esse elemento de compostos nos quais está ligado a elementos químicos como ferro, manganês, enxofre e outros. Assim, os micro-organismos induzem a quebra desses compostos, aproveitando o oxigênio e liberando para o ambiente os outros componentes, entre eles metais potencialmente tóxicos e gases (por exemplo, o gás sulfídrico,  $H_2S$ ) que podem prejudicar a saúde das plantas e até causar sua morte.

Algumas plantas, porém, adquiriram ao longo da evolução adaptações que as ajudam a suportar a baixa oxigenação em ambientes alagados. Uma dessas modificações é a presença em algumas espécies, como as árvores dos manguezais, de raízes que saem do

solo (raízes aéreas) e permitem trocas gasosas com a atmosfera. Outra adaptação que favorece sua sobrevivência em sedimentos com pouco oxigênio é o transporte desse elemento para as raízes subterrâneas e sua 'injeção' no solo encharcado próximo a estas.

O oxigênio é captado da atmosfera por meio de órgãos especializados situados nas partes expostas da planta (folhas, extensões de troncos e raízes aéreas). Esses órgãos – estômatos e lenticelas – são diminutos poros no tecido vegetal que facilitam as trocas gasosas com o ambiente. Uma vez captado, o oxigênio é transportado, em um tecido esponjoso denominado aerênquima, para as raízes subterrâneas e injetado no sedimento em seu entorno, na região conhecida como rizosfera. Com isso, há um aumento na concentração de oxigênio nos sedimentos, o que também ajuda na sobrevivência de algumas bactérias úteis às plantas.

Essa injeção de oxigênio no sedimento tem um efeito surpreendente: a formação de uma barreira natural que protege as plantas contra diversos metais potencialmente tóxicos presentes nesses ambientes. A presença do oxigênio no sedimento, junto às raízes, provoca uma reação química que gera ferro oxidado – de fórmula química  $Fe(OH)_2$  – e este se deposita em camadas sobre a superfície dessas raízes. Essas camadas são denominadas 'placas de ferro' (figura 1).

&gt;&gt;&gt;

**Barreira geoquímica** Ambientes alagados próximos de áreas ocupadas por humanos recebem, muitas vezes, volumes crescentes de contaminantes, entre eles metais tóxicos (como arsênio, níquel, cádmio e outros) oriundos de resíduos urbanos, industriais e rurais. Nesses mesmos ambientes, porém, podem ser encontradas plantas que têm a capacidade de imobilizar (sequestrar) esses elementos nas placas de ferro que se formam em suas raízes. As placas, portanto, atuam como uma barreira geoquímica, evitando que os contaminantes fiquem disponíveis no ambiente.

Cientistas de todo o mundo vêm pesquisando de forma intensiva as placas de ferro, para avaliar suas propriedades e encontrar formas de utilizá-las para aumentar a produtividade agrícola. Também têm sido realizados estudos de melhoramento genético, por meio de seleção de plantas, para obter espécimes capazes de formar placas maiores ou mais eficientes na captação de elementos químicos potencialmente nocivos. O objetivo é conseguir variedades de certos alimentos – arroz, por exemplo – que apresentem menores concentrações de metais tóxicos.

No entanto, as placas de ferro também podem representar um grande problema para as plantas. Em certos ambientes com poucos nutrientes (como zinco, selênio, cobre e fósforo) no sedimento, a formação dessas barreiras também imobiliza alguns desses elementos, o que pode provocar deficiência nutricional no vegetal. Já em situações em que o sedimento apresenta uma quantidade satisfatória de nutrientes, as placas de ferro podem atuar como uma reserva para o futuro. Nesse caso, os nutrientes ali armazenados seriam utilizados em algum período de escassez. Isso é possível porque as plantas de ambientes alagados são capazes de modificar a acidez do sedimento e solubilizar as placas de ferro, em caso de deficiência nutricional. Essa habilidade, porém, varia em diferentes espécies e em diferentes ambientes.

**A formação das placas** As placas de ferro podem ser formadas por minerais como os óxidos de ferro ferridrita (de fórmula  $Fe_5HO_8 \cdot 4H_2O$ ) e goethita ( $\alpha\text{-FeO(OH)}$ ) e pelo carbonato de ferro siderita ( $FeCO_3$ ). Em geral, o mais abundante nessas estruturas (cerca de 63% do volume total) é a ferridrita.

Estudos realizados pelas equipes de cientistas como o chinês Cy-Chain Chen (em 1980) e o norte-americano Irving A. Mendelsohn (em 1995) sobre essas barreiras químicas naturais identificaram dois possíveis modelos para sua formação (figura 2). No primeiro, as placas de ferro se desenvolveriam sobre a parede celular das raízes e apresentariam superfície lisa e interior oco. No segundo, elas se formariam após a decomposição da parede celular e teriam superfície áspera, com o interior sólido.

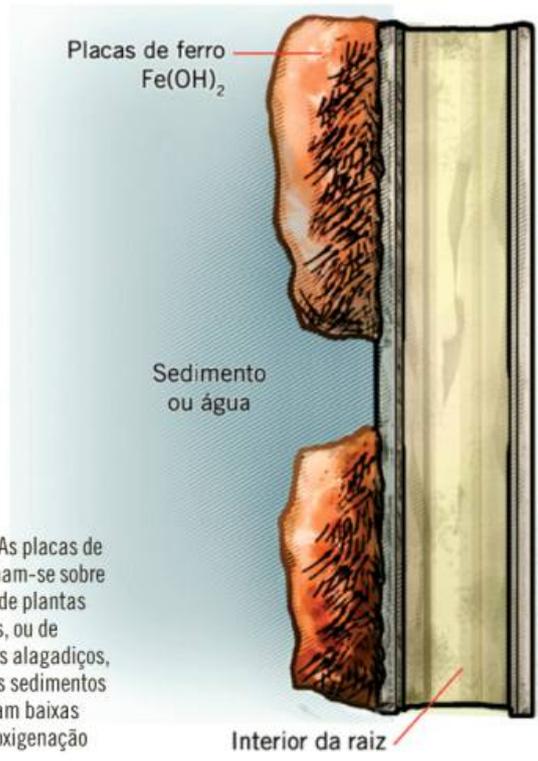


Figura 1. As placas de ferro formam-se sobre as raízes de plantas aquáticas, ou de ambientes alagadiços, quando os sedimentos apresentam baixas taxas de oxigenação

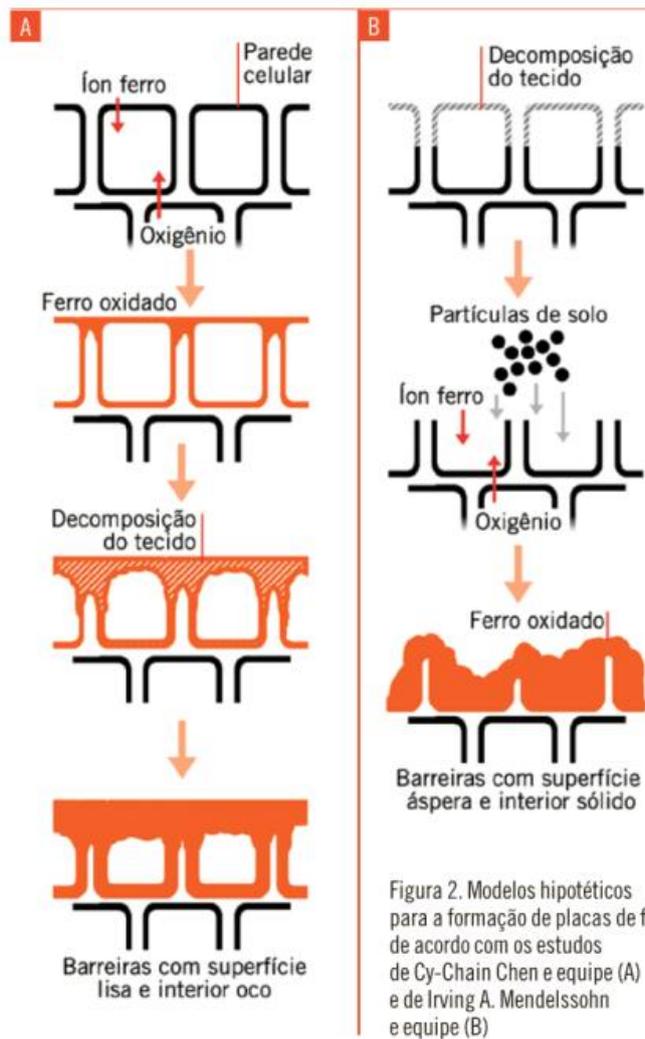


Figura 2. Modelos hipotéticos para a formação de placas de ferro, de acordo com os estudos de Cy-Chain Chen e equipe (A) e de Irving A. Mendelsohn e equipe (B)

ADAPTAÇÃO DE STACY A. KAMRILL (1996)

ADAPTAÇÃO DE CHINESE DUTINS (1980) E DE MENDELSSOHN E DUTINS (1995)

Pesquisas também estudam o tempo de formação das placas de ferro em diversos vegetais. No arroz, por exemplo, esse tempo é relativamente rápido: varia entre sete e 11 dias, dependendo das características físico-químicas do ambiente. Em alguns casos, as placas de ferro podem ser visualizadas a olho nu, mas em geral as pessoas dificilmente percebem essas formações. Sua aparência, quando visíveis, é a de manchas de cor alaranjada ou avermelhada nas raízes.

Um caso interessante conhecido, no entanto, é o de grossas camadas de placas de ferro encontradas nas raízes de uma gramínea (*Spartina maritima*) que ocorre na Europa e na África, e no litoral do mar Mediterrâneo e do oceano Atlântico. Essas placas, observadas pelo oceanógrafo norueguês Bjorn Sundby e colaboradores no estuário do rio Tejo, em Portugal, são facilmente percebidas a olho nu – provavelmente é o único lugar do mundo em que isso acontece.

**Fatores ambientais** Além do baixo teor de oxigênio nos sedimentos, outros fatores podem contribuir ou não para a formação de placas de ferro. Entre esses fatores estão características genéticas das plantas, que podem variar entre espécies diferentes e mesmo em indivíduos da mesma espécie. Outro fator é o tamanho e a qualidade dos grãos que compõem os sedimentos: teoricamente, maiores percentuais de argila (grãos menores) conteriam mais ferro, favorecendo a formação das barreiras, e maiores percentuais de areia (grãos maiores) conteriam menos ferro e poderiam limitar seu desenvolvimento.

As estações do ano também são fatores importantes, pois o crescimento das placas varia conforme a taxa de fotossíntese, e esta é alterada de acordo com a intensidade da luz solar, diferente em cada estação. A acidez ou alcalinidade do sedimento (medida pelo potencial de íons hidrogênio, ou pH) também pode influir na formação das barreiras: pH entre 3 e 4,6 aumenta a solubilidade do ferro e favorece o deslocamento do íon  $Fe^{2+}$  no sedimento, mas se o pH for maior que 4,6 ocorre o inverso, com menor deslocamento de  $Fe^{2+}$  e redução da formação das placas.

Finalmente, a quantidade de matéria orgânica (resíduo de vegetais e animais mortos) presente no sedimento também pode afetar o processo, porque esse material tende a 'sequestrar' o ferro, dificultando a formação das placas. Em contrapartida, no processo de decomposição de matéria orgânica, os micro-organismos que fazem esse 'trabalho' consomem boa parte do oxigênio do sedimento, o que diminui os teores de oxigênio e estimula o desenvolvimento dessas barreiras.

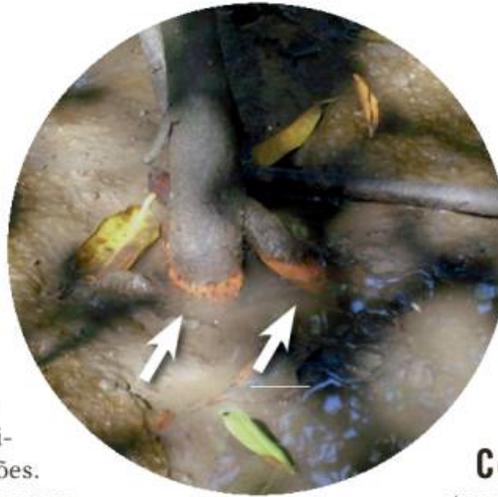


Figura 3. As árvores do mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*) são bem adaptadas às condições dos manguezais.

Nas raízes dessa espécie, assim como em outras plantas que conseguem viver em áreas alagadas, formam-se camadas alaranjadas de óxidos ferrosos, conhecidas como placas de ferro (setas), que retêm metais tóxicos

## Conhecer e conservar

A atuação das placas de ferro, presentes nas raízes de muitas plantas (figura 3), como barreiras biogeoquímicas, na captura e imobilização de grandes quantidades de metais tóxicos encontrados em sedimentos de áreas alagadas, já foi demonstrada por muitas pesquisas científicas. Por isso, é de grande importância conservar esse tipo de planta (como árvores de manguezais e outras espécies de áreas alagadiças) e recompor essa vegetação em áreas degradadas. Essa atitude ajudará a manter imobilizados diversos contaminantes químicos, evitando que se tornem uma ameaça para esses ambientes e para os organismos que os habitam ou que os visitam em busca de alimentos.

A retirada dessa vegetação, ou sua degradação, como costuma acontecer com a expansão de áreas urbanas, modifica drasticamente as condições físicas, químicas e biológicas da rizosfera. Nessas condições alteradas, os metais tóxicos, antes armazenados nas placas de ferro, podem ser liberados para o ambiente e entrar na cadeia alimentar do local e de áreas adjacentes, gerando consequências como danos a saúde – ou até a morte – de diversos seres vivos, desde pequenos organismos até peixes, aves e humanos. **BA**

## Sugestões para leitura

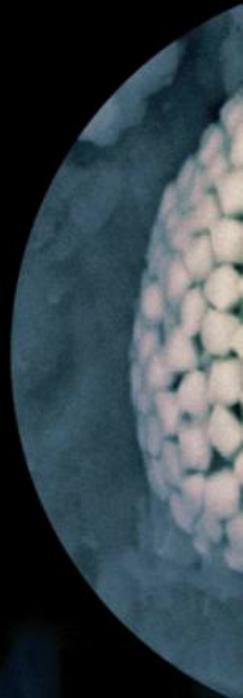
- CHEN, C. C.; DIXON, J. B. e TURNER, F. T. 'Iron coatings on rice roots: mineralogy and quantity influencing factors', em *Soil Science Society of America Journal*, v. 44, p. 635, 1980.
- LACERDA, L. D.; CARVALHO, C. E. V.; TANIZAKI, K. F.; OVALLE, R. C. e REZENDE, C. E. 'The biogeochemistry and trace metals distribution of mangrove rhizospheres', em *Biotropica*, v. 23(3), p. 252, 1993.
- MACHADO, W.; GUEIROS, B. B.; LISBOA-FILHO, S. D. e LACERDA L. D. 'Trace metals in mangrove seedlings: role of iron plaque formation', em *Wetlands Ecology and Management*, v. 13, p. 199, 2005.
- MENDELSSOHN, I. A.; KLEISS, B. A. e WAKELEY, J. S. 'Factors controlling the formation of oxidized root channels a review', em *Wetlands*, v. 15, p. 37, 1995.
- ST-CYR, L. e CAMPBELL, P. G. C. 'Metals (Fe, Mn, Zn) in the root plaque of submerged aquatic plants collected in situ: relations with metal concentrations in the adjacent sediments and in the root tissue', em *Biogeochemistry*, v. 33, p. 45, 1996.

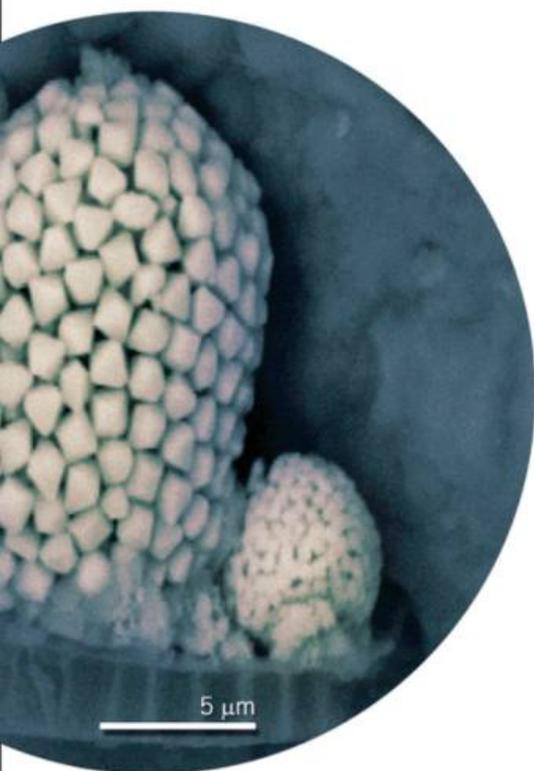
# A RESSURREIÇÃO DO METAL

A contaminação em sedimentos  
de estuários e deltas

Em sedimentos do estuário do rio Jaguaribe, no Ceará, foram encontrados agregados de óxido de alumínio e quartzo (alumino-silicato), nos quais ocorrem os chamados flamboides de pirita íntegros (como o apontado pela seta preta), os desestruturados (pontos brancos espalhados pelo agregado) e cristais de pirita isolados (seta branca). Nos flamboides maior e menor (no destaque), os cristais são, respectivamente, 50 vezes e 250 vezes menores que a espessura média de um fio de cabelo

20  $\mu\text{m}$





Metais tóxicos que deveriam permanecer armazenados nas camadas de sedimentos de estuários e deltas no mundo têm sido liberados para as águas superficiais, pondo em risco de contaminação a flora e a fauna de ecossistemas importantes. Os motivos desse retorno são principalmente a degradação dessas regiões pela atividade humana – desconfia-se de que as mudanças climáticas tenham também parcela de culpa.

Pesquisadores brasileiros vêm estudando essa ressurreição de metais poluentes, já que esse processo será fundamental para o entendimento da contaminação ambiental não só em áreas degradadas, mas também naquelas ainda livres de problemas de poluição.

**Luiz Drude de Lacerda**

*Laboratório de Biogeoquímica Costeira,  
Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará*

**Flávio Costa Miguens**

*Laboratório de Biologia Celular e Tecidual, Universidade Estadual  
do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes*

**M**etais são contaminantes ambientais com presença frequente e generalizada em vários tipos de efluentes resultantes da atividade humana, incluindo os de origem industrial, urbana e agropecuária. Estão também naturalmente presentes na atmosfera, nos solos, nas águas e no conjunto de seres vivos de uma região (biota). Mesmo sob condições de baixo desenvolvimento industrial, alguns metais podem ser uma ameaça potencial às plantas, aos animais e aos recursos biológicos de um ecossistema.

Na segunda metade do século passado, o controle da emissão de metais por atividades humanas foi pouco exercido, resultando em emissões superiores às de origem natural. Como resultado – mesmo depois da implantação de legislações ambientais rígidas –, concentrações elevadas desses poluentes permanecem depositadas em ecossistemas, sendo herança da irresponsabilidade com o meio ambiente típica daquele período.

**Chuva subaquática** As regiões de estuário e costeiras têm características naturais que geralmente resultam na acumulação de contaminantes; portanto, são áreas em que o descaso com o meio ambiente está presente.

As condições ambientais dos estuários promovem alterações importantes na química dos metais, o que pode aumentar tanto a mobilidade desses elementos em águas e sedimentos quanto a capacidade de incorporação deles por organismos (a chamada biodisponibilidade).

Quando um rio trazendo materiais continentais (inclusive, poluentes) chega ao litoral, a diminuição da diferença de altitude da planície fluvial em relação ao nível do mar resulta na diminuição da capacidade de transporte da corrente. Isso permite a deposição de partículas em suspensão. Essa 'chuva' subaquática de partículas adsorve (incorpora em sua superfície) íons e moléculas dissolvidos nas águas, transportando-os para o fundo, onde se acumulam nos sedimentos.

Simultaneamente, as águas levemente ácidas dos rios encontram as águas alcalinas – ou seja, com pH elevado – do mar. Essa mudança na acidez altera o equilíbrio químico das substâncias presentes na água, diminuindo sua solubilidade, facilitando sua ligação às superfícies de partículas em suspensão ou precipitando-as na forma de minerais (por exemplo, carbonatos).

Esse mecanismo faz com que estuários e deltas atuem como filtros ao transporte de materiais de origem continental, diminuindo ou mesmo impedindo sua transferência para o oceano profundo, onde acabam diluídos.

>>>

**Sequestrador de carbono** Nos estuários, as camadas de sedimentos são rapidamente cobertas e enterradas por novos sedimentos recém-transportados, preservando o material (por exemplo, substâncias químicas e matéria orgânica terrestre) levado ao fundo pelas partículas em suspensão na água. Atualmente, essa sedimentação é um dos grandes sequestradores de carbono do planeta e, portanto, forte aliado no combate ao aquecimento global.

Os sedimentos das margens dos rios, das ilhas fluviais e dos bancos semiemersos ao longo dos estuários são rapidamente colonizados por vegetação típica. Nesses locais, extensos bancos de gramíneas do gênero *Spartina* recobrem esses sedimentos quando em regiões de clima temperado. Já nos litorais tropicais – como é o caso da maior parte da costa de nosso país –, as florestas de manguezal são as formações dominantes.

A colonização por plantas ajuda a aumentar a capacidade de retenção de sedimentos, pois atua como barreira física e contribui para aumentar a concentração de material orgânico nos depósitos sedimentares.

**Sem oxigênio** Ao longo do tempo, a atividade microbológica nessas espessas camadas de sedimentos finos e orgânicos consome todo o oxigênio presente em seus interstícios e poros. Por causa da dominância de grãos muito finos (principalmente, argilas) e da compactação, o oxigênio da água ou do ar penetra poucos milímetros na superfície da coluna de sedimento.

Logo abaixo dessa camada de sedimento, domina o ambiente sem oxigênio livre em que certas bactérias (anaeróbicas) são capazes de respirar na ausência desse elemento químico, utilizando como fonte de energia química os íons sulfato, abundantes na água do mar. A energia liberada nessa respiração, entretanto, deixa praticamente intacta a parte orgânica dos sedimentos, mais refratária a esse processo.

A reação de respiração das bactérias também libera íons sulfetos, que se associam aos metais presentes no sedimento e formam sulfetos metálicos insolúveis, denominados piratas. Esses sulfetos são principalmente de ferro, metal mais abundante nos sedimentos.

No entanto, os sulfetos também se ligam a vários metais tóxicos, como mercúrio, cádmio, zinco e cobre, poluentes ambientais vindos em sua maioria do continente. Essas piratas – muito estáveis na ausência de oxigênio – vão se acumulando nas espessas camadas de sedimentos ricos em matéria orgânica.

A falta de oxigênio das camadas de sedimentos favorece a estabilidade dos cristais de pirita, o que diminui drasticamente a liberação desses metais tóxicos para o meio, impedindo que sejam incorporados pela biota.

**Ressurreição do metal** Infelizmente, atividades humanas realizadas nos estuários e deltas – talvez, aliadas a mudanças climáticas globais – resultam em exposição dessas camadas de sedimentos ao oxigênio. Isso se dá por meio da erosão e dragagem, bem como do desmatamento de manguezais e outros tipos de vegetação. Essas interferências podem levar à liberação de grandes quantidades de metais imobilizados nessas camadas.

No âmbito do INCT de Transferência de Materiais Continente-Oceano (INCT-TMCOcean) – ao qual estão ligados os autores deste artigo –, a preocupação com a ‘ressurreição’ desses metais tem sido o foco de estudos para caracterizar as associações desses elementos tóxicos, bem como a exportação deles para águas superficiais, quando ocorrem alterações do ambiente estuarino, como as observadas em áreas de manguezais do rio Jaguaribe, no litoral do Ceará (ver ‘Mudanças climáticas: sinais de alerta na costa brasileira’, em *CH* 272).

Com as alterações, grande quantidade de sedimento, com metais tóxicos como cádmio e cromo (figura 1), entra em suspensão, e o elevado teor de oxigênio dessas águas dissolve as piratas, liberando esses metais.

**Microscópio e raios X** Levantamentos feitos pelo grupo do INCT-TMCOcean vêm mostrando a presença de metais tóxicos na biota estuarina do rio Jaguaribe. Embora atividades humanas naquela bacia tenham se intensificado – levando a um aumento da liberação de metais para o meio –, fração variável da concentração desses elementos na biota local pode ser originada na erosão dos depósitos, principalmente em áreas de manguezal, onde se desenvolvem condições de ausência de oxigênio no interior dos sedimentos, facilitando a formação de piratas.

Para estudar a formação e a dissociação (na presença de oxigênio) dos cristais de pirita dos sedimentos do estuário do rio Jaguaribe (encontrados a até 80 cm de profundidade e em um am-

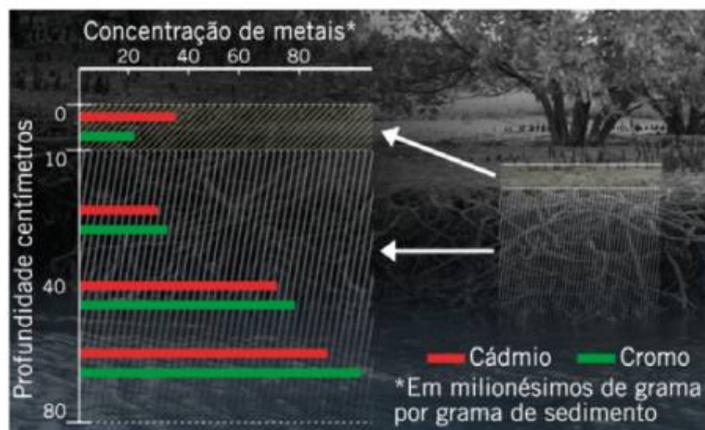


Figura 1. Representação esquemática da mobilização de metais presentes em camadas abaixo da superfície dos sedimentos de manguezais na foz do rio Jaguaribe

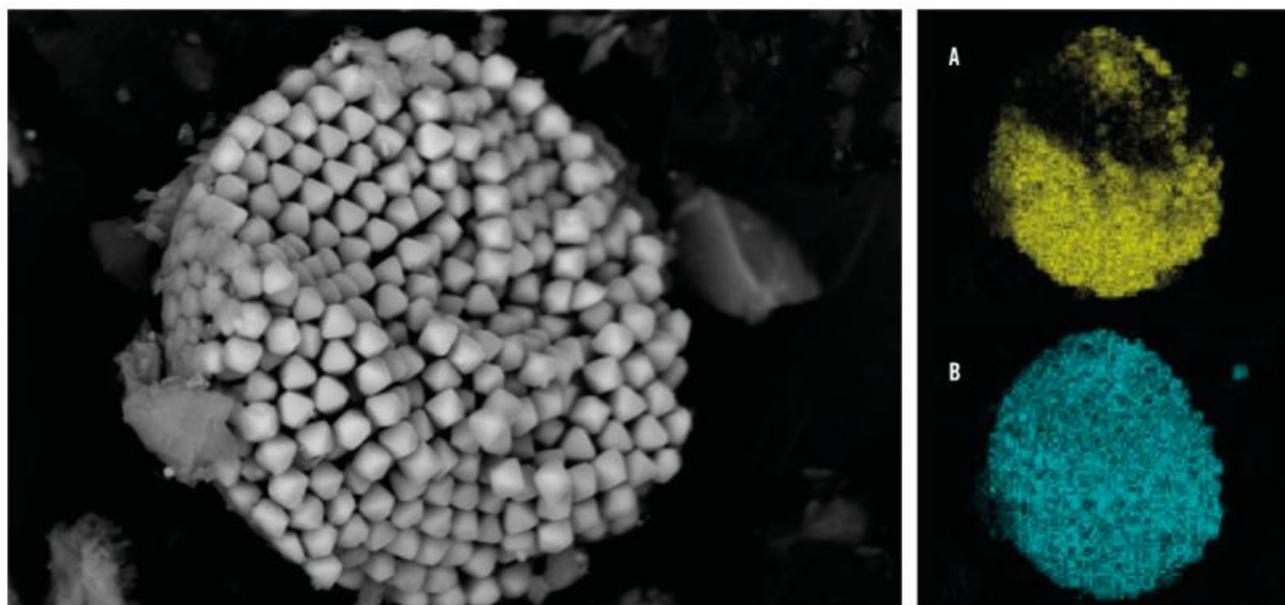


Figura 2. Flamboide de cristais de pirita com cerca de 40 milionésimos de metro (40  $\mu\text{m}$ ) encontrado nos sedimentos do estuário do rio Jaguaribe (em microscopia eletrônica de varredura). No destaque, a análise do mesmo flamboide pela técnica de microscopia associada a raios X revela a presença de enxofre (A) e ferro (B), elementos básicos do tipo mais comum de pirita. A mesma técnica permite revelar a presença de metais tóxicos (mercúrio, cádmio, zinco e outros)

biente sem oxigênio, o que os torna estáveis – ver imagem na abertura do artigo), a equipe do INCT-TMCOcean vem usando diferentes métodos. Técnicas de análise química permitem detectar concentrações diminutas de metais (da ordem de partes por bilhão), e a associação de um microscópio especial (microscópio eletrônico de varredura) com técnicas de análise por raios X possibilita identificar a presença de diferentes elementos (figura 2).

**Semiárido é exemplo** Quando expostas ao oxigênio, as piritas liberam íons metálicos. A mesma reação torna o meio mais ácido, com a liberação de íons de hidrogênio, o que facilita a solubilização das próprias piritas.

Uma vez liberados, os metais (tóxicos ou não) poderão se ligar ao material orgânico dissolvido nos sedimentos, aumentando não só sua mobilidade, mas também sua disponibilidade para os seres vivos (biodisponibilidade). Por exemplo, em um sedimento sem oxigênio típico dos manguezais, não é detectada a presença de mercúrio dissolvido na água do interior das camadas do sedimento. Porém, quando esses sedimentos são banhados por águas ricas em oxigênio, cerca de 70% desse metal são dissolvidos e transferidos para a água, aumentando a probabilidade de chegarem à flora e à fauna aquáticas.

Em vários estuários no mundo, aumentos na concentração dissolvida e biodisponível de metais tóxicos, como o mercúrio e o cádmio, vêm sendo observados, mesmo em regiões isentas de contaminação ou naquelas em que a atividade humana vem diminuindo sistematicamente. Os estuários do litoral semiárido do Brasil parecem ser um desses exemplos.

**Degradadas ou não** Resultados preliminares no litoral do Ceará obtidos pelo INCT-TMCOcean apontam aumentos na concentração dissolvida de metais em áreas sujeitas a erosão, mesmo na ausência de poluentes de origem humana. Também foram observadas concentrações relativamente elevadas em organismos estuarinos.

Apenas estudos complexos, integrando microscopia e métodos sofisticados de análise, entre outras técnicas, poderão quantificar até que ponto essas concentrações resultam da remoção dos metais presentes nos sedimentos (devido às alterações do uso das bacias de drenagem) e/ou de mudanças climáticas. Essas técnicas permitirão avaliar a estabilidade dessas piritas nos últimos 50 anos.

Além disso, seria preciso analisar como os organismos vivos da região reagem à absorção desses metais – o que ainda é muito pouco investigado.

O entendimento dos processos biológicos, geológicos e químicos envolvidos na remoção desses poluentes será fundamental para o entendimento da contaminação ambiental não só em áreas degradadas, mas também em ecossistemas hoje livres de problemas de poluição. 

### Sugestões para leitura

MIGUENS, F. C. e outros. 'A new protocol to detect light elements in estuarine sediments by X-ray microanalysis (SEM/EDS)', em *Journal of Electron Microscopy*, v. 59(5), p. 437, 2010.

#### VEJA MAIS NA INTERNET

>> Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Transferência de Materiais Continente-Oceano: [www.inct-tmcocean.com.br](http://www.inct-tmcocean.com.br)

# RESOLVER OU VERIFICAR?

Uma pergunta que vale um milhão de dólares



Em 2000, o Instituto Clay para Matemática (EUA) elegeu sete problemas considerados centrais para o progresso da matemática, chamando-os 'Os problemas do milênio'. A solução de cada um deles vale um prêmio de US\$ 1 milhão (cerca de R\$ 2 milhões).

Neste artigo, apresentaremos ao leitor um desses problemas, que guarda semelhança com um quebra-cabeça de muitas peças: leva muito tempo para ser 'resolvido', mas pouquíssimo tempo para verificarmos se a resposta está 'correta' – basta uma olhada rápida.

**Celina M. H. de Figueiredo**

*Programa de Engenharia de Sistemas e Computação,  
Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação  
e Pesquisa de Engenharia (Coppe),  
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

O computador é um aliado imprescindível para resolver os complexos problemas que surgem em biologia, química, física, economia, áreas nas quais pesquisadores se dedicam à modelagem e à simulação de problemas de larga escala com uso de computadores. Porém, há problemas que têm resistido à habilidade dos programadores.

À medida que resolvemos problemas cada vez maiores e mais complexos por meio de enorme poder computacional e algoritmos engenhosos, os problemas resistentes e desafiadores ganham destaque. Nesse sentido, a teoria que propõe o problema do milênio do qual trataremos aqui ajuda a entender as limitações computacionais fundamentais. Uma questão de interesse teórico explica a dificuldade prática de problemas formulados em toda a comunidade científica.

ILUSTRAÇÃO: LUIZA



**Campanha de vacinação** Imagine que uma campanha de vacinação no estado do Rio de Janeiro precisa visitar cada uma das capitais dos seus 92 municípios. Para ajudar na visualização, apresentamos uma figura em que cada capital de município é representada por um ponto e na qual uma rodovia entre duas capitais de municípios está expressa por um segmento de reta.

Por restrições de custo, a equipe responsável deverá partir da cidade-sede da campanha, passar por cada uma das 92 capitais de municípios fluminenses e retornar à cidade de partida, realizando um circuito que usa as rodovias do estado e que visita cada capital de município – e isso é importante – apenas uma vez.

Será que esse circuito pode ser realizado no estado do Rio de Janeiro?

Esse circuito corresponde ao chamado problema do ciclo hamiltoniano, formulado, em 1856, pelo físico e matemático irlandês William Hamilton (1805-1865) e também conhecido como o 'problema do caixeiro-viajante'.

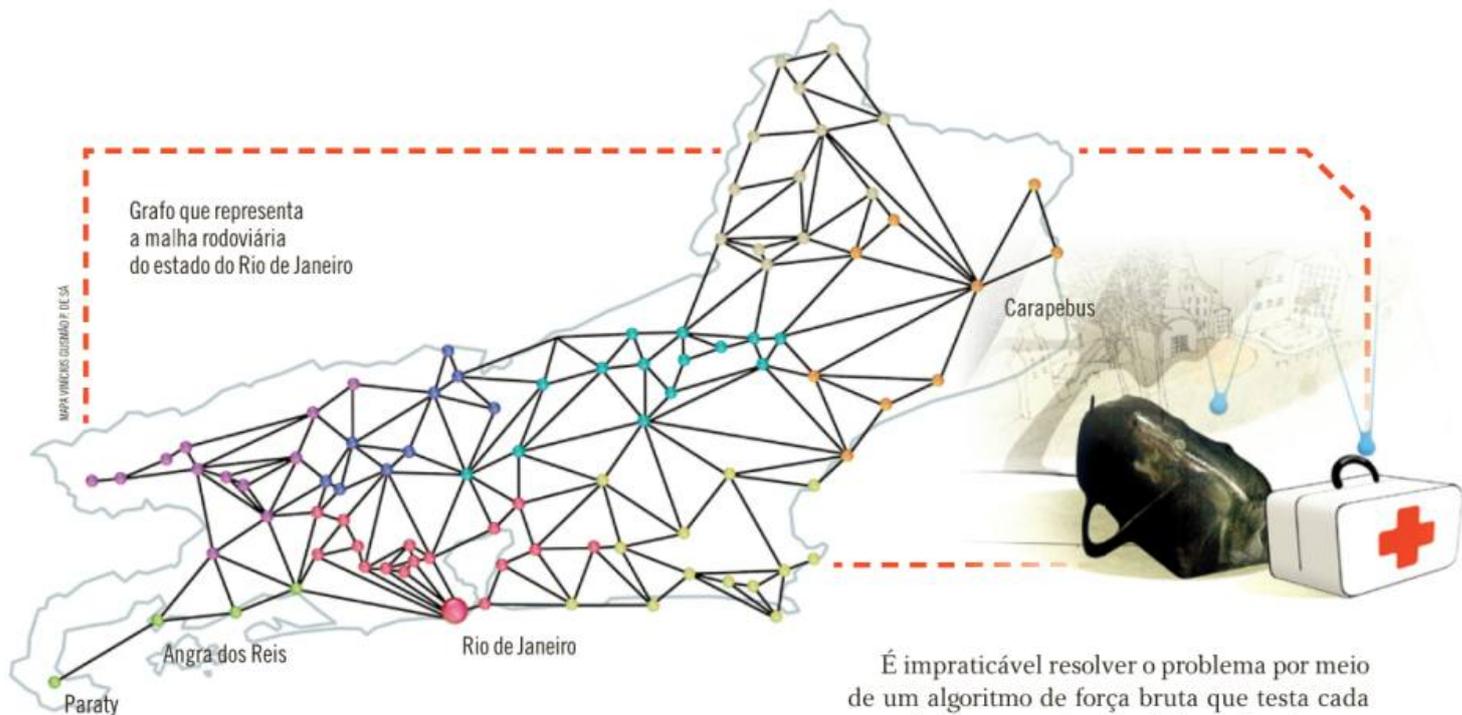
Em matemática, costumamos dizer que as condições para a resolução de um problema podem ser de dois tipos: necessárias e/ou suficientes. Exemplo simples: é suficiente tirar 10 nas provas para passar em uma disciplina, mas não é necessário tirar

notas tão altas. No entanto, é necessário fazer todas as provas de uma disciplina, mas isso não é suficiente para ser aprovado nela. No caso, a condição necessária e suficiente é, digamos, fazer todas as provas e tirar acima da nota mínima nelas.

Uma condição suficiente para que o circuito do vacinador exista é que, por cada cidade, passem muitas rodovias do estado. No entanto, essa condição não é necessária. Uma condição necessária é a inexistência do que denominaremos cidade-gargalo. Em outras palavras, não pode haver uma cidade pela qual passam todas as rodovias que conectam outras duas cidades. Porém, essa condição agora é necessária, mas não é suficiente para que exista o circuito.

Vejamos exemplos práticos. No estado do Rio de Janeiro, a cidade de Angra dos Reis é uma cidade-gargalo, porque toda rodovia conectando Paraty a qualquer outro município do estado passa por Angra dos Reis. Ao sair de Paraty, o

&gt;&gt;&gt;



vacinador teria que passar de novo por Angra dos Reis, o que inviabilizaria seu circuito. Note essa obrigatoriedade na figura. Há outras cidades-gargalo no estado: Cabo Frio, Resende e Campos dos Goytacazes.

Portanto, o circuito do vacinador é inviável no estado fluminense.

**Pavimentando rodovias** Considere agora uma campanha para recuperar a pavimentação das rodovias do estado. Novamente, por restrições de custo, a equipe responsável, saindo da cidade-sede da campanha, deve realizar um circuito que percorra cada rodovia exatamente uma vez, retornando ao ponto de partida.

Será que esse circuito pode ser realizado no estado do Rio de Janeiro?

Note que o circuito do vacinador visita cada cidade do estado exatamente uma vez, enquanto o do pavimentador percorre cada rodovia estadual uma só vez. No entanto, é possível que nosso vacinador tenha deixado de percorrer alguma rodovia do estado; por sua vez, nosso pavimentador talvez visite uma cidade do estado mais de uma vez. Mas, em nenhum dos dois casos, as regras das campanhas seriam violadas.

O circuito do vacinador corresponde a uma permutação do conjunto das cidades do estado, enquanto o circuito do pavimentador corresponde a uma permutação do conjunto das rodovias do estado. Vale aqui lembrar brevemente o conceito de permutação. Ele indica de quantas maneiras diferentes podemos arranjar objetos distintos de um conjunto. Por exemplo, as letras A, B e C podem ser arranjadas assim: ABC, ACB, BAC, BCA, CAB, CBA. Portanto, teríamos seis permutações, quantidade expressa matematicamente por  $3!$  (lê-se, três fatorial), que representa  $3 \times 2 \times 1$ .

Tanto no caso da vacinação quanto da pavimentação, procuramos o circuito desejado em um universo enorme, de aproximadamente  $92! = 92 \times 91 \times 90 \times \dots \times 3 \times 2 \times 1$  circuitos possíveis. Esse é um número enorme, com 143 algarismos.

É impraticável resolver o problema por meio de um algoritmo de força bruta que testa cada uma das permutações candidatas. De fato, se pudéssemos testar uma permutação a cada bilionésimo de segundo, precisaríamos de mais de  $3 \times 10^{125}$  anos, muito mais que a idade estimada do universo ( $1,4 \times 10^{10}$  anos).

**Vértices e arestas** Buscamos uma propriedade matemática do problema que reduza drasticamente o universo de busca dentro do enorme conjunto formado por todos os circuitos possíveis. O matemático suíço Leonhard Euler (1707-1783) resolveu definitivamente o problema do pavimentador ao publicar, em 1736, o que consideramos o primeiro artigo científico da área de teoria dos grafos (ver coluna 'Qual o problema?' em CH233 e 235).

Naquele artigo, foi apresentada uma propriedade que caracteriza e que é, ao mesmo tempo, necessária e suficiente para a existência desse circuito do pavimentador: o número de rodovias que passam por cada cidade deve ser par.

Euler restringiu drasticamente nosso universo de busca dentro do conjunto formado por todas as possíveis permutações das rodovias. A poderosa condição de Euler fornece a solução após a simples verificação do grau das 92 cidades – grau, no caso, é o número de rodovias que passam pela cidade.

Euler, em 1736, modelou o circuito do pavimentador por meio de um problema em teoria dos grafos: cada cidade corresponde a um vértice, e cada rodovia entre duas cidades é representada por uma aresta que liga os dois vértices correspondentes. No estado do Rio de Janeiro, temos 92 capitais de municípios correspondendo a 92 vértices e temos rodovias que correspondem às arestas, conectando esses vértices como representado na figura.

O município de Carapebus, por exemplo, liga-se por rodovias a três outros municípios: Macaé, Conceição de Macabu e Quissamã. Pelo teorema de Euler, o vértice de grau ímpar que representa Carapebus impossibilita um circuito do pavimentador. Entretanto, caso encontremos outro estado onde todas as cidades tenham grau par, a condição fácil e poderosa de Euler garante que aquele estado admite um circuito do pavimentador.

**Força bruta** Para o problema do pavimentador, podemos decidir se o circuito existe ou não por meio da caracterização matemática simples encontrada por Euler: basta conferir se o número de rodovias que passa por cada cidade é par. Porém, para o problema do vacinador, conhecemos algumas condições necessárias e outras condições suficientes, mas ainda não temos uma caracterização simples que resolva o problema rapidamente. Isto é, não temos, como no caso do circuito do pavimentador, uma condição necessária e suficiente. Na verdade, nem sabemos sequer se tal caracterização existe.

Hoje, para o problema do vacinador, nos resignamos a buscar a resposta por meio de um algoritmo de força bruta que lista todos os possíveis candidatos a circuitos, listando os elementos do enorme conjunto formado por todas as possíveis permutações das cidades.

No entanto, caso alguém persistente (ou com muita sorte) alogue ter encontrado um circuito do vacinador, é fácil verificar que esse circuito satisfaz a restrição: basta conferir se cada cidade é visitada uma só vez e que cidades consecutivas no circuito sejam, de fato, conectadas por uma rodovia.

**Emparelhando amizades** Será que o problema do vacinador é intrinsecamente mais difícil que o problema do pavimentador? Será que há problemas cuja solução pode ser verificada facilmente, embora essa solução não possa ser encontrada facilmente?

Esse é o desafio central para a teoria da computação, capturado no problema do milênio *P versus NP*, ao qual nos referimos anteriormente.

Vejamos um exemplo prático. Considere uma turma – digamos, de 40 alunos – em um colégio. Cada aluno tem alguns amigos na turma. O problema do emparelhamento procura organizar a turma em 20 pares de alunos amigos entre as  $40!/(20!2^{20})$  possíveis organizações em 20 pares de alunos, que é um número enorme, da ordem de  $2^{78}$ , com 24 algarismos.

O problema do emparelhamento é um problema fundamental na área de complexidade computacional. É um problema cuja solução sugeriu a definição formal adotada para a chamada computação eficiente: um algoritmo é eficiente se sua execução consome um número de passos que cresce como uma potência fixa do tamanho dos dados da entrada.

Hoje, já se conhece um algoritmo eficiente que resolve o problema do emparelhamento em  $n^3$  passos, para uma turma de  $n$  alunos. Para a nossa turma de  $n = 40$  alunos, observe a drástica redução do número exponencial  $2^{78}$  (24 algarismos) para o número polinomial  $40^3 = 64.000$  (cinco algarismos) – usamos o termo polinomial como sinônimo de problema tratável, viável, eficiente,

em contraste com exponencial, sinônimo de intratável, inviável, difícil.

O algoritmo que resolve uma entrada de tamanho  $n$  em  $n^3$  passos é denominado algoritmo polinomial.

**Problemas desafiadores** Considere algumas variações do problema de emparelhamento: i) organizar a turma em grupos de três alunos amigos mútuos; ii) dividir a turma em três grupos de alunos amigos mútuos; iii) organizar os alunos em uma única mesa-redonda de forma que apenas amigos sentem-se lado a lado (essa variação é o problema do vacinador).

Esses problemas desafiadores compartilham uma propriedade: dada uma candidata a solução – um emparelhamento em grupos de três alunos, uma partição em três grupos de alunos ou uma alocação em uma única mesa-redonda –, podemos aprovar essa candidata por meio de um teste rápido, por meio de um algoritmo polinomial.

Porém, ainda não conhecemos – nem sabemos se existe – um algoritmo eficiente para resolver qualquer uma dessas variações. Cada qual define um problema matemático desafiador, e são temas de pesquisa avançada em matemática combinatória que levam os nomes: emparelhamento 3-dimensional, 3-coloração e ciclo hamiltoniano.

O desafio é encontrar alguma propriedade matemática que torne o problema tratável por meio de um algoritmo polinomial para buscar rapidamente soluções no imenso universo dos possíveis candidatos.

**Solução difícil, verificação fácil** A questão central para computação é: quão eficientemente um problema pode ser resolvido por meio de um algoritmo? Do ponto de vista computacional, distinguimos problemas fáceis e difíceis, usando o conceito de algoritmo polinomial.

Consideramos fáceis os problemas que podem ser resolvidos por meio de um algoritmo que consome um pequeno número de passos até chegar à solução, ou seja, esse número de passos cresce devagar, com uma potência fixa do tamanho dos dados da entrada – podemos imaginar aqui como exemplos: emparelhamento em pares de amigos ou o circuito do pavimentador.

Consideramos difíceis os problemas para os quais qualquer possível algoritmo consome um número extremamente grande de passos até

&gt;&gt;&gt;



## RESOLVER É MAIS FÁCIL QUE VERIFICAR?

Em 1903, em um congresso da Sociedade Norte-americana de Matemática, o matemático Frank Cole (1861-1926) provou que o número  $2^{67} - 1 = 147.573.952.589.676.412.927$  não é primo, exibindo a fatoração  $193.707.721 \times 761.838.257.287$ . Quando apresentou essa fatoração, Cole fez a multiplicação desses dois números enormes no quadro e em silêncio, sendo ao final aplaudido de pé. É simples – embora tedioso, se feito manualmente – calcular  $2^{67} - 1$ , multiplicar  $193.707.721$  por  $761.838.257.287$  e verificar que dão o mesmo número. Já encontrar essa fatoração é difícil. Cole disse que ele levou três anos trabalhando aos domingos.

retornar a resposta, ou seja, esse número de passos cresce rápido, como uma exponencial no tamanho dos dados da entrada – podemos imaginar aqui como candidatos: emparelhamento em 3 amigos mútuos ou o circuito do vacinador.

Muitos problemas desafiadores compartilham a seguinte propriedade: encontrar a solução parece ser difícil, embora verificar a solução seja fácil (ver 'Resolver é mais fácil que verificar?'). Na prática, isso se assemelha a um quebra-cabeça com, digamos, milhares de peças: é difícil 'resolvê-lo', mas é fácil verificar se a 'solução' está correta, bastando, para isso, uma rápida olhada.

A intuição diz que encontrar a solução tem que ser mais difícil que simplesmente verificar a solução – mas nem sempre a intuição é um bom guia para a verdade. Para esses problemas desafiadores, candidatos a problemas difíceis, ainda não conhecemos algoritmos polinomiais e nem mesmo sabemos provar matematicamente a inexistência deles.

**P igual a NP?** A teoria da complexidade computacional põe os problemas desafiadores – aqueles que resistem à classificação em fácil ou difícil (como o problema do vacinador) em uma única classe, na qual estão problemas igualmente difíceis, igualmente desafiadores.

Em computação, chamamos P (de tempo polinomial) a classe dos problemas que podem ser resolvidos por meio de um algoritmo polinomial. Chamamos NP (de certificado polinomial) a classe dos problemas em que todo candidato a solução pode ser aprovado ou rejeitado rapidamente (em tempo polinomial). A classe NP é uma classe maior, mais geral que a classe P. Todo problema que pertence à classe P também pertence à classe NP, porém não sabemos se as duas classes coincidem.

Dito isso, podemos afirmar que o problema do milênio em teoria da computação é decidir se vale a igualdade  $P = NP$ . Caso ela seja provada, isso significaria que qualquer problema que tem solução que pode ser verificada rapidamente tem também solução que pode ser encontrada rapidamente.

Para estudar a possível igualdade  $P = NP$ , os pesquisadores definiram um conjunto especial de problemas igualmente difíceis entre si e pelo menos tão difíceis quanto qualquer problema em NP. Esses problemas são chamados NP-completos, porque têm a seguinte propriedade: se alguém descobrir um algoritmo que resolva em tempo polinomial um problema NP-completo, então todos os outros problemas NP também poderão ser resolvidos em tempo polinomial, ou seja, serão P. Mas se alguém provar que é impossível resolver um problema NP-completo em tempo polinomial, então nenhum problema NP-completo poderá ser resolvido em tempo polinomial.

O problema do vacinador é um problema NP-completo. Portanto, caso alguém consiga um algoritmo polinomial para resolver o problema do vacinador, terá, na verdade, resolvido um problema que vale US\$ 1 milhão, porque terá provado que  $P = NP$ . 

A autora trabalha na área de complexidade computacional dos problemas combinatórios e seus algoritmos aproximativos, randomizados e quânticos. É especialista na classificação de problemas desafiadores – em especial, da teoria dos grafos, tendo este ano classificado como NP-completo um problema proposto há 40 anos.

## Sugestões para leitura

FORTNOW, L. 'The status of the P versus NP problem'. In: *Communications of the Association for Computing Machinery*, v. 52, n. 9, pp. 78-86, setembro de 2009.  
APPLEGATE, D. L.; BIXBY, R. E.; CHVÁTAL, V.; COOK, W. J. *The traveling salesman problem: a computational study*. Princeton: Princeton University Press, 2006.  
KLEINBERG, J.; TARDOS, E. *Algorithm design*. Boston: Addison Wesley, 2005.  
SZWARCFITER, J. L. *Grafos e algoritmos computacionais*. Rio de Janeiro: Campus, 1988.

### NA INTERNET

>> Prêmio Problemas do Milênio (em inglês): <http://www.claymath.org/millennium/>



FOTO: CECIV ROBERTO

*No início, o anúncio da expansão acelerada do universo foi recebido com ceticismo por boa parte da comunidade, mas observações posteriores confirmaram o resultado*

## MUNDO, MUNDO, VASTO MUNDO

O prêmio Nobel de Física deste ano acaba de ser divulgado. Foi concedido aos norte-americanos Saul Perlmutter, da Universidade da Califórnia (EUA), Brian Schmidt, da Universidade Nacional da Austrália, e Adam Riess, da Universidade John Hopkins (EUA), pela descoberta de que a expansão do universo está acelerando.

Sabemos, desde a década de 1920, que o universo está se expandindo. Para visualizar o que isso significa, pense no universo como uma bexiga e nas galáxias como pontos pintados em sua superfície. Quando soprarmos ar na bexiga, ela se expande, e os pontos se afastam uns dos outros. O mesmo acontece com o universo: à medida que o tempo passa, as galáxias se afastam cada vez mais umas das outras.

O leitor pode se perguntar, então: Mas 'quem' está fazendo o papel daquele que sopra a bexiga no caso do universo? Ninguém, obviamente. O universo está se expandindo como consequência do impulso original dado pelo *Big Bang*, o evento explosivo que ocorreu há uns 14 bilhões de anos e que marca o surgimento do próprio espaço-tempo – 'malha' indissociável que reúne as três dimensões espaciais (altura, largura e comprimento) e o tempo, este último a quarta dimensão.

Os detalhes da expansão dependem do conteúdo de energia do universo, mas uma coisa era consenso: assim como uma pedra jogada para o alto se desacelera enquanto se afasta da Terra, a taxa de expansão do universo deveria estar diminuindo; afinal, aprendemos desde pequenos que a força gravitacional é atrativa.

E foi justamente essa desaceleração que Perlmutter, de um lado, e Schmidt e Riess, de outro, decidiram medir nos idos da dé-

cada de 1990. Contudo, contra todas as expectativas, eles anunciaram, em 1998, que os dados observacionais indicavam que a taxa de expansão do universo estava aumentando e não diminuindo. Isso era tão estranho quanto uma pedra jogada para cima começar a se afastar cada vez mais rapidamente e nunca mais voltar.

A explicação mais 'simples' para isso era a de que o universo estaria sendo dominado por uma forma de energia repulsiva, completamente desconhecida; tão desconhecida que passou a ser sinistramente denominada 'energia escura'.

No início, o anúncio da expansão acelerada do universo foi recebido com ceticismo por boa parte da comunidade, mas observações posteriores confirmaram o resultado, fazendo com que se tornasse consenso entre os cientistas.

Estima-se hoje que 70% da energia do universo estão na forma dessa misteriosa energia escura e que menos de 5% são matéria ordinária, da qual somos formados. Os outros 25% também são matéria desconhecida, mas que, pelo menos, é do tipo atrativo. É a chamada 'matéria escura' – não confundir com a 'energia escura'.

Não podemos ter certeza sobre o destino do universo, pois é possível que, no futuro, outras formas de energia passem a dominá-lo, mudando nossas previsões. No entanto, os dados atuais favorecem o cenário no qual o universo se expandirá para sempre.

É incrível como uns poucos séculos de ciência revolucionaram nossa visão sobre o universo, não é, Drummond? Mundo, mundo, vasto mundo, se eu me chamasse Perlmutter, Schmidt ou Riess não seria uma rima, seria uma solução. **GH**

**GEORGE MATSAS**  
Instituto de Física Teórica,  
Universidade Estadual Paulista

Casulos de bicho-da-seda. A lagarta fia a seda ao redor de seu corpo durante três dias, fazendo movimentos geométricos em forma de um oito

## EM BUSCA DA RAÇA PERFEITA

### Pesquisadores iniciam criação de variedade mais resistente e produtiva de bicho-da-seda

Um dirigente da elegante grife francesa Hermès declarou recentemente que os fios de seda de seus lenços são originários do Brasil. A qualidade da seda nacional só alcançou tal prestígio após a implantação de um rigoroso processo produtivo, que tem início na escolha das lagartas do bicho-da-seda (*Bombyx mori*). Preocupados em obter variedades mais resistentes e mais produtivas desse inseto, pesquisadores do Departamento de Biologia Celular e Genética da Universidade Estadual

de Maringá (UEM), no Paraná, estão desenvolvendo um bicho-da-seda melhorado geneticamente. A equipe já obteve a primeira geração de indivíduos melhorados e espera criar um híbrido ideal até 2014.

Entre as mais de 3 mil linhagens conhecidas da espécie, os pesquisadores pretendem cruzar as derivadas das raças chinesas e japonesas. “As chinesas são mais resistentes a doenças e a temperaturas adversas”, explica a bióloga Maria Aparecida Fernandez, coordenadora do grupo de pes-

quisa. As linhagens japonesas, por sua vez, são mais produtivas e fornecem uma seda de melhor qualidade.

A pesquisa da UEM teve início em 2002, quando a Cooperativa Agroindustrial Cocamar, sediada no Paraná, suspendeu suas atividades no campo da sericultura (criação de bicho-da-seda) e doou parte de suas linhagens

Lagarta do bicho-da-seda (*Bombyx mori*) alimenta-se de folha da amoreira. Cerca de seis semanas após seu nascimento, ela começa a tecer o casulo



FOTO CARMELO

à universidade. Com isso – e com outras raças cedidas pela empresa Fujimura do Brasil, que também deixou a atividade – a UEM tem hoje 40 diferentes linhagens do inseto (que passaram por minucioso processo de caracterização e posterior comparação entre raças) e o único banco de germoplasma público de *B. mori* do país; outro, privado, é mantido pela empresa paranaense Fiação de Seda Bratac. Os bancos de germoplasma conservam material genético para uso imediato ou com potencial de uso futuro, e os mais importantes de bicho-da-seda do mundo estão na China, no Japão e na Índia.

Em suas investigações, os pesquisadores da UEM observaram características como amplitude do ciclo de vida da lagarta, quantidade de seda produzida e resistência a pragas. Os trabalhos destinados a tornar as lagartas mais resistentes ao baculovírus causador da poliedrose nuclear, ou amarelidão (que as torna incapazes de encasular), são feitos em colaboração com professores da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* Cascavel.

Vale destacar que os pesquisadores não lançam mão de técnicas de transgenia. O melhoramento genético é um método clássico empregado com o objetivo de obter indivíduos (animais ou plantas) com certas características de interesse. A transgenia, por sua vez, implica a manipulação de genes de um organismo com aquele objetivo.



FOTO CARMELO



Mariposa do bicho-da-seda emerge do casulo

FOTO ROBELE MINHOZ / IEM



FOTO FIAÇÃO DE SEDA BRATAC S.A. / INOVAÇÃO

A equipe não pretende concorrer com grandes indústrias do ramo da sericultura. Quer apenas contribuir para o desenvolvimento de um processo de obtenção de fios de seda mais produtivo e sustentável, a ser utilizado por pequenas e médias propriedades rurais que tiram seu sustento dessa atividade.

**PROCESSO PRODUTIVO** A seda é uma fibra macia e leve, adequada a diferentes climas. Quando misturada a outros fios, permite a produção de tecidos bastante resistentes. Embora seja bem conhecida e valorizada, pouca gente sabe como ela é obtida.

Cerca de 40 dias depois de nascer, a lagarta do bicho-da-seda começa a tecer seu casulo. O fio é secretado por

Conjunto de bosques destinados à produção industrial de seda em galpão da empresa Bratac, no norte do Paraná

uma glândula denominada sericígena, localizada na parte inferior da boca do animal. Fernandez explica que a lagarta fia a seda ao redor do próprio corpo, fazendo movimentos geométricos na forma de um oito até consumir todo o líquido que dá origem ao fio. Esse processo leva cerca de três dias, e cada casulo tem entre 800 e 1.200 m de fio.

Nos casos em que as mariposas se destinam a cruzamentos (para manter a raça ou para hibridação), elas emergem do casulo. Mas, quando a criação do animal é destinada à fiação, os ca-





FOTO: WIKIMEDIA COMMONS

## Vale da Seda

Este é o nome que recebe a região do noroeste do Paraná responsável por mais de 90% da produção brasileira de casulos de bicho-da-seda e de fios de seda. Graças ao empenho da região no campo da sericicultura, o Brasil é o único produtor de seda em escala comercial do Ocidente. Segundo a Associação Brasileira de Fiações de Seda, a produção mundial de casulos em 2006 foi superior a 930 mil toneladas. Desse total, aproximadamente 1% teve origem no Brasil. Pode parecer pouco, mas isso põe o país em sexto lugar na lista dos maiores produtores mundiais, atrás somente de China (79,12%), Índia (14,44%), Vietnã (2,25%), Uzbequistão (2,14%) e Tailândia (1,08%).

O Vale da Seda, delimitado pela bacia hidrográfica do rio Pirapó, envolve 29 municípios, cuja área plantada de amoreira é duas vezes maior que a de outras regiões do Paraná que também produzem seda. Nova Esperança, a 387 km de Curitiba, é o mais tradicional e produtivo município do Vale da Seda. Ali cerca de 750 famílias cultivam mais de 3 mil hectares de amoreiras e produzem mais de mil toneladas de casulos por ano. Não por acaso a cidade é chamada de 'capital da seda'.

Seda crua produzida na província de Suzhou, China. O país asiático é responsável por quase 80% da produção mundial de fios de seda

sulos devem ser submetidos a alta temperatura, em estufas, com as pupas em seu interior. Suspende-se, assim, o seu ciclo de vida. Se houver emergência da mariposa, o casulo é rompido, inviabilizando o aproveitamento dos fios de seda.

Após a secagem em estufa, os casulos são mergulhados em água quente para a retirada de uma espécie de goma e a liberação da ponta dos fios. Os casulos podem então ser desenrolados, em um processo que consiste em desfazer todo o trabalho que as lagartas tiveram para produzi-los.

**DO ORIENTE PARA O OCIDENTE** A criação de bicho-da-seda é uma atividade milenar, que começou na China há aproximadamente 4.600 anos. Os

chineses sempre tiveram consciência da importância econômica dessa atividade, aplicando penas severas àqueles que contrabandeassem bichos-da-seda. E mantinham guardado sob sete chaves o segredo de produção da seda. Apesar disso, o cultivo do animal visando à produção do tecido acabou se espalhando por várias partes do mundo.

Foi necessário um longo tempo para que a sericicultura se difundisse pela Europa, o que só aconteceu em meados do século 18. No Brasil, teve início em 1848 no Rio de Janeiro e em 1922 em São Paulo. Mas, como nesses estados as amoreiras – árvores cujas folhas são o principal alimento do bicho-da-seda – se tornaram velhas e não houve incentivo governamental

para o produtor levar a sericicultura adiante, houve migração da atividade para o Paraná (ver 'Vale da Seda').

A sericicultura serve hoje como meio de subsistência fundamental para muitos trabalhadores brasileiros de pequenas e médias propriedades rurais, que utilizam mão de obra familiar, pois as condições climáticas permitem a criação do animal por até 10 meses durante o ano. "Além de proporcionar renda mensal satisfatória ao produtor, a sericicultura é também uma opção que favorece a diversificação da atividade agrícola, uma vez que demanda o plantio de amoreiras", afirma a pesquisadora da UEM.

LUAN GALANI | ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE | PR

# SÃO PAULO, CAPITAL DA DEPRESSÃO

Pesquisa internacional mostra que a cidade é líder nesse transtorno

**A** vida em grandes cidades pode ser um duro desafio para a saúde mental de seus habitantes. O estudo 'São Paulo Megacity', desenvolvido na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), confirma essa crença. A partir de questionários, foi detectado que a região metropolitana de São Paulo tem a maior prevalência de depressão entre cidades dos 17 países pesquisados pelo 'Levantamento Mundial de Saúde Mental' promovido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pela Universidade Harvard, dos Estados Unidos.

A quantificação da população paulistana com depressão "foi feita a partir de um questionário, no qual se perguntava sobre cada sintoma, separadamente. Além disso, continha perguntas também sobre a duração dos sintomas e a incapacidade associada a eles", explica a psiquiatra Laura Helena Silveira Guerra de Andrade, do Instituto de Psiquiatria da USP e coordenadora do estudo brasileiro.

Após 5.037 entrevistas com maiores de 18 anos feitas em São Paulo, entre 2005 e 2007, verificou-se que 10,9% do universo contemplado sofreram ao menos um episódio de depressão no ano imediatamente anterior à pesquisa. O Brasil foi o único país, entre os participantes do estudo, que ultrapassou os 10 pontos percentuais.

Andrade aponta que moradores de regiões urbanas têm sido descritos como mais atingidos por transtornos mentais. Para ela, as causas são diversas, mas problemas sociais, como altos índices de criminalidade e desigualdade, podem ser a chave da questão.

Um dos objetivos da pesquisa era verificar se idosos têm índice menor de depressão, fato confirmado pelos dados coletados. Entre os brasileiros maiores de 65 anos, apenas 3,9% relataram depressão nos últimos 12 meses. Segundo a psiquiatra, porém, pode ser que os mais velhos esqueçam que tiveram a doença, ou que esta tenha ocorrido em etapa anterior. "Outra explicação poderia ser que o questionário não é adequado para avaliar a depressão em idosos, e que aqueles mais afetados tenham ficado fora da amostra por não poderem respondê-lo.", analisa Andrade.

## PROSPERIDADE TRAZ TRANQUILIDADE

A depressão parece ter relação íntima com desigualdades e problemas sociais. Países desenvolvidos como Japão e Alemanha tiveram índices gerais de depressão de 2,2% e 3%, respectivamente, os menores da pesquisa. Apenas 1% dos japoneses com mais de 65 anos foram diagnosticados como depressivos – a menor taxa entre todos os dados aferidos.

Os questionários foram feitos em 10 países desenvolvidos (Bélgica, Holanda, Espanha, França, Estados Unidos, Itália, Israel, Nova Zelândia, Japão e Alemanha) e em sete considerados em desenvolvimento (Índia, Líbano, Ucrânia, Colômbia, México, África do Sul e Brasil).

A média geral de prevalência de depressão nos países mais ricos foi de 5,5%. Nesses países, mais da metade das pessoas procurou tratamento. Nos mais pobres, 5,9% das pessoas sofreram recentemente um episódio de depressão, mas só um quarto procurou ajuda profissional.

Para Laura Andrade, a diferença entre os países pode estar relacionada à particularidade do teste, desenvolvido na Europa e nos Estados Unidos. Outra possibilidade é que a amostragem não tenha sido feita de maneira uniforme nos diferentes países. Apesar da posição de liderança de São Paulo, a pesquisadora afirma que "o Brasil teve uma prevalência próxima à dos países desenvolvidos". E completa: "o estudo brasileiro foi feito na região metropolitana do estado, polo mais desenvolvido do Brasil, o que nos aproxima das condições observadas nos Estados Unidos e Europa".

# POLÍMEROS EM ALTA

## Célula solar orgânica abre perspectiva de barateamento da produção de energia fotovoltaica

**Q**uando se pensa em um dispositivo fotovoltaico – que capta luz solar e a converte em energia elétrica –, de imediato vem à mente a imagem de uma célula solar tradicional: feita à base de silício purificado, relativamente pesada, rígida, frágil e cara. Mas isso deve mudar, e é bom nos acostumarmos com a expressão ‘célula solar orgânica’. Por ser flexível, maior, mais leve e mais barata, emerge como excelente alternativa para aproveitar a energia solar.

O novo dispositivo não contém silício e é sensibilizado basicamente por tintas feitas de polímeros ou corantes extraídos de frutas, flores e outras partes de vegetais. No entanto, sua aplicação prática ainda é limitada pela baixa eficiência energética, um problema cuja solução depende de melhor compreensão por parte dos cientistas do funcionamento dos compostos e dos efeitos quânticos da luz em materiais semicondutores.

Na tentativa de superar esses desafios, equipe coordenada pelos físicos Marlus Koehler e Lucimara Roman, do Laboratório de Dispositivos Nanoestruturados da Universidade Federal do Paraná (UFPR), criou uma célula solar orgânica mais eficiente do que as já obtidas até agora. A eficiência máxima conseguida até então era de aproximadamente 2%; a alcançada pela equipe de Koehler e Roman é de 3%.

Célula solar orgânica criada por cientistas paranaenses. A previsão é de que, em 10 anos, o dispositivo – maior, mais leve, mais flexível e mais barato que o tradicional – lidere a produção de energia fotovoltaica

“A eficiência energética que conquistamos pode parecer inexpressiva, mas no contexto científico deve ser considerada um sucesso”, diz Roman. O trabalho do grupo foi publicado recentemente no periódico norte-americano *Applied Physics Letters*.

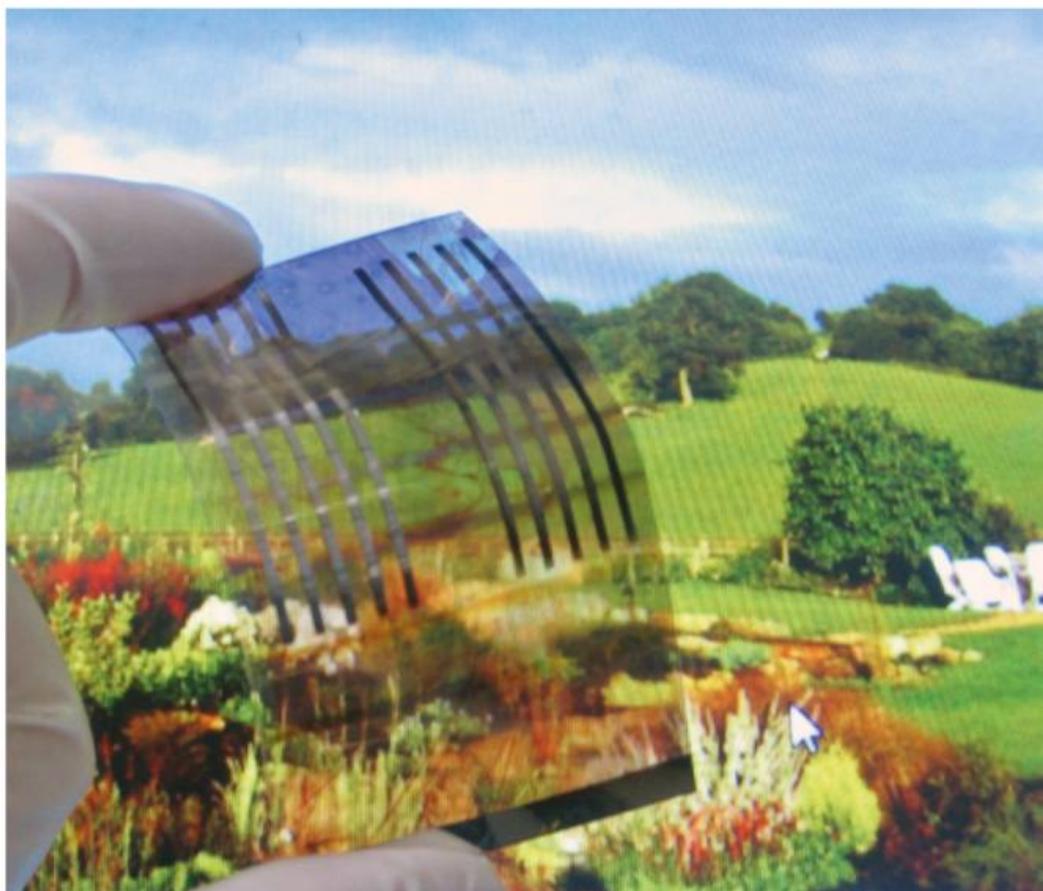
Nos experimentos que levaram ao protótipo da nova célula solar orgânica, os pesquisadores usam uma placa de vidro revestida por uma fina camada de tinta polimérica entre dois eletrodos (materiais condutores usados para criar contato elétrico com a porção não metálica de um circuito).

Um dos eletrodos é um microfilme de óxido condutor, necessariamente transparente para permitir a passagem de luz; o outro é um microfilme de alumínio, para fechar o circuito.

O dispositivo capta luz e quando esta atinge a camada sensível de tinta – após atravessar o primeiro eletrodo, de óxido condutor, capaz de formar cargas elétricas – passa para o eletrodo seguinte, de alumínio, produzindo corrente elétrica.

Koehler conta que essa tinta polimérica – sintetizada no Laboratório de Polímeros da UFPR, liderado pela

FOTO: LABORATÓRIO DE DISPOSITIVOS NANOESTRUTURADOS DA UFPR



química Leni Akcelrod – resultou da mistura de um polímero condutor com um fulereno, molécula receptora de elétrons bastante conhecida de químicos e físicos, formada por 60 átomos de carbono.

Segundo o físico, para obter uma célula solar orgânica eficiente, o grande obstáculo a vencer está relacionado com o transporte de elétrons, que ainda ocorre de modo lento e aleatório. “A eficiência do dispositivo é limitada devido principalmente à baixa absorção de luz pela camada sensível de tinta e à baixa mobilidade dos transportadores de cargas elétricas”, diz Koehler.

**PONTOS A FAVOR** Comparados ao silício purificado, principal componente das células solares tradicionais, os polímeros levam grande vantagem. Uma das principais razões é seu custo de processamento, muito inferior ao do silício. O quilo desse semicondutor, na forma bruta, não sai por menos de US\$ 3; ultrapurificado, custa cerca de US\$ 300.

Além de baratos, os polímeros têm uma característica de grande importância para as células solares: flexibilidade, que permite sua instalação em qualquer superfície. Roman antevê a possibilidade de, no futuro, se aplicar células solares em superfícies cilíndricas ou semiesféricas, que têm um campo de detecção de luz solar maior. Atualmente, protótipos de células solares de baixa potência podem ser adaptados a mochilas e bolsas, para carregar baterias de aparelhos eletrônicos.

A transparência é outro atributo que torna os polímeros interessantes na construção de células solares. Os pesquisadores da UFPR aventam a hipótese de instalar essas células em janelas, com a perda de uma pequena parte da iluminação natural.

“Mas há um longo caminho de pesquisas pela frente antes de se ter um equipamento ideal”, lembram os cientistas. Após conquistar um aparato com eficiência energética mais significativa, eles terão de se

preocupar com a durabilidade das células solares orgânicas. “Por estar continuamente em contato com água de chuva, oxigênio e raios ultravioleta, o desgaste é grande”, destaca Roman.

**METAIS SINTÉTICOS** Vários tipos de materiais poliméricos estão presentes no nosso dia a dia, como plásticos, adesivos, borrachas e tintas. Mas o conceito de que os polímeros só apresentam comportamento elétrico isolante mudou em 1977, quando o químico japonês Hideki Shirakawa e colaboradores descobriram que o poliacetileno passava a conduzir eletricidade ao ser tratado com iodo. Desde então foi possível aumentar a condutividade elétrica de polímeros em até 13 ordens de grandeza.

O trabalho de Shirakawa e colaboradores, reconhecido com o Nobel de Química em 2000, despertou grande interesse na área científica por possibilitar a combinação das propriedades elétricas com as propriedades mecânicas dos polímeros. Abria-se assim um novo e promissor campo de pesquisas, que objetiva estudar os polímeros condutores de eletricidade, também chamados de metais sintéticos.

Embora a energia solar ainda tenha uma participação tímida na matriz energética brasileira – inferior a 0,01% –, segundo o Ministério de Minas e Energia, o setor começa a se estruturar no país. Para os físicos da UFPR, com o aprimoramento das técnicas de conversão de luz solar em eletricidade, a energia solar poderá ter um importante papel complementar em nossa matriz energética.

Mas o Brasil não está sozinho no que diz respeito ao uso acanhado da matriz solar para produção de energia. De acordo com a revista *Photon International*, essa fonte energética não chega a 1% em todo o planeta, mesmo com sua expansão, que tem sido de 40% ao ano, em média, desde 2004.

LUAN GALANI | ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE | PR

## COMO PUBLICAR EM CIÊNCIA HOJE?

**CIÊNCIA HOJE** é uma revista de divulgação científica, que publica resultados de pesquisas feitas no Brasil e no exterior – de todas as áreas do conhecimento científico – para um público amplo e heterogêneo. Os leitores são, em geral, estudantes e professores de ensino médio, universitários e leigos que se interessam por ciência, mas não dominam necessariamente conceitos básicos de todas as áreas. Os textos da revista exigem, portanto, clareza e o máximo de simplicidade, dando ênfase a imagens (ilustrações ou fotos) que facilitem a sua compreensão.

PARA CONTRIBUIR ESPONTANEAMENTE COM UM ARTIGO, ACESSE NOSSAS INSTRUÇÕES PARA AUTORES EM <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/instrucoes-para-autores>



# MICRO-ONDAS NO CORAÇÃO

Dispositivo que transforma energia eletromagnética em elétrica dispensa cirurgia para recarregar bateria de marca-passo

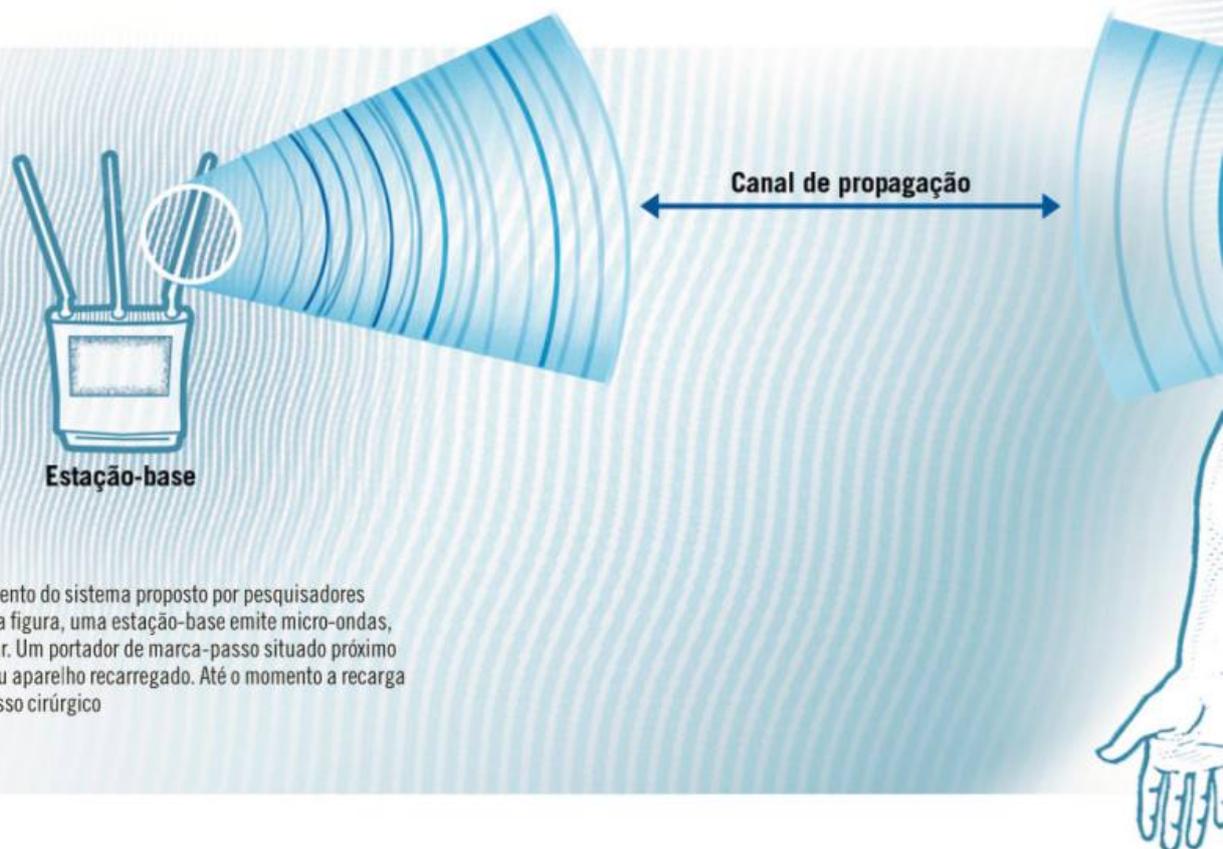
Uma tecnologia desenvolvida no Rio Grande do Sul deverá permitir que pacientes que usam marca-passo para regular batimentos cardíacos não precisem mais se submeter às rotineiras cirurgias para substituir a bateria do aparelho. A solução é um sistema que utiliza a energia de uma onda eletromagnética emitida por uma fonte para carregar a bateria do marca-passo, sem a necessidade de intervenção cirúrgica.

O primeiro protótipo do produto, em fase final de desenvolvimento, deve ser apresentado em 2012.

O segredo está em uma peça, pouco maior que a cabeça de um alfinete, denominada *rectenna* (palavra derivada da expressão em inglês *rectifying antenna*, antena retificadora). Essa antena recebe energia eletromagnética e é capaz de transformá-la em eletricidade – com eficiência de até 95% –, que recarrega

o marca-passo. O dispositivo está em teste nos laboratórios da Solentech, empresa instalada na incubadora tecnológica Raiar, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), em Porto Alegre.

Criada na década de 1960, a tecnologia da *rectenna* voltou a receber atenção recentemente com o crescimento da demanda por fontes alternativas de energia. Em julho passado, a fabricante de antenas japonesa



Esquema de funcionamento do sistema proposto por pesquisadores do Rio Grande do Sul. Na figura, uma estação-base emite micro-ondas, que se propagam pelo ar. Um portador de marca-passo situado próximo do equipamento tem seu aparelho recarregado. Até o momento a recarga deve ser feita por processo cirúrgico

Dengyo ganhou destaque no mercado especializado ao apresentar, em uma feira de tecnologia, equipamento capaz de converter ondas de rádio em eletricidade.

Na empresa gaúcha, os pesquisadores trabalham com ondas de frequência maiores que as de rádio, próximas às das micro-ondas. À frente do projeto está o engenheiro francês Sebastien Rondineau, que começou a trabalhar com a *rectenna* em 2006, quando era professor na Universidade do Colorado, nos Estados Unidos, e fazia pesquisas para o departamento de defesa norte-americano.

Por consumir pouca energia, o marca-passo foi escolhido pelos pesquisadores para ser o primeiro produ-

## Não é só no coração

Além do marca-passo que pode ser recarregado por micro-ondas, os pesquisadores da Solentech desenvolvem implantes auriculares com *rectennas*. No caso dos aparelhos auditivos, as baterias poderão ser alimentadas por ondas eletromagnéticas da faixa de frequência de telefonia móvel. Entre outras aplicações previstas da tecnologia está ainda o abastecimento elétrico de máquinas pequenas em comunidades rurais por meio de faixas de frequência de rádio AM. Narcélio Ribeiro acredita que em alguns anos seja possível utilizar energia eletromagnética até de luz visível, o que permitiria alimentar aparelhos eletrônicos de potências mais altas, como computadores portáteis ou celulares, sem a necessidade de tomadas ou fios.



to a utilizar a tecnologia (ver 'Não é só no coração'). "Futuramente, a energia eletromagnética poderá servir para abastecer todo tipo de equipamento eletrônico", prevê o empresário Narcélio Ribeiro, sócio de Rondineau na Solentech.

**AUTONOMIA** Desde que o primeiro marca-passo foi implantado com sucesso, em 1958, o aparelho ganhou vários aperfeiçoamentos. A autonomia da bateria saltou de algumas horas para vários anos. Mas até hoje o paciente precisa se submeter, em média a cada seis anos, a uma pequena cirurgia para troca da fonte de energia. Essa rotina pode ser dispensada com a solução que utiliza a *rectenna*.

O acompanhamento periódico do médico continuará sendo necessário. Mas para recarregar a bateria de seu marca-passo o indivíduo precisaria apenas se posicionar por algum tempo em frente a uma fonte de micro-ondas de baixa potência. Essa fonte poderia ficar em hospitais e consultórios médicos, já que as sessões de recarga de energia poderiam ter intervalos de alguns anos.

Ribeiro explica que a tecnologia pode ser adaptada para marca-passos já existentes e que isso não deve encarecer o produto de modo significativo. "A recarga da bateria certamente custará muito menos do que a cirurgia para reposição da peça", diz. Ele ressalta ainda que a exposição a micro-ondas não provoca nenhum tipo de efeito colateral no paciente. "Estamos o tempo todo diante desse tipo de onda. É bem diferente, por exemplo, dos raios X, que são extremamente prejudiciais se a exposição for contínua."

Até o primeiro semestre de 2012 o primeiro protótipo do aparelho deve estar pronto para testes em laboratório. Pesquisadores do Hospital São Lucas, da PUCRS, já demonstraram interesse em participar de futuros experimentos com pacientes, necessários para obtenção de registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Estudo publicado em periódico da American Heart Association estima que anualmente 600 mil marca-passos são implantados em todo o mundo.

CÉLIO YANO | CIÊNCIA HOJE | PR

# QUEBRANDO O SILÊNCIO

Obra traça perfil de livros e leitores na capital paulista do século 19

**S**ão Paulo, início do século 19. O silêncio predominava na paisagem e na vida cultural da cidade. A literatura seguia o mesmo ritmo: a prensa tipográfica ainda não havia sido instalada, os livros de ficção eram raros e o número de leitores, inexpressivo. Esse panorama literário – e histórico – da capital paulista é traçado na obra *O império dos livros – instituições e práticas de leitura na São Paulo oitocentista*, de Marisa Midori Deaecto, professora da Universidade de São Paulo. Ela recolheu correspondências de bibliotecários e escritores, catálogos de livrarias e outros documentos do período que vai de 1825 a 1905 para entender quem era o leitor paulista

Largo de São Francisco, por Militão Augusto de Azevedo, 1862. Da esquerda para a direita: Edifício do antigo convento, que abrigou o curso jurídico a partir de 1827; Igreja de São Francisco e Igreja da Ordem Terceira dos Franciscanos

do século 19, o que ele lia e como os circuitos de leitura se desenharam no espaço urbano da capital.

“As leituras nesse começo do século ainda estão muito ligadas ao Iluminismo. Nas bibliotecas, são comuns títulos dos filósofos [François Marie] Voltaire [1694-1778], [Jean-Jacques] Rousseau [1712-1778], livros proibidos e literatura política”, observa Midori. “Mas há também coleções relacionadas à cultura religiosa”, lembra. Ela explica que as ordens religiosas têm um peso importante na formação desse primeiro acervo paulista, já que os livros trazidos da Europa eram o principal aparato dos missionários. A biblioteca do convento dos franciscanos chegou a ter 5 mil volumes, parte deles desapropriada para constituir o acervo da Biblioteca Pública de São Paulo – aberta em 1825 e incorporada, dois anos depois, à recém-nascida Faculdade de Direito, no Largo de São Francisco.

Esses primeiros livros chegados à cidade não vinham apenas na bagagem dos religiosos, mas também na de estudantes da elite financiados pela família para estudar na Europa. O material trazido dessa forma constituía as coleções privadas, privilégio dos intelectuais. A maior parte dos livros procedia de Portugal e da França, entre eles manuais de jurisprudência e obras históricas. Muitas dessas foram trazidas na mala de José da Costa Carvalho (1796-1860), fundador do primeiro jornal paulista, *O Farol Paulistano* (1827), que era muito interessado por obras ligadas à Revolução Francesa. Mas havia também remessas do Rio de Janeiro, capital do Brasil à época. Cartas assinadas pelo poeta [Manuel Antonio] Álvares de Azevedo [1831-1852], como conta a autora, comprovam essa tendência: “O estudante escrevia

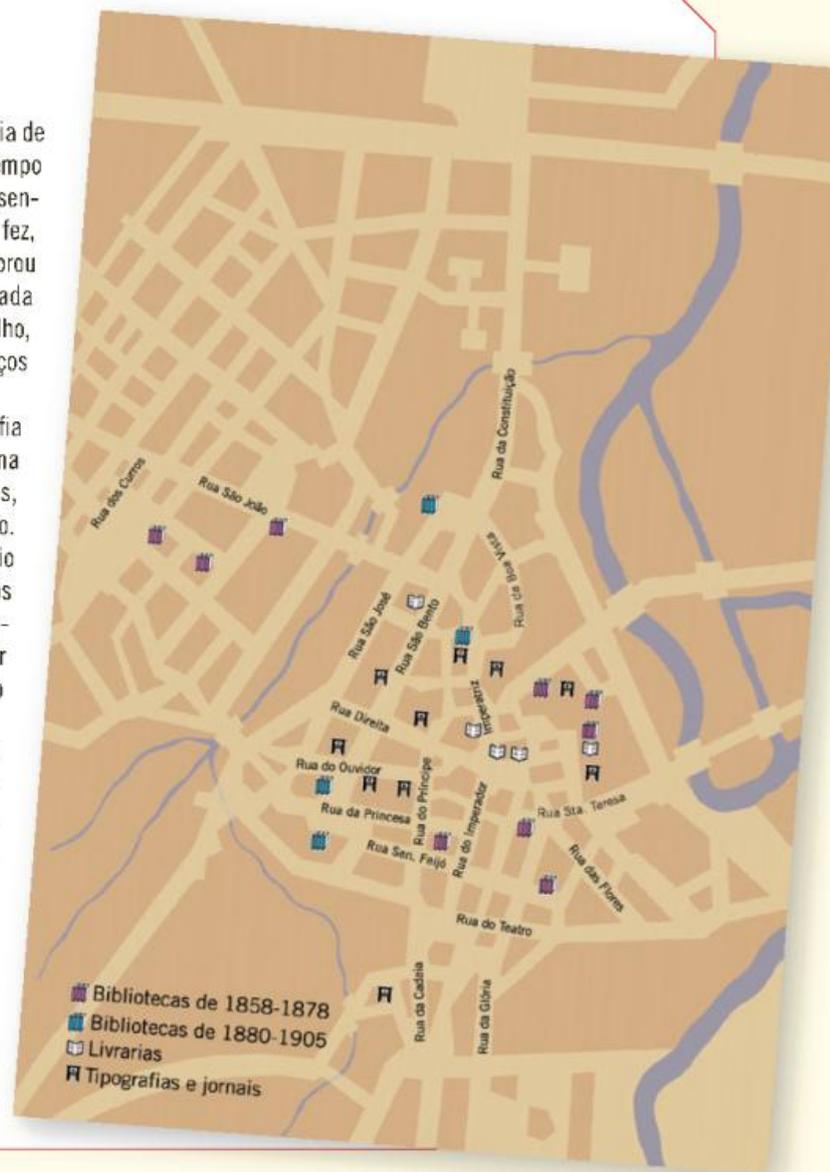


## Cartografia do livro

Midori dedica um capítulo do seu livro à cartografia literária de São Paulo. Esse recurso, ela explica, é usado há algum tempo por sociólogos e críticos literários para analisar as representações dos espaços sociais dentro da literatura, como fez, por exemplo, Pierre Bourdieu (1930-2002), quando elaborou uma cartografia da Paris de *Educação sentimental*, baseada no romance de Gustave Flaubert (1821-1880). No trabalho, Bourdieu constrói toda uma rede de relações entre os espaços geográficos e sociais na capital francesa do século 19.

Já o estudo de Midori é mais voltado para uma geografia do livro nos circuitos internos da cidade, ou seja, na forma como as instituições de leitura – livrarias, bibliotecas, seminários, escolas – se distribuem no espaço urbano. Trabalho difícil, ela considera, já que exige não só o domínio da cartografia, mas também a existência de documentos sobre público, produção e circulação do livro. “No momento, a cartografia que propomos pretende apenas traduzir graficamente os circuitos que concorrem para a difusão dos livros na cidade de São Paulo”, explica.

Para mapear esses espaços, a pesquisadora trabalhou sobre duas bases originais – o *Mapa da Capital da Província de São Paulo*, de 1877, e a *Planta da Cidade do Estado de São Paulo e seus Arrebaldes*, de 1890 –, confrontando-as com dois mapas históricos e culturais elaborados na mesma época. Segundo Midori, ao privilegiarem o núcleo urbano, esses mapas de base ajudam a identificar sobre as linhas da cidade a extensão da vida intelectual: “Eles permitem vislumbrar aspectos da vida na cidade, sua gente e atividades – e era justamente essa a nossa intenção”, conta.



de São Paulo para sua mãe, no Rio, encomendando livros de autores franceses, como [Alphonse de] Lamartine [1790-1869], que já haviam chegado à capital.”

Os vizinhos cariocas tinham um comércio livreiro mais dinâmico, mas não só: a instalação da Imprensa Régia no Rio de Janeiro em 1808, a princípio para a impressão de documentos oficiais, também acabou contribuindo para a produção de livros na capital – a primeira obra de ficção ali impressa foi *O diabo coxo*, do romancista francês Alain-René Lesage (1668-1747),

em 1810. Já em São Paulo, o primeiro livro só seria produzido em 1836, na tipografia de Costa Silveira: *Questões sobre as presas marítimas* foi escrito pelo professor da Faculdade de Direito José Maria Brotero (1789-1873). A Academia sofreu um bom tempo, aliás, com a falta de títulos, ao que se somavam alguns (maus) hábitos dos estudantes, como nota Midori: “Relatos de bibliotecários revelam que os leitores costumavam furtoar na sala de leitura, arrancar páginas de livros e nem sempre devolviam as obras emprestadas.”

**MAIS LEITORES, MAIS LIVROS** Uma série de transformações políticas e econômicas agitou São Paulo na segunda metade do século, principalmente a partir dos anos 1870. Uma maior urbanização se deu com recursos advindos da expansão da cafeicultura, bancos e empresas de serviço público cresceram e a classe média foi aos poucos conquistando um espaço na vida social e cultural – o que diversificou o público leitor e o consumo de livros. “Essas alterações afetaram a cidade não só fisicamente, mas também no campo das ideias”, confirma a historiadora. >>>



Biblioteca da Faculdade de Direito com iluminação elétrica, 1890

“O leitor paulista mudou na segunda metade do século.”

Para começar, apareceram na capital as primeiras obras traduzidas, entre elas *Dom Quixote de La Mancha*, do espanhol Miguel de Cervantes (1547-1616), e 75 títulos do francês Alexandre Dumas (1802-1870). Entre 1870 e 1900, multiplicaram-se as instituições de leitura, muitas delas administradas pela maçonaria. Em 1890, já era possível encontrar na capital mais de 20 estabelecimentos de instrução, como a Escola Normal, o Seminário Episcopal para rapazes, o Seminário da Glória para meninas e o Liceu de Artes e Ofícios. Mas, para além desses espaços, a leitura também estava ligada ao lazer. O anúncio do Club Euterpe Commercial, publicado em 1878, dizia: ‘O fim d’esta sociedade é oferecer reuniões, danças, música, leitura, jogos lícitos e festejos carnavalescos’.

Os livreiros também começaram a anunciar seus produtos nos jornais da capital e a presença dos meninos jornaleiros nas ruas do Centro se tornou comum. “Em 1900, um memorialista afirma ser a rua 15 de Novembro a mais cosmopolita, pois reunia o maior número de estabelecimentos estrangeiros e de redações de jornais, revistas e a mais importante livraria da cidade, a Casa Garraux”, registra

Midori. Acompanhando essas transformações, a única biblioteca pública de São Paulo até 1895 também começou a se renovar: no dia 1º de julho de 1891, seu bibliotecário anunciava um novo horário de funcionamento: não mais de 9h às 14h, apenas; mas também de 18h às 22h. O salão, então mais iluminado, tornava-se um reflexo do almejado progresso da cidade.

Enquanto isso as livrarias, já concentradas no centro da cidade, passavam a ser concebidas como as conhecemos hoje, como lojas para a venda de livros. “Por muito tempo, as obras literárias dividiram com charutos, perfumes e artigos chiques o espaço nas livrarias, como acontecia na Casa Garraux”, conta Midori. Não por acaso, a princesa Isabel, em visita à capital paulista, refere-se ao espaço como uma casa “cheia de tentações para grandes e pequenos”.

Foi a história dessa ‘livraria’, aliás, que inspirou a obra da historiadora, inicialmente decidida a pesquisar sobre seu fundador, o imigrante francês Anatole Louis Garraux (1833-1904). Conhecido como grande capitalista, o negociante se fixou em São Paulo em 1859 e logo fez com que seu estabelecimento fosse reconhecido como superior às livrarias do Rio de Janeiro. Além de vender livros – que organizava por seções e línguas

em catálogos sempre atualizados –, Garraux se aventurou também no mercado editorial: *Contos e phantasias*, do poeta Fagundes Varela (1841-1875), foi um dos primeiros livros impressos com a sua marca.

**VALOR QUE NÃO SE PERDE** Embora o analfabetismo ainda fosse dominante – documentos de 1836 mostram que apenas um quinto da população da cidade sabia ler e escrever –, o Estado ‘vigilava’ a leitura, censurando o que não lhe convinha difundir. Mas isso não fez com que o valor que começavam a atribuir ao livro se perdesse. Ao contrário, o artigo era cada vez mais cultivado por seus ‘amadores’, como a autora se refere aos leitores apaixonados – entre os quais ela destaca o jovem Álvares de Azevedo.

A observação do número de livros nas residências paulistanas no período – feita com base em inventários que os incluíam entre os bens – dá uma ideia do valor crescente da leitura: de 1800 a 1810, a média de livros por inventário era de 30,8. De 1840 em diante, essa média havia subido para 73,6. E esse número, como mostra a análise dos documentos, aumentou em todos os grupos socioeconômicos. No entanto, a historiadora destaca que “apenas os homens de letras e os inventariados que apresentavam uma feliz combinação de sua fortuna material com a intelectual detinham um bom acervo bibliográfico”.

A história da gênese e do desenvolvimento do livro na capital paulista dos oitocentos, lembra Midori, reproduz a história da burguesia, seus valores e instituições. Apresentá-la ao leitor do século 21, imerso em uma cultura que vem substituindo o papel pelo meio digital, foi o objetivo do seu trabalho: “Ao mostrar os mecanismos de produção, circulação e consumo do livro no século 19, espero contribuir para a revalorização dos livros, das bibliotecas, da leitura e suas possibilidades”, conclui.

CAROLINA DRAGO | CIÊNCIA HOJE | RJ

# PARA VER COM AS MÃOS

Padronização de mapas táteis facilita mobilidade e ensino de deficientes visuais

**S**em os mapas seria difícil localizar os estados de um país e mesmo os bairros de uma cidade ou comparar distâncias entre eles. Isso vale também para os deficientes visuais – a diferença é que, para estes, os dados são representados em relevo e lidos por meio do tato. São os mapas táteis, construídos para servir à educação e à mobilidade das pessoas cegas. Mas, diferentemente dos mapas confeccionados para serem vistos, eles não têm símbolos padronizados para indicar uma mesma informação cartográfica.

Para mudar essa situação, foi criado em 2006 o Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar (LabTATE) no De-

partamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que atua em parceria com a Fundação Catarinense de Educação Especial (FCEE) e a Associação Catarinense para a Integração do Cego.

“As pessoas cegas ou com baixa visão reclamam da falta de uniformidade para representar um mesmo elemento nos mapas. Isso acontece porque esse tipo de mapa costuma ser produzido por técnicos que desconhecem geografia ou cartografia”, explica Ruth Emilia Nogueira, engenheira cartográfica e coordenadora do LabTATE. Ela e sua equipe propuseram alguns padrões cartográficos, com a intenção de facilitar a confecção e o uso desses mapas.

Depois de muita pesquisa com a participação de deficientes visuais, e treinamento em Braille e mobilidade, os primeiros padrões tomaram forma: para a escala, foi escolhida a ponta do dedo indicador. Segundo Nogueira, o uso do corpo como referência ajuda os cegos a ‘visualizarem’ os tamanhos no mapa e na realidade. A maneira como informações obrigatórias estão dispostas nos ma-

pas – como o título, o norte, a escala e a legenda – também foi padronizada. “No modelo proposto, o norte deve ser sempre colocado no canto superior esquerdo da folha (representado por um ponto sobre um traço), e logo abaixo vem a escala gráfica. Ao lado deve ser colocado o título e, em seguida, deve vir o mapa, com a legenda na página seguinte”, detalha Nogueira.

Alguns materiais – de baixo custo e fáceis de encontrar – foram testados e aprovados por deficientes visuais para representar ‘traços’ específicos nas matrizes que darão origem aos mapas táteis. Segundo o padrão estabelecido, as linhas dos limites externos do mapa foram representadas por fios mais grossos de algodão e as linhas das áreas internas por fios mais finos. Na linha do Equador e no meridiano de >>>



Modelo de mapa tátil (ao lado) construído com materiais artesanais, para a avaliação por deficientes visuais, e o mesmo mapa (acima), impresso na máquina Termocop, uma das tecnologias mais usadas para impressão de matrizes em relevo

Greenwich foi aplicado um tipo de trança de algodão (sutache). Miçangas foram usadas nas linhas dos Trópicos e papel sanfonado na textura que define áreas específicas. Além disso, cada área nos mapas foi discriminada por uma letra ou número em Braille.

A seleção dos materiais das matrizes é apenas uma das etapas da elaboração de um mapa tátil. A mais trabalhosa é a transformação dos mapas convencionais em mapas em relevo. Nesse processo, recorre-se à técnica de generalização, que consiste na seleção do que deve ser mantido ou descartado, na junção de áreas ou elementos e na suavização de linhas. “Para permitir boa leitura com o tato, é preciso evitar excesso de informações, pois a discriminação tátil é muito mais grosseira do que a do olho”, justifica a pesquisadora.

Depois que o modelo de um mapa fica pronto, ele é armazenado em meio digital e pode ser impresso em papel-cartão para fazer a matriz e gerar o mapa final. Vários desses modelos podem ser acessados no portal do LabTATE ([www.labtate.ufsc.br](http://www.labtate.ufsc.br)). Há outra maneira de fazer mapas táteis, que é totalmente digital. É mais rápida, mas também mais cara. É preciso contar com uma máquina especial que custa em média R\$ 8 mil. “Cabe ao governo arcar com as despesas de produção de mapas para deficientes visuais, já que se trata de fornecer acesso à informação para a inclusão educacional e social”, acredita Nogueira.

Além de professores e estudantes de graduação e pós-graduação em geografia, a equipe do LabTATE inclui revisores de Braille e testadores de relevo com deficiência visual, que sugerem mudanças. “Eu observo a disposição e a quantidade de informação”, conta Michelle Jacinto, colaboradora cega, de 17 anos. “A padronização ajuda a entender os mapas com mais agilidade e nos traz independência”, avalia.

# UM NEURÔNIO PARA CHAMAR DE SEU

## Pesquisadores brasileiros criam novo modelo celular de estudo da esquizofrenia

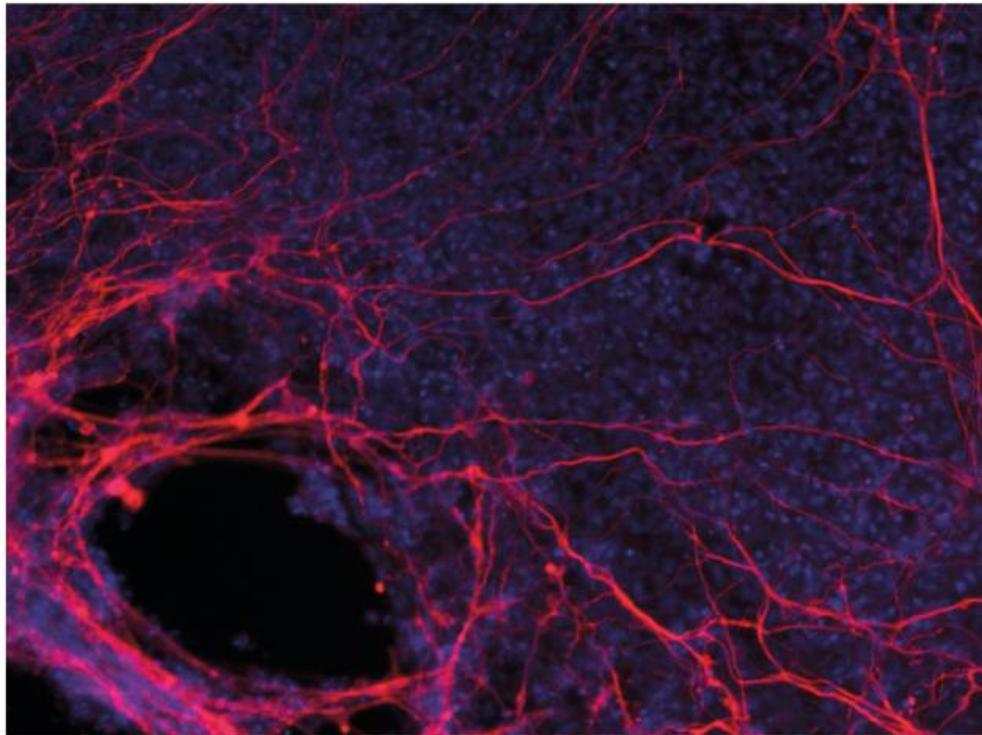
Imagine ter um modelo de como uma determinada doença se manifesta dentro das células que permitisse investigar vários aspectos do desenvolvimento desse mal e compreendê-lo melhor. No caso da esquizofrenia, que acomete 1% da população mundial, isso se tornou realidade graças a pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Eles conseguiram transformar células da pele de um paciente com esquizofrenia em células do sistema nervoso e identificar características dessa doença que não estão presentes em células saudáveis.

O feito amplia o estudo dos mecanismos moleculares envolvidos na esquizofrenia, antes limitados à análise do tecido nervoso de pacientes esquizofrênicos falecidos e a testes de ressonância magnética. Além disso, abre caminho para a medicina personalizada, terapias ajustadas especificamente para um indivíduo.

O trabalho é um marco para a ciência nacional porque todas as etapas foram realizadas no Brasil e por brasileiros. “Estamos vivendo um momento especial no laboratório, o investimento brasileiro no setor permite tentar coisas novas”, conta o biólogo Stevens Rehen, coordenador da pesquisa e do Laboratório Nacional de Células-Tronco Embrionárias (Lance) da UFRJ.

O estudo já teve sua publicação aprovada na revista científica norte-americana *Cell Transplantation*. Fora o mérito científico, o trabalho também levantou questões de possível discriminação científica. “O trabalho foi realizado com células de um paciente esquizofrênico e um voluntário saudável. Nas tentativas de publicar a pesquisa em revistas de maior impacto, esse foi um obstáculo. No entanto, esses mesmos periódicos publicam artigos de outros países com pesquisas semelhantes em apenas um paciente”, observa Rehen. Ele diz que já há um retorno da comunidade científica internacional a respeito dos resultados e que a principal reação é de surpresa. “Alguns parecem não acreditar que temos condições de realizar esse tipo de experimento aqui.”

**PASSO A PASSO** A equipe do Lance usou a técnica de reprogramação celular criada em 2007 pelo médico japonês Shynia Yamanaka, da Universidade de Kyoto, no Japão. Ela permite que uma célula já diferenciada para funcionar como um determinado tecido – como a pele – volte a um estado inicial no qual ela tem o potencial de se transformar em qualquer tipo celular. A transformação ocorre graças a um vírus que insere quatro genes na célula a ser alterada. Os genes produzem



Os neurônios da foto (em vermelho) foram criados a partir das células de pele de pacientes esquizofrênicos e servirão como modelo para o estudo desse distúrbio

proteínas que reprogramam o DNA e ‘desdiferenciam’ a célula, transformando-a em uma célula-tronco pluripotente (iPS, na sigla em inglês), equivalente a uma embrionária.

“Levamos a célula da pele a se transformar em um neurônio por meio de tratamentos químicos, mas as análises foram feitas com progenitoras neurais, estágio anterior aos neurônios”, explica a bióloga Renata de Moraes Maciel, pós-doutora do Lance e uma das duas principais autoras do artigo. Essas progenitoras neurais de um paciente esquizofrênico criadas pelos cientistas consumiam o dobro de oxigênio do que células saudáveis. Como consequência, elas também apresentavam grande volume de espécies ativas de oxigênio, capazes de danificar os constituintes celulares. “Outros grupos já usam essa técnica, inclusive com neurônios, mas nenhum havia observado qualquer alteração nas espécies ativas de oxigênio”, observa Maciel.

“Essa abundância de espécies ativas nos neurônios dos pacientes es-

quizofrênicos retorna a níveis normais, quando usamos ácido valproico, um estabilizador de humor”, conta a biomédica Bruna da Silveira Paulsen, doutoranda do Lance e a outra autora principal do artigo. Ela diz ainda que o excesso de oxigênio e espécies ativas não está presente nos fibroblastos, as células da pele usadas originalmente, nem nas iPS, o estágio anterior às progenitoras neurais. “Isso mostra que conseguimos duplicar a etapa inicial da desordem mental. Criamos um modelo que pode agora ser usado para testar novos fármacos e adaptar o tratamento para cada paciente, já que essas células têm o perfil do doador do fibroblasto”, completa a biomédica.

**TÉCNICA PARA VÁRIAS DOENÇAS** Agora os pesquisadores querem estudar outras possíveis diferenças entre células saudáveis e as afetadas pela esquizofrenia, bem como avançar na linha da medicina personalizada e aprofundar mais o estudo investigando outros aspectos da descoberta. “Quere-

mos ainda entender a razão do excesso de espécies ativas de oxigênio: se é uma superatividade das proteínas que as produzem ou uma falha dos mecanismos que existem para corrigir esse fenômeno”, esclarece Paulsen.

Segundo Rehen, a esquizofrenia pode vir de uma herança genética, mas há casos que são fruto de alterações esporádicas no DNA e estudá-los em detalhes requer essas células. Por isso, um dos objetivos de médio prazo do Lance é criar um banco de células iPS de pacientes com transtornos mentais. “Há pelo menos 40 genes envolvidos na esquizofrenia”, diz Rohen. Ele considera que a técnica abre as portas para o estudo de várias doenças, e não apenas as mentais. “Já há sete distúrbios neurológicos modelados, mas, em tese, podemos expandir isso para muito além”, conclui.

FRED FURTADO | CIÊNCIA HOJE | RJ

ENGENHARIA QUÍMICA

## CURATIVO QUE DURA MAIS

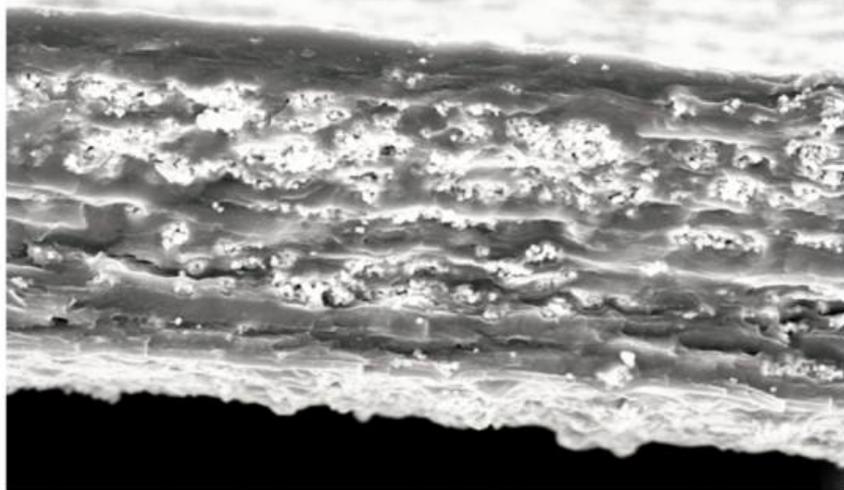


FOTO: ANA KELLY GIRATA

A troca constante de curativos pode ser dolorosa, principalmente para pacientes vítimas de queimaduras. Pensando nisso, pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) desenvolveram uma espécie de *band-aid* à base de quitosana e alginato que não precisa ser trocado com frequência, pois libera um agente antimicrobiano que combate e evita infecções.

O curativo funciona como uma segunda pele: quando hidratado com soro, ele adere à ferida e pode ficar por cerca de uma semana sem ser trocado. Nesse período, a bandagem libera aos poucos sais de prata, já bastante usados na medicina para matar bactérias contaminantes, como a

*Staphylococcus aureus* e a *Pseudomonas aeruginosa*.

Além da ação do fármaco, o curativo conta com as propriedades cicatrizantes da quitosana (extraída da casca de crustáceos) e as analgésicas do alginato (extraído de algas marinhas). Naturais, ambos os compostos são absorvidos pelo organismo e não provocam irritação na pele.

“O curativo é indicado para pacientes hospitalizados com lesões de pele infectadas, pois, além de auxiliar na cicatrização da ferida, protege contra infecções bacterianas e torna o tratamento o mais indolor possível”, afirma a engenheira química Ana Kelly Girata, responsável pela pesquisa, sob orientação da professora Ângela Maria Moraes, em parceria com a indústria farmacêutica LM Farma.

O curativo está em processo de registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e um pedido de patente já foi submetido ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi).

Acima, o curativo feito à base de quitosana e alginato adere à pele e absorve a secreção das feridas. Ao lado, detalhe da membrana do curativo, que contém sais de prata



FOTO: ANA KELLY GIRATA

## CONTROLE DE EMISSÕES

O laboratório de motores do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), vinculado ao estado de São Paulo, ajudará no controle de poluentes lançados pelos veículos nas ruas. Com investimentos da Petrobras e do governo estadual, o laboratório vai atuar na pesquisa e no desenvolvimento de combustíveis, aditivos e propulsores, sobretudo em veículos a diesel, o derivado de petróleo mais consumido no Brasil. Entre os novos equipamentos, um sistema com recurso de GPS deverá facilitar a medição das emissões de poluentes pelos motores, permitindo certificar veículos em uso de acordo com as novas legislações ambientais. Uma delas busca reduzir os níveis de poluição emitidos por caminhões e ônibus e entrará em vigor em janeiro de 2012.

FOTO: HENRIQUE M. LOPES





Briquetes de carvocapim  
– carvão vegetal feito a partir  
do capim-elefante

#### AGRONOMIA

## Carvão de capim-elefante é melhor que o de eucalipto

O capim-elefante, normalmente utilizado na alimentação de gado, é capaz de produzir carvão vegetal mais rapidamente e com menos impacto ambiental que aquele feito a partir de eucalipto, embora tenha o mesmo poder calorífico. O carvocapim, como é chamado pelos pesquisadores que o criaram, da Universidade Estadual do Norte-Fluminense (Uenf), em Campos dos Goytacazes (RJ), pode ser produzido após um ano de cultivo do capim-elefante. “Pode-se tirar, em média, 70 toneladas por hectare por ano de biomassa, a produtividade se estende por 10 anos e não há necessidade de desmatamento”, aponta o zootecnista Hernán Maldonado, da Uenf, um dos pesquisadores envolvidos no projeto. Ele ressalta que o eucalipto só pode ser cortado cinco anos após o plantio.

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) é moído e submetido a uma temperatura de 380°C por duas horas e meia, um processo chamado de carvoejamento. O carvão resultante é triturado e recebe água, bem como um ingrediente que os pesquisadores mantêm em sigilo. Ele é então transformado em briquetes. “Conseguimos aproveitar de 25% a 30% da biomassa original”, observa Maldonado. Além disso, as cinzas que restam da queima do carvocapim podem ser utilizadas para melhorar a plasticidade (capacidade de mudar de forma de modo irreversível) das argilas usadas na confecção da cerâmica vermelha. “Agora estamos estudando a emissão de gases de efeito estufa pelo processo de carvoejamento e a viabilidade econômica do carvocapim. A ideia é que ele se torne uma fonte de energia econômica, ecologicamente correta e permanente para a indústria e o comércio”, conclui Maldonado.



#### ODONTOLOGIA FORENSE

## MOSTRA-ME OS DENTES E TE DIREI COMO ÉS

Na odontologia forense existe uma ferramenta muito útil na identificação de ossadas, o índice de Carrea, que correlaciona a estatura de uma pessoa com certas medidas de seus dentes inferiores. Agora, uma pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP) dobra as possibilidades de reconhecimento de restos mortais ao desenvolver um índice semelhante para os dentes superiores.

A dentista responsável pela pesquisa, Laís Lima, explica que o novo índice poderá ser aplicado nos casos em que a arcada dentária inferior estiver perdida ou danificada, o que acontece com muita frequência. “Os dentes inferiores se desprendem mais facilmente em um acidente ou com a pressão do tempo, pois ficam na mandíbula, que não é totalmente presa ao crânio”, explica.

Para criar o novo índice, Lima resolveu adaptar o antigo índice de Carrea. A tarefa foi um grande desafio para a dentista, pois a lógica por trás da antiga fórmula não era conhecida. Depois de muitos estudos, Lima chegou ao novo índice, que leva em

consideração medidas como a largura dos dentes e a distância entre eles.

O índice de Lima foi testado com 378 alunos, entre homens e mulheres, do curso de Odontologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). A taxa de acerto foi de 70%, o que foi considerado aceitável pela pesquisadora. No entanto, Lima aponta que mais estudos devem ser feitos para aumentar a eficiência do índice.

O próximo passo da pesquisa será criar fórmulas específicas para os variados tipos de arcos dentários, incluindo normais e tortos, e testá-los em diferentes populações do país. Mas a pesquisadora garante que, como está, o índice já pode ser usado pelos peritos brasileiros na falta de outro indicador mais seguro para determinar a altura. “A nossa fórmula tem a vantagem de ser bem simples e praticamente sem custo”, diz. “Existem muitas ossadas nos institutos médicos legais do país que não são identificadas e o novo índice é uma boa alternativa.”

## ECOLOGIA

## TURISMO DOSADO

A biodiversidade marinha no recife de corais de Porto de Galinhas, no litoral de Pernambuco, tem sido alvo de preocupação por causa do turismo local. Com o pisoteio contínuo nessas regiões para a contemplação da natureza, a quantidade de microcrustáceos tornou-se 55% menor do que a coletada em áreas de preservação. E também o número de espécies, na área aberta ao turismo, já é 11% inferior ao dos locais de conservação.

Essas conclusões estão no artigo publicado em junho último na revista espanho-

la *Scientia Marina* pela bióloga Visnu da Cunha Sarmento. A pesquisa foi realizada no curso de Pós-graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco. Para chegar a elas, a bióloga coletou amostras de duas regiões do recife: uma aberta e outra fechada a turistas. Em seguida, avaliou em microscópio os micro-organismos encontrados em cada uma.

“O local foi escolhido por ser ‘foco’ de turismo”, diz Sarmento. “Todos os anos, os jangadeiros levam milhares de pessoas para lá.” O pisoteio insistente vem aos

poucos reduzindo a biomassa (quantidade de algas) do ecossistema, o que compromete o hábitat de uma série de organismos. Mas medidas simples, nota a bióloga, como a implantação das chamadas áreas de rodízio, podem reverter a situação: “A partir de dados de um experimento, constatamos que áreas que receberam o impacto de pisoteio por três dias alcançaram recuperação em três meses de isolamento. Com o rodízio, esperamos que se possa conciliar turismo com a conservação do ecossistema recifal”, ressalta.

FOTO: CEDIA/PEP/INSTITUTO CUNHA SARMENTO



Recife de corais de Porto de Galinhas, de onde foram coletadas amostras de micro-organismos marinhos ameaçados pelo pisoteio. A área aberta ao turismo é separada da área de preservação por uma corda com boias

## CADA NOME, UMA HISTÓRIA

Quantas cidades com nome de santo existem no Brasil? Como se escreve – com i ou y – Campos dos Goytacazes? Qual a origem do nome do município Varre-Sai, no Rio de Janeiro? Essas dúvidas já podem ser consultadas de forma rápida graças ao portal ‘Banco de nomes geográficos do Brasil’ ([www.bngb.ibge.gov.br](http://www.bngb.ibge.gov.br)), lançado em setembro pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE). Implantado em 2005 pela Diretoria de Geociências do Instituto, o banco de dados visa organizar informações geográficas, divulgar as origens e padronizar as grafias das denominações de mais de 50 mil localidades do país. Até agora, aspectos históricos dos nomes estão disponíveis apenas para os municípios do Rio de Janeiro e do Paraná, mas em breve serão incluídos dados dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás.

Busca pela origem do nome geográfico de Rio das Ostras, município do Rio de Janeiro

Apostilas Institucionais Banco de Nomes Geográficos	
Informações Gerais	
Nome Oficial	Rio das Ostras
Nome Variante	
Codificação	3004504
Categoria	LOCALIDADE
Classe	CIDADE
Estado	Rio de Janeiro

**História do Nome Geográfico**  
Instituído no estado por índios Tamoreia e Guilacapi, o território que hoje compreende o município do Rio das Ostras (que também foi conhecido como Rio Largo ou Sampa) para colonização pela sociedade concedida pelo capitão-mor e governador do Rio de Janeiro, Martim Correia de Sá, em 17 de agosto de 1630, aos padres da Companhia de Jesus. A denominação surgiu como toponímio a partir do nome de São Tomé, e no tempo atual Rio das Ostras - ao sul, e o rio Maqui ou dos Bagres, ao norte. Os assentados deram atenção especial para a colheita de um engenho, uma açúcar e uma padaria a parte, ao limite extremo norte da sesmaria e outro comunidade, onde hoje se avista o estado de Minas. O nome sul, onde hoje se encontra Rio das Ostras, foi mais explorado após a independência dos assentados. Os índios e os senhores colonizaram suas marcas em áreas como a da antiga Igreja de Nossa Senhora da Conceição, hoje

## ISOLADOS NO AMAZONAS

A Fundação Nacional do Índio (Funai) confirmou a descoberta de um novo grupo de índios isolados na Terra Indígena do Vale do Javari, próxima à fronteira com o Peru. Em sobrevoo pela região, foram avistadas duas malocas rodeadas por plantações de milho, mandioca e banana. Hoje há 77 referências de índios isolados registradas, 23 das quais confirmadas pela Funai.

\_ Curso de Nutrição

\_ Universidade Federal de Pernambuco

## Hambúrguer mais saudável

Como tornar o hambúrguer, símbolo da comida sem qualidade, mais saudável e ao mesmo tempo durável? Uma pesquisa desenvolvida no curso de nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) pela estudante Priscilla Oliveira tem essa resposta. A aluna estuda uma nova receita desse alimento em que são adicionados o óleo de orégano e a quitosana no lugar dos aditivos químicos normalmente usados pela indústria.

Essas duas substâncias são comprovadamente antibacterianas e agem principalmente sobre as bactérias *Listeria monocytogene*, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, principais causadoras de infecção alimentar. “O tutano da carne propicia a formação dessas bactérias que fazem com que o produto se estrague mais rápido”, explica Oliveira, orientanda da

pesquisadora Roberta Bento, que estuda os benefícios da quitosana desde 2008.

O objetivo da estudante é que a quitosana e o óleo de orégano sejam usados pela indústria como alternativas aos conservantes tradicionais. “A curto prazo, os aditivos químicos resolvem o problema da contaminação por bactérias e estendem a validade do produto, mas a longo prazo são maléficos para a saúde do consumidor”, alerta.

Segundo Oliveira, a quantidade de quitosana e óleo de orégano não altera o sabor dos hambúrgueres. A receita, que já foi testada e aprovada por alunos da universidade, agora vai passar pelo chamado teste de vida de prateleira, que verifica a durabilidade do alimento.

“Ainda vamos fazer mais estudos, mas já podemos dizer que é possível oferecer aos consumidores um alimento mais saudável, biologicamente seguro e saboroso”, afirma.



## Laboratório literário

Na Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo (ECA-USP), os estudantes de editoração não precisam esperar a formatura para produzir seus primeiros livros. A experiência faz parte de uma disciplina do curso e funciona como um verdadeiro laboratório para os alunos. Na Editora Laboratório Com-Arte — como é chamado esse espaço —, eles se familiarizam com todas as etapas de produção e edição de um livro, como fez a estudante do 6º período Quezia Cleto, de 22 anos.

Cleto lançou em agosto o livro infantojuvenil *O herói*, escrito por Dalva Agne Lynch. Autora e (futura) editora se conheceram num encontro informal e acertaram que a estudante desenvolveria o projeto do livro pela Com-Arte. Para

**O livro *O herói* foi produzido pela estudante de editoração Quezia Cleto na Com-Arte, editora-laboratório da ECA-USP. Na foto ela aparece (à direita) ao lado da autora Dalva Lynch (no centro) e da prefaciadora Joyce Cavalcante**

começar, elas negociaram tiragem (de 300 exemplares), pagamento e contrato — tudo com o amparo do professor Plínio Martins Filho, responsável pela disciplina e diretor-presidente da Editora da Universidade de São Paulo. O passo seguinte foi revisar o livro, de 224 páginas, e então desenvolver o projeto gráfico, ou seja, trabalhar a disposição de imagens e textos. “Pedi ajuda de alguns colegas para a revisão e comecei a diagramação, de acordo com o projeto”, conta a estudante. As imagens foram feitas pelo ilustrador Danilo Marques.

Todas as etapas — incluindo criação da capa, escolha das cores, texto da ‘orelha’ — passaram pela avaliação do professor e da autora. Depois de concluído o projeto gráfico, em dezembro de 2010, Cleto enviou ao Departamento Financeiro da ECA as propostas de orçamento e iniciou a divulgação. O processo todo, do contrato ao lançamento do livro, levou quase um ano. “A parte mais difícil para mim, por incrível que pareça, foi entrar em contato com a imprensa para divulgar o lançamento”, revela. “A experiência é muito positiva, pois requer que a gente coloque em prática tudo o que aprende na faculdade e comece a pensar nos detalhes”, relata Cleto.

### EDITORIAÇÃO

\_ Escola de Comunicação e Artes

\_ Universidade de São Paulo (USP)



# Ciência presa em emaranhado legal

**MICHELLE KLAUTAU**

Departamento de Zoologia,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Imagine se o Brasil fizesse uma exposição sobre Leonardo da Vinci e o Museu do Louvre liberasse sua obra *Monalisa* para ser exposta aqui. O quadro certamente seria enviado com cuidados extremos e, encerrada a exposição, o Louvre esperaria que o Brasil tomasse os mesmos cuidados para o seu retorno à França. É assim que os acervos de coleção precisam ser tratados, sejam eles quadros, esculturas ou espécimes de coleções biológicas. Um espécime-tipo, no qual se baseou a primeira descrição de uma espécie, por exemplo, tem valor incalculável, pois representa toda aquela espécie e é insubstituível, assim como a *Monalisa*. O Louvre emprestaria a famosa tela de Leonardo da Vinci se houvesse a possibilidade de o Brasil não a devolver? E se houvesse o risco de sua destruição?

Em passado não muito remoto, o Brasil destruiu algumas 'monalissas' e, por isso, algumas instituições científicas estrangeiras não enviam mais exemplares ao Brasil ou restringem bastante essa remessa. Além disso, o próprio governo brasileiro dificulta o recebimento e o envio de espécimes biológicos, e com isso prejudica o trabalho dos pesquisadores brasileiros e assusta os curadores das coleções estrangeiras. As dificuldades, determinadas pela legislação atual, afetam diretamente os estudos sobre a biodiversidade, já que, para a identificação correta de um exemplar, é fundamental sua comparação com exemplares de coleções existentes.

E o que o Brasil perde com isso? A biodiversidade é a variedade de formas de vida existentes em um ambiente e somente com o conhecimento aprofundado dessa biodiversidade podemos saber quais são nossos recursos naturais, se um determinado ambiente está sendo degradado, se espécies estão ameaçadas e que medidas podem ser tomadas para conservá-las.

Portanto, é essencial, no estudo da biodiversidade, que coleções biológicas e cientistas possam se comunicar constantemente e de forma rápida e segura. Nesse campo, o intercâmbio é vital. Em outros países, como Austrália, Estados Unidos, França e Inglaterra, onde estão situadas as principais coleções biológicas do mundo, apenas um documento é exigido: a guia de empréstimo. Esta é gerada pela própria instituição, que a assina. Com essa guia (de apenas uma página), espécimes não ameaçados de extinção atravessam livremente as fronteiras.

No Brasil, porém, a situação é muito diferente. Aqui, para trazer um espécime biológico de outro país ou enviá-lo ao exterior, é necessário obter grande número de documentos. Para obtê-los, o que em geral exige um longo tempo, o pesquisador precisa, em vários momentos, fazer deslocamentos e gastos com o envio de diferentes documentos pelo correio, incluindo documentação tanto do pesquisador quanto do material a ser pesquisado. Mesmo assim, não há qualquer garantia de que o material entrará ou sairá do Brasil sem restrições, pois a experiência mos-



*Será difícil competirmos cientificamente com o chamado Primeiro Mundo se as autoridades brasileiras não diferenciarem entre comércio e ciência e não estabelecerem um trâmite legal adequado a cada um desses setores*



tra que, na maioria das vezes, novos documentos podem vir a ser exigidos durante o processo.

O recebimento de exemplares aqui requer documentos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), enquanto a devolução depende de documentos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento ou do Ministério da Pesca e Aquicultura. Assim, mesmo quando todos os documentos são obtidos e um espécime biológico entra legalmente no Brasil, sua devolução não está garantida, pois para o retorno outros documentos são necessários e nem sempre os órgãos envolvidos sabem exatamente quais são esses documentos e por que são exigidos.

Ou seja, a cada empréstimo, corre-se o risco de não se devolver a 'monalisa' ou até de incinerá-la! Há casos que chegaram aos meios de comunicação, como o das arraias (de um pesquisador da Universidade de São Paulo) incineradas em 2004 no aeroporto do Galeão, no Rio de Janeiro; ou das rãs e pererecas amazônicas (que estavam sendo devolvidas por pesquisadores norte-americanos a colegas brasileiros, do Museu Paraense Emilio Goeldi) apreendidas em 2009, por mais de dois meses, no aeroporto de Viracopos, em Campinas (SP). Esses casos foram expostos pela mídia, mas diversos outros não ficaram conhecidos.

Não podemos eximir os cientistas de culpa quando eles deixam de preencher os formulários requeridos e de seguir toda a burocracia necessária, mas posso afirmar que gastei um longo

tempo até descobrir exatamente o que precisava ser feito. A lista de exigências é extensa e cansativa. O pesquisador precisa aprender esses trâmites, mas certamente o governo poderia torná-los facilmente compreensíveis ou, melhor ainda, eliminar boa parte da burocracia.

Por que existe essa diferença entre o Brasil e os outros países mencionados no que tange ao tratamento de espécimes de coleções biológicas? A resposta é simples: porque naqueles países, o tratamento para animais e plantas com fins comerciais é diferenciado do adotado para espécimes científicos. No Brasil, a documentação que os cientistas devem apresentar é a mesma exigida de um exportador que comercializa toneladas de peixe ou de carne bovina. Será difícil competirmos cientificamente com o chamado Primeiro Mundo se as autoridades brasileiras não diferenciarem entre comércio e ciência e não estabelecerem um trâmite legal adequado a cada um desses setores.

O Brasil tem dado passos largos em direção ao Primeiro Mundo em várias áreas e precisa fazer isso também em relação à pesquisa científica. Por que não podemos exigir apenas, como outras nações, a guia de empréstimo da instituição responsável pela coleção? Isso certamente é possível, e traria enormes benefícios à ciência brasileira e aos órgãos governamentais, que também perdem tempo e dinheiro com uma burocracia que parece desnecessária. A hora de darmos mais esse passo é agora e não podemos perdê-la. A biodiversidade agradece. ■

# O plebiscito e a divisão do Pará

**MANUEL JOSÉ SENA DUTRA**

Faculdade de Comunicação,  
Universidade Federal do Pará

**P**ela primeira vez, no Brasil, realiza-se um plebiscito para consultar os eleitores sobre a criação de novos estados da federação. Em 11 de dezembro de 2011, os eleitores do Pará dirão se desejam ou não dividir o território desse grande estado amazônico em três novas unidades autônomas. Se o resultado da consulta popular revelar a vitória do 'sim', o Brasil terá possibilidade de ganhar dois novos estados: Tapajós, no oeste paraense, e Carajás, no sul/sudeste do mesmo estado. O Pará remanescente terá seu tamanho geográfico drasticamente reduzido.

Como previsto na Constituição brasileira, todo plebiscito é consultivo. A palavra final caberá ao

Congresso Nacional e, por fim, ao presidente da República.

Essa demanda tem origem nos interesses e jogos de poder locais ou regionais, mas o plebiscito, seguido da decisão do Congresso, tem o potencial de modificar a configuração político-administrativa do Brasil. Além desse aspecto, a provável existência de dois novos estados introduzirá novos atores políticos no cenário nacional, modificando o atual quadro de representantes na Câmara dos Deputados e no Senado Federal.

Para os estados que contam hoje com mais representantes na Câmara, como São Paulo e Minas Gerais, essa possibilidade de alteração numérica nos plenários do Legislativo suscita desconfianças quanto à manutenção de seus tradicionais

esquemas de influenciar

as demais bancadas em votações que interessam

a paulistas e mineiros. Para os representantes dos estados mais desenvolvidos, o eventual surgimento de novas bancadas em Brasília traz o receio de que isso incentive outras demandas regionalistas. Além do caso de Tapajós e Carajás, em véspera de plebiscito, existem outras 11 demandas por autonomia em outras áreas do país – algumas mais adiantadas, outras ainda no campo das intenções.

Para os defensores da divisão, a autonomia dessas duas regiões paraenses será o ponto de partida para



*Os oponentes do movimento pela divisão entendem que o esforço pela separação se deve à ação do que eles chamam de 'aventureiros', grupos de poder que pretendariam afirmar-se nacionalmente a partir de suas posições políticas nos novos estados*

o desenvolvimento e para a afirmação regional de suas identidades. Como se sabe, a Amazônia é um imenso território com mais de 20 milhões de habitantes, onde convivem culturas as mais diversificadas, com particularidades locais, hábitos e modos de falar diferenciados.

Belém, a capital paraense, desempenha historicamente um papel extremamente centralizador. Ali vive uma elite tradicional, com muitos descendentes de colonizadores portugueses, que desconhecem o interior da região, olhando mais para a Europa e para os Estados Unidos do que para dentro do próprio estado.

Os oponentes do movimento pela divisão entendem que o esforço pela separação se deve à ação do que eles chamam de 'aventureiros', grupos de poder que pretendiam afirmar-se nacionalmente a partir de suas posições políticas nos novos estados, onde os processos de manipulação eleitoral e exercício do poder lhes seriam mais favoráveis do que no âmbito do Pará atual.

Se observarmos essa demanda separatista interna pelo ângulo da ciência política ou da sociologia, veremos que se trata de um claro fenômeno de regionalismo, isto é, de ação política, em determinado território, com vista à afirmação de elites localizadas que buscam diferenciar-se de outros territórios, notadamente daqueles que exercem o poder hegemônico sobre a região que busca autonomia.

O sociólogo francês Pierre Bourdieu (1930-2002), no livro *O poder simbólico*, abordou as dificuldades de estudar o conceito de região em virtude da "confusão dos debates" em

torno do que isso de fato significa. Várias disciplinas se ocupam desse conceito, que se mostra como uma espécie de síntese de formação social, econômica e histórica dentro de um espaço específico.

Em meio a discursos os mais diferenciados, os separatistas buscam, em essência, construir uma estratégia de legitimação de sua demanda. Desejam dar a conhecer ao país que seu território, ou sua região, tem especificidades, uma identidade que necessita afirmar-se, e sempre aludem a um direito historicamente adquirido.

No caso das duas regiões paraenses, há distinções nas demandas atuais. A luta do Tapajós vem do meado do século 19, após a criação da província, hoje estado, do Amazonas, desmembrado do antigo Grão-Pará, no mesmo momento em que se discutia a criação da província do Paraná, desmembrada do território de São Paulo. Essas duas decisões do imperador Pedro II produziram acalorados debates no Parlamento imperial, com prós e contras, mais ou menos como nos dias de hoje em relação ao Carajás e ao Tapajós. Os que se posicionaram contra as divisões diziam quase a mesma coisa que os oponentes de hoje: que as novas províncias seriam um pesado ônus ao Estado brasileiro, que se tratava de interesses eleitoreiros e que só serviriam para beneficiar as elites locais.

Já a região de Carajás é objeto de uma demanda recente, iniciada na década de 1980, sob a influência dos investimentos federais na região sul/sudeste do Pará, em torno do chamado Projeto Grande Carajás, que atraiu grande número de empresas para

aquela região, sobretudo mineradoras. Mais tarde, surgiu nessa região uma pujante pecuária, a melhor da Amazônia. Decorreu daí a formação de uma elite relativamente rica, formada por imigrantes de várias regiões, notadamente do centro-sul do país. Essa elite e a massa da população imigrante, vinda do Nordeste e do Centro-Oeste, mantêm fortes laços com seus estados de origem, e Belém pouco significa para os ocupantes de uma região que cultivava outros hábitos, sem afinidades com a cultura e as tradições paraenses.

Não será, pois, pacífica a presente luta por emancipação, haja vista a tradição de centralização do Estado brasileiro. O Tapajós tem um direito histórico adquirido. Ali as ideias de autonomia fizeram parte da cultura local por gerações. Há riscos? Sim. Há aventureiros? Sim. E em que tipo de luta política não estão presentes? Um dos produtos dos eternos aventureiros, dos tantos que existem por este Brasil imenso, foi a alteração do projeto original de criação do estado de Carajás, apresentado nos anos 1990 no Congresso, que agora passou a incluir a região do Xingu.

No aspecto da geografia política regional, se Tapajós e Carajás, após o plebiscito, se tornarem estados, pouco mudará para vastas regiões das novas unidades, distantes da atual capital do Pará. As distâncias (em viagens pelos rios, comuns na Amazônia) das eventuais novas capitais, Santarém e Marabá, para diversas áreas do novo estado – como as situadas na bacia do rio Xingu – serão semelhantes às que existem hoje entre essas áreas e Belém. ■

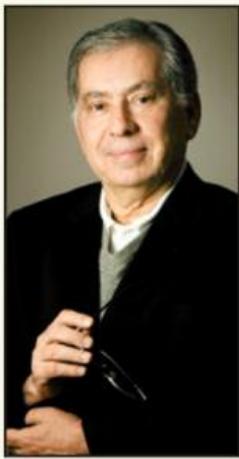


FOTO: OCEIRO RODRIGUES

## DESENHANDO A CIDADE

*As expansões em novas terras brutas, que se consolidavam urbanisticamente pouco a pouco, não têm mais embasamento quando o crescimento demográfico é pequeno, quase nulo – e, em muitas cidades, até negativo*

“A regra era ir buscar os lavradores novas terras em lugares de mato dentro, e assim raramente decorriam duas gerações sem que uma mesma fazenda mudasse de sítio, ou de dono.” Em *Raízes do Brasil*, Sérgio Buarque descreveu o processo de conquistas e abandonos sucessivos de território de exploração agrícola vigente nos tempos coloniais. Vencida a mata, implantada a fazenda, o passo seguinte seria novo desmatamento para nova plantação. Não se tratava a terra, não se adubava o plantio. Dizia-se que, “no Brasil, a terra só tem sustância na superfície”.

Esse processo de conquista, exploração e abandono por certo não é exclusivo do período colonial. Ele se reproduz em inúmeras situações modernas, em especial no caso das cidades brasileiras.

Nosso avassalador aumento demográfico, nas últimas décadas, foi crescentemente urbano, resultando em uma população citadina que adentrou o século 21 superando em mais de 40 vezes a que iniciou o século anterior. Assim, a busca por mais terra urbana fazia todo o sentido: mais gente, mais moradia, mais equipamentos, mais território.

Em simultâneo, nossos melhores pensadores urbanistas estiveram solidários à doutrina do ‘movimento moderno’, para a qual a cidade existente precisaria ser superada por uma nova. O abandono de bairros e centros urbanos, hoje comum nas cidades brasileiras, está situado nesse contexto – bem como não está dissociado daquele processo especulativo enraizado desde a colônia.

Tal coalizão de ideias e de necessidades funcionou em uníssono até bem recentemente – quando a revisão urbanística e os movimentos de preservação do patrimônio cultural tornaram-se significativos. O tombamento de edificações notáveis, primeiro, e a proteção de trechos urbanos, depois, passaram a representar uma contenção no afã destruidor da cidade.

A revisão do pensamento urbanístico não é apenas preservacionista: defende a vitalidade urbana em acordo com o reconhecimento das preexistências ambientais e cul-

turais. A nova cidade é um ponto vital intermediário entre a cidade herdada e a cidade futura. Nessa nova compreensão, os espaços urbanos da identidade coletiva, construídos historicamente, alcançam o desafio de precisarem ser preservados e simultaneamente corresponderem às expectativas de cada novo tempo. Cada geração impregna nos espaços os seus valores para que possa neles se reconhecer.

Penso que foi um bom caminho percorrido nas últimas décadas.

Contudo, se nesse aspecto o urbanismo trabalha em novas bases, a vertente histórica, a que busca novos territórios de expansão, continua impávida. Nossas cidades continuam expandindo-se em franco processo especulativo, construindo para além do território ocupado, criando vazios, e cada vez em mais baixas densidades populacionais. Mas o que foi ‘quase natural’, hoje, para além de predador do ambiente, é social, econômica e politicamente indesejável.

As expansões em novas terras brutas, que se consolidavam urbanisticamente pouco a pouco, não têm mais embasamento quando o crescimento demográfico é pequeno, quase nulo – e, em muitas cidades, até negativo. Elas deixam de ser lugar de acolhida e passam a significar ampliação das desigualdades. O lugar da interação social se esvanece. Economicamente, é contra-producente. A cidade menos extensa demanda menos infraestrutura. Os serviços públicos que precisam ser prestados a todos os cidadãos, como condição democrática, viabilizam-se na cidade mais densa.

A nova cidade já não decorre de novas terras em mato dentro, mas da cidade onde chegamos – a qual exige ser permanentemente mantida e qualificada. Desenhá-la, para os próximos tempos, não será mais possível em folhas brancas de papel. Será muito mais difícil e mais complexo: agora é preciso tratar a terra e adubar o plantio. Esse é o desafio lançado para o conhecimento urbanístico.

O estimulante é que, agora, o urbanista já não desenha sozinho.

### SÉRGIO MAGALHÃES

Programa de Pós-graduação em Urbanismo (Prourb), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro  
sfmagalhaes@hotmail.com,  
www.cidadeinteira.blogspot.com

# A herança de Avogadro

**1811 HÁ 200 ANOS ERA PUBLICADO ENSAIO QUE SE REVELOU ESSENCIAL NO ESTUDO DA MATÉRIA.** Um trabalho publicado em 1811 na *Revista de Física, Química, História Natural e Artes* levaria a grandes mudanças na forma de ver a matéria e pensar os fenômenos químicos em geral e os fenômenos físicos relacionados com os gases. Trata-se do 'Ensaio sobre um modo de determinar as massas relativas das moléculas elementares dos corpos e as proporções segundo as quais elas entram nas combinações', do estudioso italiano Amedeo Avogadro (1776-1856). Mas muito tempo se passaria até que algumas ideias expostas nesse ensaio fossem aceitas pela maioria dos que estudavam a matéria e passassem a guiar tanto os trabalhos de laboratório quanto as explicações sobre os fenômenos observados. Isso, aliás, só se deu após a morte de Avogadro. O exame das ideias do eminente pensador italiano permite verificar que a ciência segue caminhos muito mais intrincados do que se imagina à primeira vista.



*Amedeo Avogadro*

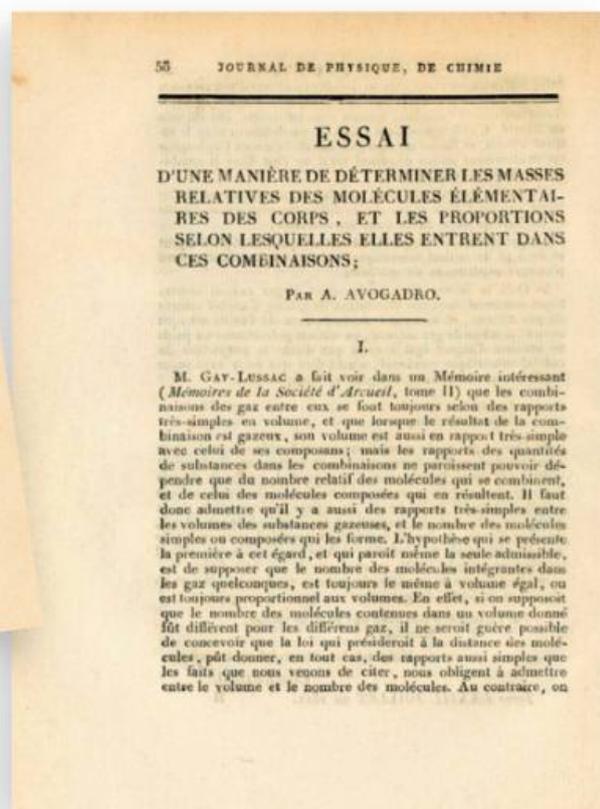
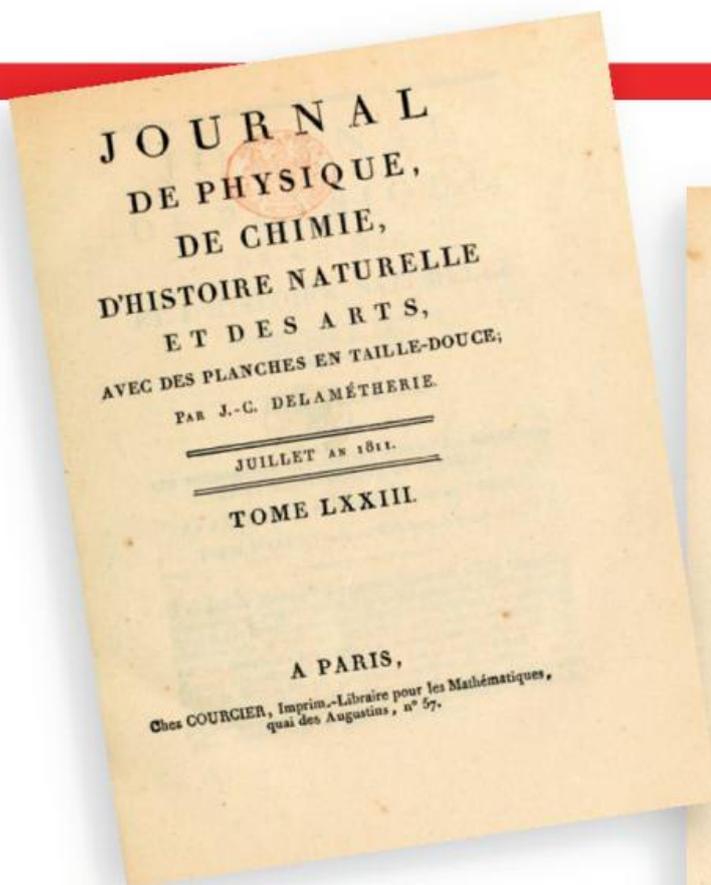
## MÁRCIA H.M. FERRAZ E ANA MARIA ALFONSO-GOLDFARB

Programa de Estudos Pós-graduados em História da Ciência,  
Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência,  
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

**AMEDEO AVOGADRO NASCEU** no então Reino da Sardenha, hoje parte da Itália, em uma família de nobres dedicados ao direito. Seguindo a tradição familiar, também cursou estudos jurídicos. Mas no início do século 19 passou a dedicar-se com mais afinco ao que até então só preenchia suas horas livres: as ciências da natureza (com especial interesse pelos estudos da matéria). Tais estudos foram levados tão a sério que em 1806 ele abandonou as atividades ligadas ao direito, inclusive um cargo no governo de Napoleão Bonaparte, que à época dominava a coalizão

>>>

Amedeo Avogadro, retratado pelo desenhista C. Sentier. O retrato foi impresso na Litografia Doyen, em Turim, Itália, em 1856, ano da morte de Avogadro, cuja assinatura aparece sob a figura



Reino da Sardenha-Piemonte. Essa data coincide ainda com a publicação, na França, de seu primeiro artigo sobre eletricidade, assim como com o início de suas atividades didáticas em cursos que preparavam estudantes para a entrada na universidade. Em 1819, foi eleito membro da Academia Real de Ciências de Turim e, um ano depois, nomeado professor da universidade dessa cidade italiana.

Em razão da dominação napoleônica, até 1814, dessa parte do que mais tarde viria a ser a Itália, Avogadro teve fácil acesso a publicações de autores franceses. Assim, não por acaso, o nome de Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) aparece na primeira linha do trabalho cujos 200 anos estamos comemorando.

Avogadro, como Gay-Lussac, também estudou os gases e a forma como se combinam. Gay-Lussac havia dito que a combinação entre gases (para formar novo composto) seguia sempre uma proporção de números inteiros entre seus volumes. No caso de se obter um produto gasoso, o volume final devia também apresentar uma relação de números inteiros com os volumes dos gases iniciais.

Com restrições a essa interpretação, Avogadro afirmou que “as relações das quantidades das substâncias nas combinações parecem depender apenas do número relativo das moléculas que se combinam e do número das moléculas compostas resultantes”. Assim – concluiu –, “é necessário admitir que existem também relações

Folha de rosto (à esquerda) do tomo 73 da *Revista de Física, Química, História Natural e Artes*, na qual Avogadro publicou importante ensaio sobre a matéria em 1811. À direita, página inicial do ensaio de Avogadro publicado nessa revista

muito simples entre os volumes de substâncias gasosas e o número de moléculas simples ou compostas que as formam. A hipótese, que (...) parece ser mesmo a única admissível, supõe que o número de moléculas integrantes de qualquer gás é sempre o mesmo em determinado volume, ou é sempre proporcional aos volumes”.

Esse trecho do ensaio traz vários termos que merecem considerações. O termo “molécula”, por exemplo, revela vários sentidos. Ao falar “das moléculas que se combinam” resultando em “moléculas compostas”, ele pensa, no primeiro caso, nas partículas dos elementos químicos associadas, formando as partículas dos gases, denominadas aqui “moléculas compostas”. Já as “moléculas integrantes” seriam as partículas de determinada substância, que podiam ser moléculas compostas (o caso da água) ou não (o hidrogênio, por exemplo). Em outra passagem ele fala de “moléculas compostas de duas ou mais moléculas elementares”, querendo dizer, com a última expressão, “partículas dos elementos químicos”.

Tudo isso pode parecer confuso aos olhos de hoje, mas fazia parte de um debate ligado à definição do que seria a menor partícula da matéria, ou seja, um “átomo” ou “átimo”. Segundo alguns especialistas, a imprecisão nas definições de Avogadro se devia à falta de conhecimento de algo mais básico: a então noção de átomo. De fato, Avogadro parece não ter-se familiarizado com as ideias de John Dalton (1766-1844), autor da noção moderna de átomo. Sua leitura das proposições do inglês se deu por meio de uma tradução para o francês da terceira edição da obra do escocês Thomas Thomson (1773-1852).

Thomson, por sua vez, admite ter tido pouco contato com o trabalho de Dalton antes de introduzir em sua obra as novas ideias sobre o átomo. Ao tratar, no primeiro volume, dos princípios da química, ele menciona “substâncias simples” ou “princípios componentes” – cuja definição está próxima à de elemento químico de Antoine Lavoisier (1743-1794) – e “corpos compostos”, formados pela união de substâncias simples.

Tem-se aqui algo muito parecido com as “moléculas” de Avogadro! E cabe observar que, quando tentou expor as ideias de Dalton, Thomson usou o termo “átomo” tanto para um corpo simples como para um composto. Ele disse, por exemplo: “Um átomo de água é formado pela combinação de um átomo de oxigênio com um átomo de hidrogênio”. Thomson mencionou corretamente o que Dalton considera a composição da água, mas vacilou ao utilizar sua concepção de átomo.

Tanta imprecisão – que, como se viu, não está presente apenas em Avogadro – levou Dalton a buscar uma uniformização dos conceitos. Foi com esse objetivo que escreveu, em 1811, uma carta para publicação no periódico *Nicholson's Journal*, referindo-se às acepções divergentes entre estudiosos franceses e ingleses (incluindo Thomson) sobre o que considerava “partículas últimas” ou “átomos” da matéria. Assim, se Thomson não apreendeu a concepção de átomo de Dalton, é muito provável que Avogadro também não tenha apreendido.

**HIPÓTESES REDIMENSIONADAS** Como Avogadro e Dalton tinham concepções diferentes do que fossem as últimas partículas conhecidas da matéria, suas conclusões eram conflitantes. Avogadro, por exemplo, concluiu que o número de partículas em uma molécula tinha relação com os volumes dos gases que se combinam para formá-la. Ao aplicar tal raciocínio ao caso da água, em que dois volumes de hidrogênio se combinam com um de oxigênio, afirmou: “A água resulta da união de cada molécula de oxigênio com duas de hidrogênio”. Algo que Dalton não podia ad-

mitir, pois, segundo seu “princípio de máxima simplicidade”, a única substância (até então conhecida) composta por hidrogênio e oxigênio, deveria ser formada por um átomo de cada um dos elementos, isto é, um átomo de hidrogênio e um de oxigênio.

Cada um a seu modo, ambos tinham – e ao mesmo tempo não tinham – razão. Pois a síntese da água, feita mais tarde, acabou por levar em conta aspectos do trabalho dos dois pensadores. Mas há quem diga que as ideias de Avogadro não receberam muita atenção à época pelo fato de ele proceder de um lugar distante dos principais centros de excelência científica. Tudo indica, porém, que seu trabalho de 1811 – e outros, posteriores, relacionados com o tema – foi lido por um grande número de pessoas da área científica.

O estudioso francês André-Marie Ampère (1775-1836) assumiu ideias muito semelhantes às de Avogadro no trabalho que publicou em 1814 nos *Anais de Química*, embora tenha dito, em nota de rodapé, que só soube daquelas ideias quando seu trabalho já estava concluído. De toda forma, e mesmo estando em um dos principais centros de ciência da época, Ampère também não alcançou grande sucesso com tais ideias. Só mais tarde tanto ele quanto Avogadro se tornariam referência no âmbito da teoria cinética dos gases. Para isso foi fundamental o debate que se estendeu por várias décadas sobre a definição do que seriam átomos e moléculas.

Esse debate só se encerrou em 1860, durante um congresso realizado em Karlsruhe, na Alemanha, no qual o químico italiano Stanislao Cannizzaro (1826-1910) teve papel de destaque. No evento – de que participaram cerca de 140 estudiosos de química de 12 países –, Cannizzaro defendeu arduamente a teoria dos gases de Avogadro-Ampère. Depois de muita discussão, os congressistas acabaram por definir, em termos químicos, o que seriam átomos e moléculas e, conseqüentemente, peso atômico e peso molecular.

Após o encontro de Karlsruhe, as hipóteses de Avogadro ganharam novo sentido, a partir de então foram realizados muitos trabalhos sobre elas, alguns dos quais permitiram a definição de *mol* como quantidade determinada de matéria com um número fixo de partículas, átomos ou moléculas. Em 1909, o francês Jean Baptiste Perrin (1870-1942) – agraciado com o Nobel de Física em 1926 por seu trabalho sobre movimento browniano – sugeriu que esse número (algo em torno a  $6.02 \times 10^{23}$ ) fosse denominado “constante de Avogadro”. Ficaria assim bem estabelecida a importância do trabalho do pensador italiano na investigação sobre a matéria. 

# O DEUS DA MATEMÁTICA E DA RELIGIÃO



## *Deus é matemático?*

**Mario Livio**

Rio de Janeiro, Record,  
352 p., R\$ 49,90

**DEUS É MATEMÁTICO?** é o título do livro de Mario Livio, chefe do Gabinete de Divulgação do Instituto de Ciências do Telescópio Espacial Hubble, sediado em Baltimore nos Estados Unidos, e com várias obras publicadas no campo da matemática e da astrofísica.

Duas são as perguntas que lhe dão o mote: 1 – A julgar pelas leis matemáticas que governam nossas mentes e o mundo das coisas, e a supor que Deus criou este e aquelas, seria Ele um grande matemático – o maior de todos, geômetra ou algebrista, pouco importa –, ou não é nada disso, a matemática é uma simples criação humana e suas leis as leis da mente humana que, ao se aplicar ao mundo, projeta-as sobre o mundo e dele tira o que nele pôs? 2 – Obra humana ou divina, como entender o misterioso poder da matemática de explicar as coisas, ou antes, para usar a fórmula de Eugene Wigner (1902-1995), como dar uma explanação satisfatória para o enigma da ‘inexplicável efetividade’ da matemática?

As duas perguntas no fundo são uma só e levarão o autor a construir um

vasto painel, numa dialética fina que irá contrapor as duas principais teses que comandam as discussões, a saber: de um lado, a tese de que as verdades e as leis matemáticas são descobertas e, no limite, criações divinas; de outro, a tese segundo a qual as verdades e as leis matemáticas são invenções e, como tais, criações ou obras humanas.

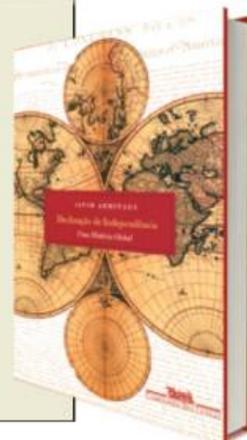
Compondo o quadro, o leitor irá encontrar um conjunto de temas típicos de filosofia da matemática que povoam as correntes e as principais escolas: o platonismo, o formalismo, o intuicionismo e o construtivismo. E não faltarão ainda neurocientistas, psicólogos e linguistas cognitivos, que igualmente irão ocupar-se de assuntos correlatos, na maioria das vezes procurando os fundamentos da matemática em nosso cérebro e nas coerções da história natural: se a matemática se dá bem na explicação das coisas, nada mais natural do que esse fato, uma vez que o seu fundamento está no cérebro e o cérebro é um produto da evolução, tendo que adaptar-se à natureza ao se expor às pressões do meio e aos imperativos da luta pela vida.

## *Declaração de independência: uma história global*

**David Armitage**

São Paulo, Companhia das Letras, 2011, 264 p., R\$ 43

Quando escreveu o documento que seria aprovado no dia 4 de julho de 1776 pelo Congresso Geral, Thomas Jefferson sabia que estava participando de algo inteiramente novo na história global. A declaração de independência dos Estados Unidos não foi o primeiro documento a questionar a autoridade de um território (as 13 Colônias Americanas) sobre outro (a Grã-Bretanha). Sua originalidade reside em seu gênero de escrita política – mistura de declaração de independência, declaração de direitos e manifesto –, na criação do conceito de Estado e, principalmente, em sua influência sobre centenas de documentos semelhantes que surgiram mais tarde, da América do Sul à Ásia. Neste livro, Armitage, historiador da Universidade Harvard, analisa como o documento de emancipação das colônias rebeldes norte-americanas inaugurou um novo gênero no direito internacional.



Todavia, o ponto mais alto do livro não está na filosofia da matemática nem nas ciências cognitivas, mas na história da matemática – da Grécia aos nossos dias. Aí não é mais o painel que conta, mas uma verdadeira saga, com destaque para os quatro mágicos que aliaram a física e a matemática: Arquimedes, Galileu, Descartes e Newton, com passagens memoráveis e diretas a episódios que mais parecem os romances de Umberto Eco ou história de detetive.

Esse é o caso do famoso palimpsesto de Arquimedes, cuja história nos leva à velha Constantinopla e ao Mosteiro de São Sabas na Terra Santa, bem como a dois centros *high tech* dos Estados Unidos (o Museu de Arte Walters, em Baltimore, e o Centro de Aceleração Linear da Universidade de Stanford, na Califórnia), ao ver-se submetido a técnicas de luz ultravioleta, digitalização multiespectral e raios X concentrados. Como ignorar que esse verdadeiro milagre foi proporcionado com a ajuda da matemática, ao se estender à física, à química e à engenharia?

Por fim, o leitor descobrirá que a matemática em sua trajetória triunfante não se viu condenada a se ocupar da ordem, da forma e da medida das coisas, num mundo geometrizado e à medida de um deus geômetra: depois de conquistar a ordem foi a vez do caos, quando a estatística e a probabi-

lidade foram criadas, e desde então novos domínios do real se ofereceram ao esquadro das matemáticas, aumentando o escopo do conhecimento: a mecânica estatística, a demografia, o seguro de vida e mesmo a genética.

Caberia perguntar se Deus ao longo desse percurso não só geometrizava e aritmetizava, mas jogava e calculava, e muito. Então, além de geômetra, Deus seria um exímio jogador, e gostaria disso, transformando o mundo num imenso cassino, como se fosse Las Vegas. Todavia, Livio não discute esse ponto, e deixa de lado a famosa divisa de Einstein ao se insurgir contra a mecânica quântica, dizendo “Deus não joga dados”. É de se lamentar essa ausência, ainda que Einstein ocupe posição de relevo no livro, bem como o papel de pouco relevo reservado a Euclides, ele que fez a grande síntese da geometria e a legou, inteira, à humanidade.

Ao terminar o balanço, não poderia deixar de mencionar meu desconforto com respeito à relação da matemática com a lógica: se fica claro que o programa do logicismo fracassou, mas que ainda assim matemática e lógica dividem territórios comuns, o autor deixa na penumbra a história, o escopo e a natureza das duas disciplinas que ao longo do tempo percorreram caminhos diferentes, ficando a lógica com a filosofia, e a matemática algo alheia à filosofia e também à lógica.

Por último, uma questão que não quer calar e de grande alcance filosófico. Depois de aventar a hipótese de grande ônus epistemológico segundo a qual a matemática é a gramática do mundo e da mente humana, o autor concordará que a biologia e a teoria da evolução são exceções, que Deus não escreve na natureza nem mesmo em linhas tortas, e ao se perguntar pela natureza da mente iremos descobrir que, além da matemática, tem a lógica, a gramática e até a imaginação. Pergunta-se então se essa dupla constatação que retira da mente de Deus e do mundo a residência da matemática, não será a resposta final à questão que deu o título ao livro: *Deus é matemático?* Parece que não. Simplesmente, à diferença do Deus dos cientistas e dos filósofos, como mostrou Pascal – ele mesmo crente e matemático –, o Deus das religiões não é matemático e opera por outros meios...

O livro é brilhante, como reconheceram vários resenhistas, aliando a competência do *expert* que conhece de perto os assuntos tratados ao talento do escritor que, com verve e desenvoltura, consegue abordar temas difíceis com clareza e difundir-los junto ao grande público cultivado.

**Ivan Domingues**

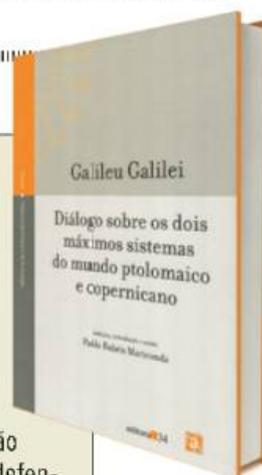
Departamento de Filosofia,  
Universidade Federal de Minas Gerais

## *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*

**Galileu Galilei**

São Paulo, Editora 34, 888 p., R\$ 89

Uma das obras mais importantes da história da ciência, o *Diálogo de Galileu* (1632) inaugura a série Clássicos da Ciência e da Tecnologia/textos integrais, publicada em parceria com a Associação Filosófica Scientiae Studia. Nesta obra, proibida pela Inquisição logo após sua publicação, o autor defende a liberdade de pesquisa científica, desafiando as imposições da Igreja. Galileu prova, ainda, o modelo heliocêntrico de Copérnico por meio de uma elaborada teoria das marés. Assina a tradução, introdução e notas o professor de filosofia da ciência Pablo Rubén Mariconda, da Universidade de São Paulo.





*A pedra  
com alma:  
a fascinante  
história do  
magnetismo*

**Alberto Passos Guimarães**  
Rio de Janeiro, Civilização  
Brasileira, 336 p., R\$ 49

## O MAGNETISMO EM NOSSAS VIDAS

**TALVEZ NÃO EXISTA FENÔMENO** tão palpável e fascinante como a força à distância experimentada por um ímã. Aliando as propriedades magnéticas ao campo magnético terrestre, a humanidade desenvolveu um importante instrumento de navegação, a bússola, que foi fundamental durante um longo período da história. Hoje, apesar de ser quase imperceptível, ainda dependemos muito de materiais magnéticos, presentes em motores, transformadores, dispositivos de armazenamento magnético, entre outros. Assim, o desenvolvimento científico e tecnológico influenciou e foi influenciado pelos materiais magnéticos.

O livro *A pedra com alma: a fascinante história do magnetismo* procura contar parte da história da ciência e da tecnologia sob a perspectiva do magnetismo e dos materiais magnéticos. Torna-se claro, ao ler o livro, como o

desenvolvimento dos conceitos científicos foram influenciados pelos mistérios do magnetismo. De fato, o livro reflete, de modo peculiar, um dilema básico do divulgador científico, que é saber até onde ir (no passado ou nos fundamentos conceituais) para explicar algum conceito ou fenômeno.

Nesse caso, o autor, dotado de uma erudição aguçada, resolveu explorar o magnetismo partindo dos primórdios de relatos conhecidos e, a partir dali, empreender uma viagem pela história da ciência, pinçando citações a fenômenos magnéticos. Assim, mais do que um livro de divulgação científica sobre o magnetismo, como se poderia supor a partir do título, trata-se de um livro de história da ciência, repleto de relatos interessantes, e de um número apreciável de citações científicas. Além disso, em algumas digressões interessantes o autor se permitiu pin-

### *Evidência da história: o que os historiadores veem*

**François Hartog**

Belo Horizonte, Autêntica, 288 p., R\$ 49

As evidências sempre foram o fio condutor do historiador no seu trabalho, mas o que significa dizer 'evidência da história'? E a que história estamos nos referindo? O que implica o fazer histórico e de quem depende esse ofício? Essas são as perguntas que o autor procura responder nesta obra. Na primeira parte, ele aborda a história antiga – bem como seu novo conceito a partir de Roma e suas conquistas – e o historiador na Grécia antiga. Na segunda, a partir dos mesmos questionamentos sobre as evidências, analisa a historiografia moderna. Hartog é professor de historiografia antiga e moderna na École des Hauts Études em Sciences Sociales, na França, e o livro é parte de uma coleção sobre história que conta com mais cinco volumes.



celar áreas tão abrangentes como filosofia, psicologia, epistemologia da ciência, economia, entre outras.

Dividido em sete capítulos, o livro aborda mais de 3 mil anos de história, partindo do legado da ciência grega, e avançando pela Idade Média até chegar ao Renascimento, período em que surge o importante tratado *De magnetice*, de W. Gilbert, publicado em 1600. O terceiro capítulo explora o importante passo dado pela ciência ao unificar eletricidade e magnetismo, detalhando as contribuições dos pioneiros da eletricidade e do magnetismo moderno, como Alessandro Volta, Hans C. Oersted, André-Marie Ampère e Michael Faraday. Esse desenvolvimento culmina com os trabalhos de James C. Maxwell e a importância das discussões mais gerais sobre forças de ação a distância, que incluem não só as forças elétricas e magnéticas, mas também a força gravitacional.

O ulterior desenvolvimento da ciência culminou com o melhor entendimento da matéria, fundamental para entender também o desenvolvimento do magnetismo. Assim, só com o surgimento da física quântica foi possível entender o magnetismo na

matéria, e a própria existência de ímãs naturais, por exemplo. Os capítulos finais discutem fenômenos e aplicações do magnetismo, incluindo o campo magnético terrestre, as imagens por ressonância magnética nuclear, as perspectivas da computação quântica, gravação magnética, entre outros. De fato, nesses dois últimos capítulos o livro explora de uma maneira bem abrangente como o magnetismo permeia as nossas vidas, tendo entretanto que utilizar com mais frequência certo jargão técnico talvez demasiado complexo para a maioria dos leitores.

Considerando a abrangência histórica que o texto acabou tecendo, nota-se a falta de alguns pontos bem relevantes, como o desenvolvimento da relatividade restrita, que parte da consistência e simetria das equações de Maxwell e das leis de Newton, bem como o desenvolvimento das redes elétricas centralizadas, e o papel de Nicola Tesla nesses desenvolvimentos.

Convém destacar que o livro é uma tradução, feita pelo próprio autor, do texto que originalmente foi escrito em inglês e publicado pela renomada

editora Wiley-VCH em 2005. O texto, de leitura agradável, pode ser recomendado para qualquer cientista, historiador ou pessoa interessada em ciência e seu desenvolvimento, e certamente ilustra com o magnetismo a incrível façanha do ser humano ao aproveitar o que a natureza nos oferece: utilizar seus efeitos de modo prático (mesmo sem entender o fenômeno completamente) e, com muita dedicação e paciência, seguir estudando, desenvolvendo teorias e testando-as, evoluindo, passo a passo, rumo à sua compreensão.

Alberto Passos Guimarães ilustra esse caminhar de modo exemplar neste volume, mostrando como os cientistas de materiais, como ele próprio, fazem dessa prática a sua vida cotidiana, desenvolvendo novos materiais, entendendo as suas propriedades, criando novos dispositivos, novos mistérios, novos desafios.

**Marcelo Knobel**

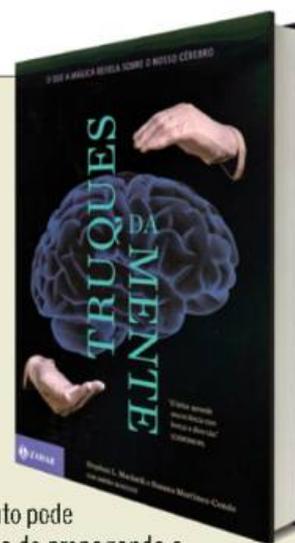
*Instituto de Física Gleb Wataghin,  
Universidade Estadual de Campinas*

## Truques da mente

**Stephen L. Macknik e Susana Martinez-Conde**

*Rio de Janeiro, Zahar, 318 p., R\$ 42*

Como os mágicos conseguem enganar a nossa mente? O que essa manipulação esclarece sobre o funcionamento do cérebro? Depois de passarem os últimos anos conhecendo mágicos e aprendendo truques, os autores deste livro se propõem a revelar o que acontece no cérebro no momento em que somos 'tapeados' pelo ilusionismo — e por que somos tão vulneráveis a ele. Pesquisadores do Instituto Barrow de Neurologia, na cidade de Phoenix, Arizona, Estados Unidos, os autores afirmam que esse conhecimento pode ser estendido a outros campos de estudo, como o diagnóstico do autismo, as estratégias de propaganda e todo tipo de relações interpessoais.



## EVOLUÇÃO E ERRO

Na CH 281 de maio de 2011, me deparei com um gravíssimo erro para uma publicação de divulgação científica e especialmente em um artigo que discorre especificamente sobre evolução. No artigo 'Uma descoberta espetacular', sobre os fósseis de *Archaeopteryx lithographica* e a evolução das aves, o autor conclui sua exposição do assunto com uma frase inaceitável sob o ponto de vista biológico e evolutivo. Ele diz: "A. *litographica* foi o fóssil certo encontrado no momento certo para demonstrar que as espécies não são fixas, mas evoluem com o tempo, procurando adaptar-se a um mundo em contínuo processo de mudança". (...) Como diz Richard Dawkins, no livro *O gene egoísta*, "nada, na verdade, "quer" evoluir. A evolução é alguma coisa que acontece, queira-se ou não". (...) Espero que essa carta seja realmente publicada para que leitores menos avisados não fiquem com uma ideia errônea de como ocorre o processo evolutivo. Aliás, seria muito produtivo um artigo que comentasse as fre-

quentes ideias erradas sobre evolução e explicasse o processo de maneira correta.

Ricardo D'Addio da Silva  
Por correio eletrônico

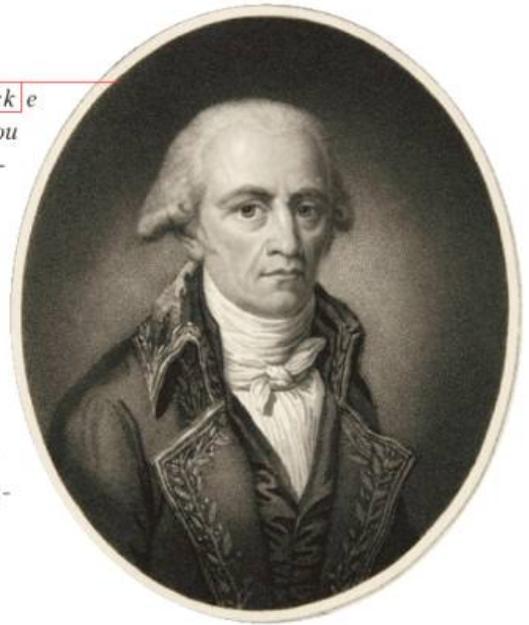
CH O leitor está correto. As espécies nunca 'procuram adaptar-se'. A evolução dos seres vivos, basicamente, se dá por seleção natural. Isso significa que, entre a variação natural (de origem genética) de uma espécie, alguns indivíduos têm maiores chances de sobrevivência e reprodução que outros, diante de uma condição ambiental. Portanto, as características individuais que tornaram esses indivíduos mais bem 'adaptados' àquela condição têm maiores chances de chegar às gerações futuras, e a repetição desse processo de seleção, ao longo do tempo, leva à modificação da espécie.

## LAMARCK DESBRAVADOR

Levando em consideração a época em que Lamarck viveu, podemos concluir que ele foi um excepcional cientista. Em um mundo onde falar sobre evolução era heresia, Lamarck enfrentou as críticas do seu tempo para difundir a ciência. Darwin, com certeza, leu

as ideias de Lamarck e formulou as suas. Estou convicto de que Lamarck merece ser citado como um desbravador importantíssimo do estudo evolutivo. Os leigos deveriam aprender mais sobre Lamarck, antes de usá-lo como um cientista equivocado, que errou no estudo evolutivo.

Leandro Nunes  
Por correio eletrônico



## NA SALA DE AULA

Parablenzo pela revista, que muito admiro. Sou professora de microbiologia do Instituto Federal do Espírito Santo e gostaria de obter uma reportagem antiga da CH, (...) sobre a história da microbiologia ou das epidemias. Gostaria muito de discutir o tema com meus alunos dos cursos de licenciatura em química, engenharia sanitária e ambiental e outros cursos nos quais leciono.

Adriana M. N. Korres  
Por correio eletrônico

CH A solicitação foi atendida. A CH agradece o interesse em utilizar a revista para complementar o currículo escolar, o que sempre foi um dos objetivos da revista.

## QUALIDADE E VARIEDADE

Gostaria de parabenizar a CH. Cada vez mais me convenço de que ela é uma das melhores revistas de divulgação científica que temos no Brasil. O material é sempre de qualidade, variado, com notícias e reflexões sobre o que é produzido e acontece no mundo e também no país, sem bairrismo e também sem falso cosmopolitismo. Aproveito para fazer uma sugestão: por que todo o acervo da CH não é digitalizado e posto à venda em DVD?

Gustavo Biscaia de Lacerda  
Por correio eletrônico

CH Agradecemos os elogios. Quanto à sugestão, a CH pretende digitalizar todo o acervo e disponibilizá-lo em sua página na internet, sob condições ainda não definidas.

## CORREÇÃO

• No artigo 'Sem resistência' (CH 284), o gráfico publicado no alto da página 73 contém uma incorreção. Os valores do eixo vertical referem-se a 'resistividade' (medida da oposição do material ao fluxo da corrente elétrica) e não a 'condutividade' (medida oposta), como está na figura. O gráfico correto está reproduzido ao lado.

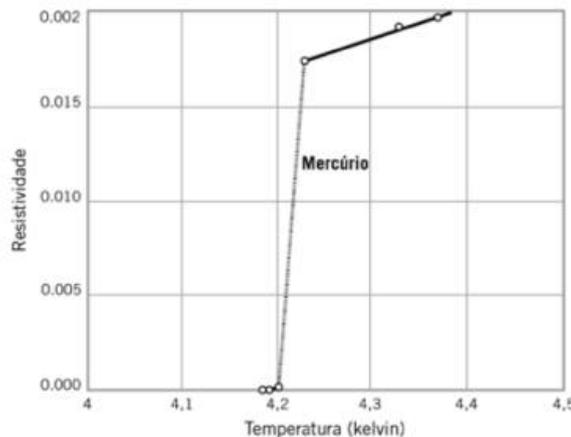




FOTO: CICERO RODRIGUES

**DESAFIO**

Em que ano as cigarras de períodos 13 e 17 anos voltarão a se encontrar? E em que intervalos de tempo as cigarras de sete, 13 e 17 anos se encontrarão?

Elas são pequenas maravilhas da natureza. Apesar de seu tamanho, as cigarras podem produzir sons de até 120 decibéis – intensidade sonora comumente alcançada por uma banda de *rock* tocando ao vivo. Algumas espécies produzem sons tão agudos que são inaudíveis aos seres humanos, mas podem incomodar cães – que têm audição mais sensível que a nossa – ao ponto de eles uivarem de dor.

Há mais de 3 mil espécies de cigarras. O canto delas pode parecer o mesmo para nós, aquela sequência de *bzzzz... bzzzz... bzzzz...* Específicos para cada espécie, esses sons são produzidos pelos machos para atrair as fêmeas para o acasalamento.

Quando jovens, as cigarras passam a maior parte de suas vidas embaixo da terra. Esse amadurecimento varia de 1 a 17 anos – isso mesmo, 17 anos sem ver a luz do dia. Passado esse período, elas eclodem em busca de companhia. As que eclodem anualmente são chamadas cigarras anuais – surgem todo ano nas épocas quentes. As outras são as cigarras periódicas – nessa categoria, há espécies que passam sete, 13 ou 17 anos sob a terra.

Notaram algo curioso nos números acima? São números primos, aqueles divisíveis só por um e por eles mesmos.

Por que a duração dos ciclos de vida subterrânea das cigarras obedece a esse padrão? A equipe de Mario Markus, do Instituto Max

Planck de Fisiologia Molecular (Alemanha), propôs uma explicação engenhosa.

Imagine que a cigarra com período de 17 anos tenha um predador com ciclo de vida de, digamos, dois anos. Isso quer dizer que ela e o predador só se encontrariam a cada 34 anos – o número 34 é o mínimo múltiplo comum (mmc) de dois e 17 –, o que daria boa margem de proteção contra o predador.

Como 17 é um número primo, o mmc de 17 com um número  $X$  menor que ele será  $17X$ , ou seja, os encontros ficam cada vez mais raros à medida que  $X$  aumenta. Para  $X = 16$ , cigarra e predador se encontrariam apenas a cada 272 anos.

Em 1998, as cigarras de períodos 13 e 17 anos surgiram simultaneamente – a experiência deve ter sido ensurdecadora.

Markus e seus colaboradores desenvolveram um modelo matemático para simular a dinâmica entre cigarras e predadores. Basicamente, nesse modelo, a população de cigarras cresce se conseguir evitar os predadores; caso contrário, diminui. Ao final da simulação computacional, o modelo confirmou números primos para os ciclos de vida desses insetos.

Outra pergunta interessante: por que não se encontram os predadores das cigarras periódicas? Possível resposta: talvez, a estratégia dos números primos tenha funcionado tão bem que eles tenham desaparecido da natureza. **ca**

**MARCO MORICONI**

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

**SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO** O algarismo das unidades de um número é o resto da divisão por 10. Assim, quando potências de 7 forem divididas por 10, os restos serão os seguintes:  $7^1$  deixa resto 7;  $7^2 = 49$  deixa resto 9;  $7^3 = 343$  deixa resto 3;  $7^4 = 2.401$  deixa resto 1. E aí a série volta a se repetir. A sequência, então, é 7, 9, 3, 1, 7, 9, 3, 1, 7, 9, 3, 1... Portanto,  $7^{10}$  deixará resto 9.

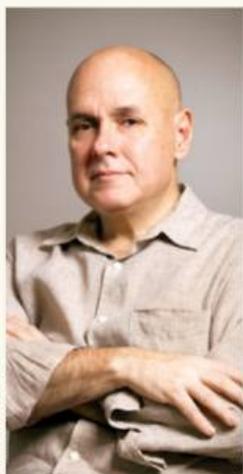


FOTO: CICERO RODRIGUES

*Os ventos da direita norte-americana têm envenenado o debate público e podem afetar o alcance da própria democracia naquele país*

## ZUCOTTI PARK

Zucotti Park é uma praça, na parte baixa da ilha de Manhattan, em meio ao distrito financeiro de Nova York (EUA). Foi duramente afetada pela queda das torres gêmeas, no ataque terrorista de setembro de 2001. Desde então, tornou-se um *site of memory*, para empregarmos a expressão do historiador Jay Winters, especialista no estudo de memoriais de guerra. Não sei se movidos pela proximidade do distrito financeiro – e da própria Wall Street – ou pela presença inercial da simbologia, o fato é que a partir de setembro passado, 10 anos após o atentado, um conjunto de pessoas ocupou a praça de modo permanente.

Os ocupantes iniciais – contraculturais habituais – foram ajudados pela estupidez policial, cuja brutalidade alargou o âmbito da simpatia ao movimento e trouxe novos manifestantes. Estes passaram a incorporar grandes sindicatos e vários grupos comunitários. O sociólogo Todd Gitlin, da Universidade Columbia, definiu o movimento como uma rejeição à “plutocracia”, instalada, há muito, no comando da política econômica norte-americana. Em termos clássicos, o movimento teria como alvo os *economic royalists*, expressão usada pelo ex-presidente Franklin D. Roosevelt (1882-1945). Nesse sentido, uma das autodenominações do movimento, “somos 99%”, é eloquente de seus propósitos: alude ao 1% de financistas, para os quais a engenharia financeira pós-crise teria garantido dias amenos.

O movimento rejeita o halo protetor construído em torno do sistema financeiro norte-americano, em detrimento de políticas de proteção do emprego e do crescimento econômico. Mais do que clamar contra a impunidade dos operadores das bolhas imobiliária e especulativa, os ocupantes de Wall Street avançam propostas caras à tradição liberal norte-americana com vistas à maior taxação sobre os mais ricos. Como é sabido, uma cláusula pétrea do, digamos, ideário conservador norte-americano é o horror aos impostos, sobretudo se aplicados aos mais afluentes, tidos como mais empreendedores. Não é preciso buscar no arsenal da esquerda ra-

zões para a existência de impostos. Oliver W. Holmes (1841-1935), juiz da Suprema Corte norte-americana por cerca de 30 anos, estabeleceu respeitável doutrina a respeito: “Impostos são o que pagamos por ter uma sociedade civilizada”.

É cedo para determinar o papel e o impacto do movimento dos ocupantes de Wall Street na cena política norte-americana. Desde já, é certo que a emergência aparece como contraponto a movimentos de apelo popular no campo conservador, como o Tea Party. De qualquer maneira, Zucotti Park traz para o espaço público vozes significativas da sociedade norte-americana, sobretudo ligadas aos sindicatos de trabalhadores e à classe média. Esse expressivo contingente foi crucial para a vitória de Barack Obama, em 2010. Seu sucesso eleitoral em 2014 não poderá dispensar tal apoio, ainda que os ocupantes de Zucotti Park mostrem descrença a respeito de suas intenções reformistas.

Mais além das implicações eleitorais imediatas do movimento, é importante considerar os termos do debate público norte-americano. Enquanto, à esquerda, são reencenados os valores do *new deal*, de Roosevelt, à direita emergem sinais de forte intolerância. Em termos mais diretos, os ventos da direita norte-americana têm envenenado o debate público e podem afetar o alcance da própria democracia naquele país. Candidatos à nomeação presidencial no Partido Republicano – como os supostos favoritos Mitt Romney e Hanan Cain – não hesitam em definir os ocupantes de Zucotti Park como “antiamericanos”. Em acréscimo, em 14 estados governados por republicanos, novas leis passaram a exigir, para o exercício do voto, a posse de carteiras de identidade oficiais, que 21 milhões de norte-americanos não têm. São, sobretudo, idosos, pobres e jovens, em sua maioria eleitores de Obama.

A crise, portanto, não se limita a seus aspectos econômicos e financeiros. Bases mais recônditas da sociabilidade parecem estar em jogo, assim como inovações institucionais politicamente regressivas. 

### RENATO LESSA

Departamento de  
Ciência Política,  
Universidade Federal  
Fluminense e Instituto  
de Ciências Sociais,  
Universidade de Lisboa  
rlessa@cienciahoje.org.br



### Plataforma já auxilia os alunos da Rede Municipal do Rio no processo de Alfabetização

A Educopédia – uma plataforma de aulas digitais, criada em 2010 - tem como objetivo melhorar a qualidade da experiência educacional entre alunos e professores. Em 2011, professores do 1º ano da rede municipal passaram a utilizar a ferramenta para auxiliar seus alunos no processo de alfabetização, com atividades lúdicas e interativas. O conteúdo de todas as aulas do bimestre fica disponível no endereço eletrônico [www.educopedia.com.br](http://www.educopedia.com.br). E os alunos também podem acessar de casa as aulas e utilizar todos os recursos disponíveis para complementar o aprendizado de um determinado conteúdo.

Outra novidade na plataforma para este ano foi a introdução de conteúdos para a Educação Infantil (creche e pré-escola), a Educação Especial, destinada aos alunos com deficiência, e a Educação de Jovens e Adultos.

#### **O conteúdo é feito pelos próprios professores da Rede Municipal**

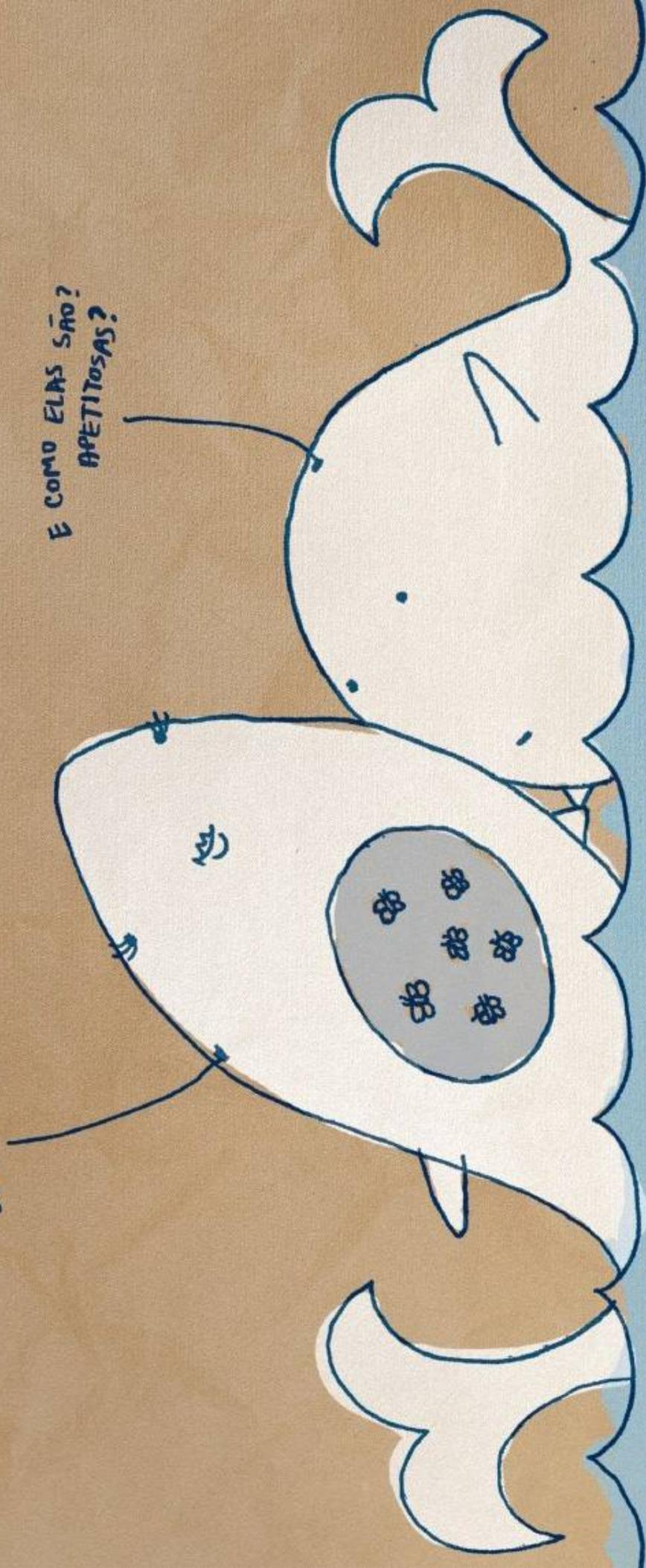
A Educopédia, criada pela Secretaria Municipal de Educação em 2010, é uma plataforma de aulas digitais online de cada disciplina, com material de suporte aos professores, planos de aula, jogos pedagógicos e vídeos, entre outras ferramentas. A plataforma, cujo conteúdo foi produzido por cerca de 300 professores da própria rede municipal, com base nas orientações curriculares da SME, tem como objetivo tornar o ensino mais atraente e mobilizador para crianças e adolescentes, além de instrumentalizar o professor. São aulas de todas as disciplinas, do 2º ao 9º anos do Ensino Fundamental.

Atualmente, todas as 1.605 unidades escolares têm o acesso à Educopédia. De um lado, professores agregam as novas tecnologias a um ensino mais interativo e de outro, estudantes desenvolvem constantemente suas habilidades e competências.



TÔ SENTINDO  
DORBOLETAS NO  
ESTÔMAGO...

E COMO ELAS SÃO?  
APETITOSAS?



O AMOR DAS BALEIAS É PERFEITO.  
NÃO DEIXE NINGUÉM ESTRAGAR.

Diga não à exploração de petróleo em Abrolhos, o lar das baleias Jubarte. [deixasbaleiasnamorarem.org.br](http://deixasbaleiasnamorarem.org.br)