

REVISTA DE  
DIVULGAÇÃO  
CIENTÍFICA  
DA SBPC

251



SB  
PC

VOL. 42  
AGOSTO  
2008  
R\$ 9,95

**ELASTOGRAFIA**  
Nova técnica utiliza  
elasticidade dos tecidos  
para localizar tumores

**BAÇO REATIVADO**  
Autotransplante  
preserva órgão vital na  
defesa contra doenças

## A ENERGIA DO EXERCÍCIO

OS COMBUSTÍVEIS DOS MÚSCULOS



# O desempenho olímpico e a bioquímica

**A realização das Olimpíadas este mês, em Pequim, na China,** faz com que olhos e corações do mundo inteiro se voltem para a prática esportiva em suas diversas modalidades. Mas nem todos se dão conta de que, mesmo recostados no sofá, assistindo aos jogos olímpicos pela televisão, estamos em plena atividade física, já que até dormindo gastamos energia para continuar vivos.

O complexo mecanismo que se dá a cada movimento do nosso corpo é o tema do artigo de Paulo Cesar de Carvalho Alves, do Instituto de Bioquímica Médica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Autor de pesquisas na área de metabolismo e bioenergética, ele refere-se tanto aos mais simples movimentos do dia-a-dia quanto às ocasiões de grande exigência muscular, caso dos atletas que participam das provas olímpicas. O artigo mostra como as células musculares obtêm energia das chamadas moléculas orgânicas combustíveis e como o uso de uma ou outra dessas moléculas depende da intensidade e da duração da atividade física.

Como um atleta de elite consegue a energia para iniciar um salto acrobático na ginástica de solo, ou para a largada impetuosa de uma corrida curta? As reações químicas necessárias para que cada músculo específico seja movimentado na hora certa, com a força e a velocidade ideal, são explicadas no artigo. O autor ainda aponta, com base em estudos recentes, a possibilidade de que os avanços da biologia molecular e do controle da expressão de genes permitam potencializar o desempenho atlético, gerando um novo tipo de *doping*.

*A redação*

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



**DIRETORIA**

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

**CIÊNCIA HOJE • SBPC**

**Editores Científicos** • Ciências Humanas e Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (Departamento de Sociologia e Política/PUC-RIO) e Ricardo Benzaquen de Araújo (IUPERJ) • Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRJ) • Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) e Suely Druck (Instituto de Matemática/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, Juliana Marques e Mariana Ferraz; **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 Viviane e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@ampersanddesign.com.br)

**SUCURSAIS**

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

**PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL** • **Superintendente** • Ricardo Madeira; **Publicidade** • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Clarissa Akemi. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** • **Gerente** • Andréia Marques. Telefax: (0xx21) 2109-8959 (amarques@cienciahoje.org.br)

**REPRESENTAÇÕES**

**SALVADOR** • Coordenador Científico • Caio Mário Castro de Castilho (UFBA) (caio@ufba.br). End.: Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA, CEP 40210-340, Salvador, BA. Tel.: (0xx71) 3263-6660. Fax: (0xx71) 3263-6606

**REPRESENTANTES COMERCIAIS**

**BRASÍLIA** • Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 226-1824/9972-0741. Fax: (0xx61) 226-1824

**PRODUÇÃO** • Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo

**RECURSOS HUMANOS** • Luiz Tito de Santana

**EXPEDIÇÃO** • Gerente • Adalgisa Bahri

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

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

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



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

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

**Apoio**



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

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

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

**20 Os combustíveis do exercício físico**

Cada movimento do corpo exige gasto de energia, e para isso mecanismos complexos, comandados pelo cérebro e envolvendo diversos sistemas orgânicos, precisam acontecer. Mas como o corpo obtém essa energia? Quais moléculas orgânicas atuam como combustíveis para os músculos?

Por **Paulo Cesar de Carvalho Alves**

**28 Elastografia por ultra-som: uma nova modalidade de imagem**

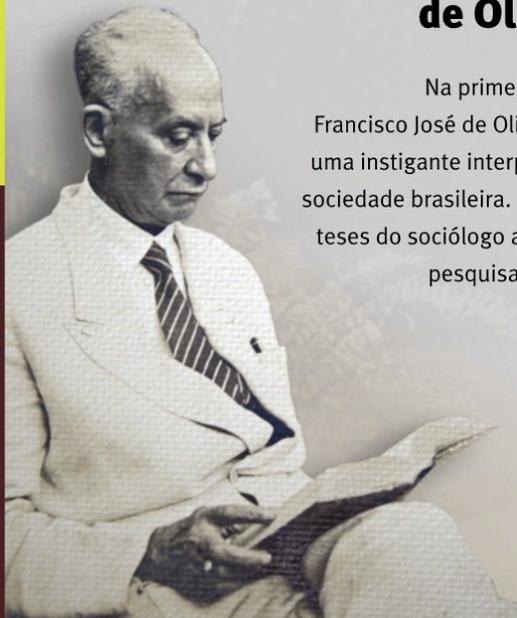
A constatação de que os tumores, malignos ou não, são mais rígidos que os tecidos em torno levou a uma nova técnica de imagem útil em diagnósticos médicos. A elastografia por ultra-som, método não invasivo, é mais um importante aliado da medicina moderna.

Por **Théo Zeferino Pavan, Lucio Pereira Neves e Antonio Adilton Oliveira Carneiro**

**34 O potencial teórico de Oliveira Vianna**

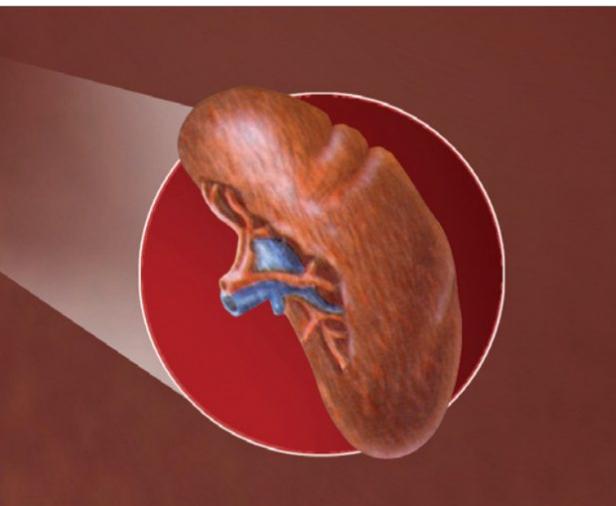
Na primeira metade do século 20, Francisco José de Oliveira Vianna apresentou uma instigante interpretação da formação da sociedade brasileira. Embora controversas, as teses do sociólogo ainda são valiosas para a pesquisa da vida política do país.

Por **André Botelho**





Capa: foto SPL/LatinStock



## 40 Baço: preservar é possível e necessário

Às vezes considerado sem grande utilidade, o baço tem papel relevante no sistema de defesa do corpo contra as doenças. Por isso, deve ser evitada a sua perda total (em acidentes de trânsito, por exemplo). Um meio de conseguir isso é o autotransplante de fragmentos do órgão.

Por **Henrique Couto Teixeira**,  
**Alice Belleigoli Rezende**,  
**Francisco Martins Teixeira**  
e **Sérgio Ibañez Nunes**

### O LEITOR PERGUNTA

- 4 Por que algumas vezes observamos um aro ao redor do Sol?
- 4 Por que a água, se aquecida de 0°C a 4°C, contrai-se em vez de se dilatar?
- 5 Quantas espécies de cobras venenosas existem no Brasil?
- 5 O que fazer quando a hanseníase se torna resistente aos medicamentos?

### ENTREVISTA

#### 6 John Peoples

##### O futuro e o escuro

Físico norte-americano fala dos estudos sobre a misteriosa energia escura

### MUNDO DE CIÊNCIA

#### 10 Nossas raízes no espaço

Análise de meteoro reforça tese de que a vida tem origem extraterrestre

### A PROPÓSITO

#### 19 Você é wallacista?

'Esquecimento' de co-autor da teoria da evolução serve como lição

### EM DIA

#### 45 Uma casa com muita história

Pesquisa arqueológica em Belém revela objetos indígenas e coloniais

#### 46 Caatinga, muito prazer

Degradação ameaça sobrevivência de bioma ainda pouco conhecido

#### 48 Mercúrio: cuidados no uso e no descarte

Estudos mostram como dentistas devem manipular metal tóxico

#### 50 Peste branca no mar

Doenças podem extinguir corais de Abrolhos em poucas décadas

#### 52 Riqueza em grãos que vem dos Andes

A quinoa, além de ser rico alimento, também pode gerar biomateriais

#### 54 A cadeira de rodas do futuro?

Brasileiros desenvolvem equipamento movido por sinais cerebrais

### OPINIÃO

#### 57 Magrinho, mas triste

Efeitos colaterais de novo remédio para emagrecer exigem cautela

### ENSAIO

#### 60 Machado e o critério de nacionalidade

Texto do escritor revela suas convicções pessoais sobre literatura

#### 63 Briga de gigantes

Sinais em ossos de preguiça extinta sugerem conflito e ferimentos

### PRIMEIRA LINHA

#### 66 Minha terra tem palmeiras: até quando?

Árvores que simbolizam o país estão ameaçadas pelo desmatamento

#### 69 Proteção para minhocas gigantes

Pesquisas buscam acordo para a coleta sustentável do minhocoçu

### MEMÓRIA

#### 72 Janela para o infinito

Telescópio de refração foi inventado na Holanda há 400 anos

### RESENHA

#### 76 Compreender o conhecido

Resenha do livro *Segredos e truques da pesquisa*, de Howard S. Becker

#### 78

### CARTAS

#### 79 Dígito para verificar o quê?

A utilidade do dígito verificador dos números de contas bancárias

### QUAL O PROBLEMA?

#### 80 Sobre a invenção da política

Igualdade e participação são as bases originais da democracia

### SOBRE HUMANOS

## ? Por que algumas vezes observamos um aro ao redor do Sol?

CATHIA BITTENCOURT, POR CORREIO ELETRÔNICO

O aro observado ao redor do Sol é um fenômeno óptico, e ocorre em função da presença de nuvens altas translúcidas chamadas *cirrustratus*, que são nuvens em forma de camadas, bem elevadas na atmosfera (cerca de 8 km acima da superfície, aproximadamente) e formadas basicamente por cristais de gelo. Esses cristais promovem a difração dos raios luminosos, desviando os raios de luz. Assim, formam o aro ao redor do Sol, o halo.

Como os cristais de gelo funcionam como pequenas lentes, o halo pode ser visto de diversas maneiras, dependendo da posição do observador, das condições da atmosfera e do desvio da luz. É comum, por exemplo, ver as cores do arco-íris no halo, devido à decomposição da luz na atmosfera. Em algumas situações, inclusive, o halo denuncia a presença das nuvens *cirrustratus*, pelo fato de serem quase transparentes. Algumas vezes, com espessuras um pouco maiores, essas nuvens fazem com que o céu fique com aspecto leitoso, parecendo um pouco esfumado.

Geralmente, as nuvens são formadas na vanguarda de um sistema frontal (que é o encontro de massas de ar distintas), sendo até indicadoras de mudança de tempo, como queda na temperatura e aparecimento de chuva. Porém, se uma massa de ar frio seguir para o oceano em vez de para o Norte, embora as nuvens possam ser avistadas, não há mudança significativa no tempo nos dias seguintes. Como temos a atuação mais freqüente de frentes frias desde o meio do outono até o meio da primavera, a ocorrência de halos pode ser maior.

Além de ser observado ao redor do Sol, o fenômeno pode ser visto à noite, em volta da Lua.

**Ricardo de Camargo**

*Departamento de Ciências Atmosféricas,  
Universidade de São Paulo*



## ? Por que a água, quando aquecida de 0°C a 4°C, contrai-se em vez de se dilatar?

GUSTAVO ANDRÉ LAMB TORETI, POR CORREIO ELETRÔNICO

À pressão atmosférica normal ao nível do mar, o gelo comum é formado (a 0°C) por moléculas de água organizadas em estruturas hexagonais, como favos de mel. Essas estruturas são criadas devido a ligações fracas entre os pólos positivos (hidrogênios) e negativos (oxigênios) de quatro moléculas de água. O interessante é que essa estrutura de 'favos' do gelo apresenta espaços vazios entre as moléculas que a formam, fazendo com que o volume ocupado aumente, em comparação com a água líquida. Um volume maior no mesmo espaço significa uma densidade menor: no gelo, a densidade chega a 0,92 g/cm<sup>3</sup>, enquanto a densidade máxima da água é de 1 g/cm<sup>3</sup>.

Acima de 0°C e até 4°C, a vibração térmica produzida pelo aquecimento leva ao progressivo rompimento das ligações fracas e ao colapso da estrutura hexagonal. Com esse colapso, os espaços antes vazios são ocupados por moléculas de água, o que causa a contração do volume e o aumento da densidade. Acima de 4°C, a agitação das moléculas cresce e elas se afastam mais umas das outras, levando de novo a uma pequena redução da densidade.

**Alexandre Mello**

*Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas*



## Quantas espécies de cobras venenosas existem no Brasil?

GUSTAVO PACHECO DA SILVA, POR CORREIO ELETRÔNICO

No mundo existem por volta de 2.930 espécies de cobras ou serpentes. O Brasil abriga 321 delas – aproximadamente 10% do total –, das quais apenas 36 são peçonhentas. As serpentes peçonhentas brasileiras são divididas em duas famílias: Viperidae e Elapidae. A família Viperidae é composta por cinco gêneros, sendo os mais conhecidos o gênero *Bothrops*, que inclui espécies como a jararaca, o urutu-cruzeiro e a jararacuçu; o gênero *Crotalus*, ao qual pertence a cascavel; e o gênero *Lachesis*, cuja espécie mais conhecida é a surucucu-pico-de-jaca. Já a família Elapidae é composta por dois gêneros, *Leptomicrurus* e *Micrurus*, e as espécies de ambos são chamadas vulgarmente de corais verdadeiras.

A ocorrência de acidente com cobras está geralmente relacionada a fatores climáticos e ao aumento da atividade humana no campo. O pé e

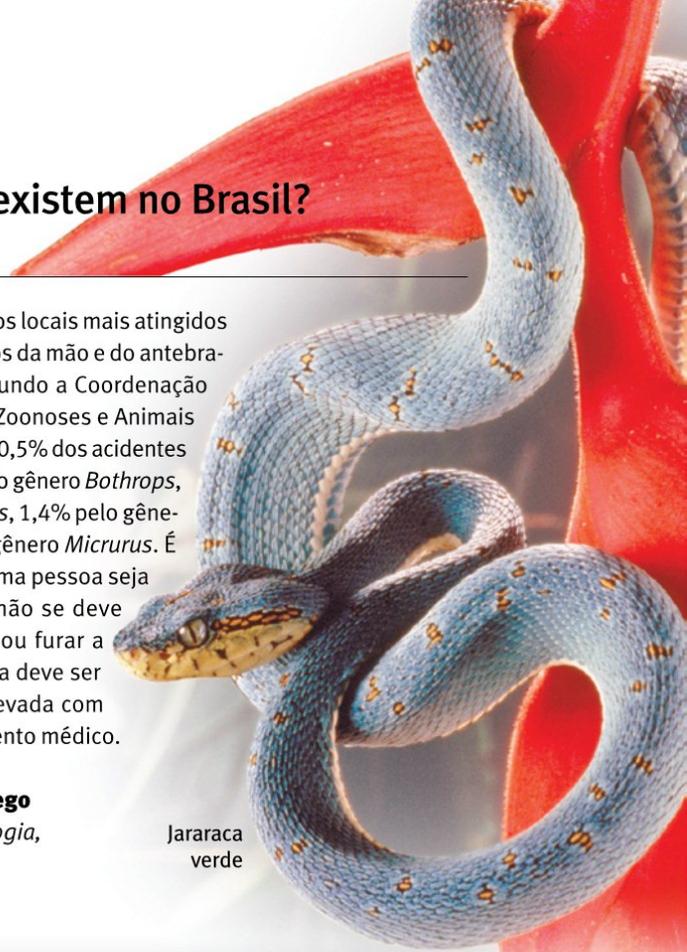
a perna das pessoas são os locais mais atingidos (71% dos casos), seguidos da mão e do antebraço (13% dos casos). Segundo a Coordenação Nacional de Controle de Zoonoses e Animais Peçonhentos (CNCZAP), 90,5% dos acidentes ofídicos são causados pelo gênero *Bothrops*, 7,7% pelo gênero *Crotalus*, 1,4% pelo gênero *Lachesis* e 0,4% pelo gênero *Micrurus*. É bom lembrar que, caso uma pessoa seja picada por uma cobra, não se deve fazer torniquete, cortar ou furar a região da picada. A vítima deve ser mantida em repouso e levada com urgência para o atendimento médico.

**Kathleen Fernandes Grego**

*Laboratório de Herpetologia,  
Instituto Butantan (SP)*

Jararaca  
verde

FOTO: CLAUIS MEYER/AGÊNCIA TYBA



## O que fazer quando a hanseníase se torna resistente aos medicamentos?

J. MEREU, POR CORREIO ELETRÔNICO

A hanseníase, além de ser uma doença infecciosa transmissível, capaz de provocar lesões de pele, é uma patologia que pode provocar incapacidades e deformidades em razão do comprometimento dos nervos periféricos. Isso ocorre quando a doença – muitas vezes devido aos tabus que a envolvem – não é diagnosticada precocemente. A maioria da população oferece resistência à bactéria *M. leprae* e não chega a adoecer ao se contaminar. Essa situação, entretanto, pode se modificar com o crescente adoecimento de indivíduos resistentes em áreas endêmicas (isto é, áreas onde a doença é freqüente na população).

A infecção evolui de maneiras diversas, dependendo da resposta imunológica do organismo. Ela pode se manifestar de forma localizada e não contagiosa ou, quando o sistema imunológico é deficiente, de forma generalizada e transmissível. Por ser uma doença primariamente do sistema nervoso periférico (aquele que dá sensibilidade e força muscular aos olhos, braços e pernas), os sinais e sintomas podem ser: manchas ou lesões elevadas; queimação; ardência; ou mesmo sensação de coceira seguida de dormência. Também ocorrem placas, caroços vermelhos dolorosos, febre, dor nas articulações, inchaço nas pernas e obstrução nasal, além de dor nas regiões dos cotovelos, punhos, atrás dos joelhos e tornozelos, com diminuição da força de mãos, pés e pálpebras.

Como a transmissão se dá pela vias aéreas superiores (nariz e boca), o importante é tratar o doente para eliminar a fonte de infecção. Logo após a primeira dose do tratamento específico da hanseníase, chamado poliquimioterapia, 99% dos bacilos são inativados, tornando-se incapazes de infectar outras pessoas.

Para comprovar resistência aos medicamentos administrados, é necessário retirar um fragmento da lesão da pele do paciente por biópsia e, após preparação, injetá-lo em um camundongo. Depois que a lesão cresce no local, inicia-se a administração dos medicamentos que constituem a poliquimioterapia (com Dapsona, Rifampicina e Clofazimina). Se for comprovada a resistência, há outras opções de tratamento, envolvendo Ofloxacina e Minociclina. Esses casos especiais devem ser avaliados em Centros de Referência em Hanseníase.

**Isabela Goulart**

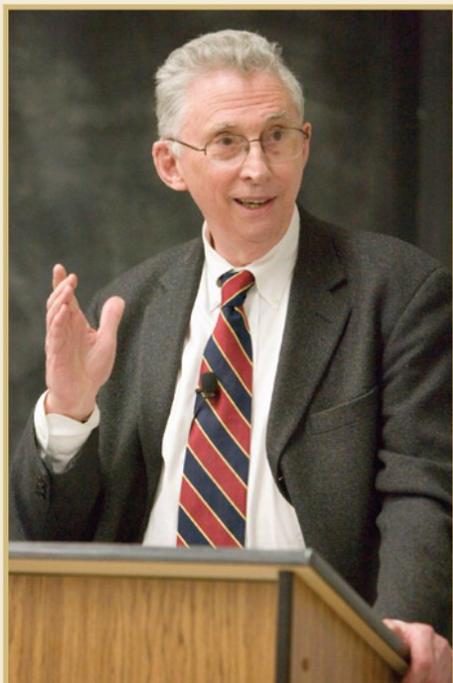
*Centro de Referência Nacional  
em Dermatologia  
Sanitária e Hanseníase,  
Hospital de Clínicas,  
Universidade Federal  
de Uberlândia (MG)*

CARTAS À REDAÇÃO

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

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

# O FUTURO E O ESCURO



A energia escura é um tema que está na interseção da astronomia com a física de partículas e é considerado um dos grandes desafios desses dois campos. Descoberta em 1998, essa misteriosa energia é o maior constituinte (70%) do universo – deixando a matéria com ‘meros’ 30% – e acelera sua expansão. Por esses motivos, vários projetos astronômicos, como o Mapeamento de Energia Escura (DES, na sigla em inglês), têm como objetivo coletar mais dados sobre esse fenômeno (ver ‘Luz sobre a energia escura’ em *Ciência Hoje* nº 237). Não é exagero dizer que a energia escura é parte do futuro da astronomia e, como tal, foi um dos assuntos discutidos no encontro *A glimpse into the future of astronomy* (algo como ‘Um olhar no futuro da astronomia’), realizado no Observatório Nacional, no Rio de Janeiro, nos dias 27 e 28 de maio último para discutir esse tema e o papel do Brasil (ver ‘Céu do amanhã’ em *CH* nº 248).

Entre os convidados estava o físico norte-americano John Peoples, atual coordenador do DES e ex-diretor do Fermilab, um dos principais institutos de física de partículas dos Estados Unidos. Segundo ele, a energia escura ainda está longe de ser compreendida. “Isso não vai acontecer em dois anos, deve demorar um bom tempo”, revela Peoples nesta entrevista, na qual aborda o fenômeno e discute projetos como o DES e a presença do Brasil no futuro da astronomia.

## John Peoples

**Fred Furtado**  
*Ciência Hoje/RJ*

### Qual o futuro da astronomia?

Essa é uma pergunta muito ampla. A astronomia envolve a tentativa de entender a origem do universo, o que me atrai muito como físico de partículas. Por outro lado, é tentar entender se há vida em outras partes do cosmos, qualquer tipo de vida. Entre esses dois pontos, se tem temas como os primórdios do universo, a formação de planetas e galáxias etc. O que é fascinante sobre todos eles é que estão conectados uns aos outros. Por isso, acredito que o futuro da astronomia é unir esses diferentes fatores que estamos começando a entender agora, explorar essas conexões. Outro aspecto do futuro, relacionado ao estudo dessa conectividade, é que precisaremos de cada vez mais dados. A astronomia começou como uma ciência de poucos dados e está passando a um estágio de muita informação devido ao poder da computação, das redes e da capacidade das pessoas reterem dados e analisá-los repetidamente. De certa maneira, a astronomia sempre foi boa em manter registros – os babilônios foram os primeiros a perceber que os equinócios se moviam, que as estrelas no céu há quatro mil anos eram diferentes das que estavam lá há seis mil anos.

### O senhor acha que esses grandes projetos que envolvem várias instituições e países são uma parte importante desse futuro?

Esses projetos estão se tornando mais comuns, mas eles não são tão grandes assim. O diferente neles é que o número de pessoas envolvidas diretamente na análise dos dados é grande. Por exemplo, o telescópio de 200 polegadas do Observatório Palomar, na Califórnia [Estados Unidos], é imenso e, na época em que foi criado, saiu bastante caro, mas produzia pouca quantidade de dados, os quais eram analisados por alguns poucos pesquisadores e guardados na gaveta. Hoje, com a digitalização, a informação pode ser oferecida imediatamente de forma útil para vários indivíduos, que podem analisá-la por meio de várias abordagens. A taxa de progresso não é só medida pelo número de *bits* produzidos, mas também pelo número de retinas e cérebros que têm acesso aos dados, como disse [o físico norte-americano] John Tonry. Uma das coisas que permitiram essa revolução digital é que pessoas com diferentes idéias tenham acesso à mesma informação de um determinado projeto, o que não ocorria há 50 anos.

### É uma democratização dos dados?

Essa é uma boa maneira de descrever a situação.

Obviamente, significa que os grupos envolvidos nesses projetos estão comprometidos em produzir dados de altíssima qualidade e ficam felizes com o fato de que muitas outras pessoas terão acesso à informação.

### Como o Brasil pode fazer parte disso?

É bastante fácil para o Brasil, porque a estrutura de redes aqui está sendo rapidamente desenvolvida. Eu e meus colegas temos a capacidade de transformar os dados em algo que possa ser facilmente usado por pesquisadores de outros países, como os brasileiros. Não é preciso haver um investimento

**A taxa de progresso não é só medida pelo número de *bits* produzidos, mas também pelo número de retinas e cérebros que têm acesso aos dados, como disse [o físico norte-americano] John Tonry**

de US\$ 1 bilhão – a quantia necessária para telescópios de 30 m. O custo total do projeto DES é de US\$ 40 milhões, o que, relativamente, não é muito caro. É claro que estamos aproveitando uma infraestrutura computacional já existente nesses locais, como os Estados Unidos, o Reino Unido e a Espanha, mas a do Brasil também é boa. E mesmo que o custo de instalar fibras ópticas, cabos etc. seja alto, ele não é extremamente elevado, pois também beneficia o sistema de comunicações. Hoje, se vamos a um hotel, por exemplo, vemos várias pessoas usando computadores portáteis e acessando redes sem fio. Há 30 anos, era impossível ver isso, mesmo nos Estados Unidos.

### Então seria mais interessante para o Brasil participar desses novos projetos?

Sim, é um excelente investimento, pois permite que gente mais jovem se envolva – nossos primeiros dados sairão daqui a três anos, o que é relativamente rápido para um projeto como esse. Mas o Brasil deve estabelecer um equilíbrio: tem que haver participação em grandes projetos e mapeamentos, como o DES. Estes têm a vantagem de criarem mapas de uma parte do universo, os quais são úteis porque permitem que as pessoas com destinos diferentes cheguem aos seus lugares de escolha. Já os telescópios realmente grandes são muito focados naquilo que fazem, apontando apenas para um determinado local. ▶

## **A energia escura é um dos grandes desafios modernos na astronomia e na física de partículas?**

Sim. Para nós, físicos, a energia escura está relacionada com uma das questões mais fundamentais da física: a teoria unificadora. Dois grandes triunfos dessa ciência no século 20 foram a relatividade geral e a mecânica quântica – mas elas não conversam entre si. Por exemplo, quando algo cai em um buraco negro, nenhuma informação escapa. Porém, para a mecânica quântica, a informação é preservada, mesmo que possa ficar um pouco embaralhada. Já sabemos há algum tempo que temos que casar

essas duas áreas tenham estado em contato em algum momento. Esses pedaços do céu estão se afastando desde o início do universo à velocidade da luz, mas esta não é rápida o suficiente para comunicar a informação de uma dessas áreas para a outra. Por isso, dizemos que houve um período de inflação no qual o universo se expandiu exponencialmente, ou seja, tão rápido que um sinal de luz emitido não conseguia chegar a um determinado ponto porque o espaço em si ficava cada vez maior. Essa inflação parou, e cerca de 5 bilhões de anos atrás começou novamente, mas não sabemos por quê.

**No entanto, o que observamos é que essa expansão [do universo] está acelerando, ou seja, há algo que causa um efeito contrário ao da força gravitacional e isso seria a energia escura**

essas duas teorias. Embora ambas funcionem bem dentro de suas esferas de atuação, sabe-se que no início do universo elas devem ter agido em conjunto de alguma maneira, mas não sabemos como isso aconteceu. Essa questão parece ser mais intrigante para físicos teóricos e de partículas do que para astrônomos. Contudo, os pesquisadores de astronomia que estudam essa interface entre o início do universo e a física de partículas tendem a se interessar por esse tema. Já alguém pesquisando planetas pode não achar essa linha de estudo prioritária. No entanto, com o que sabemos agora da evolução do universo, não podemos dizer que planetas pertençam a outro campo – tudo é parte do mesmo conjunto.

## **Mas o que é exatamente a energia escura?**

O universo tem matéria e está se expandindo, mas, em determinado ponto, essa taxa de expansão deveria diminuir devido ao efeito de frenagem da gravidade. No entanto, o que observamos é que essa expansão está se acelerando, ou seja, há algo que causa um efeito contrário ao da força gravitacional, e isso seria a energia escura. Esse fenômeno não é novo, já aconteceu antes, pelo menos uma vez, de acordo com as evidências que temos. Se olharmos um pedaço do céu de determinado tamanho e compararmos com outra parte de tamanho igual, separada por 30 graus, veremos que ambos têm as mesmas variações de temperatura, entre outras características comuns. A única maneira de isso fazer sentido é imaginar que

## **Então, essa aceleração não ocorre desde o início do universo?**

Sim, ocorre, mas o universo era bem menor antes. Cerca de 800 mil anos depois da explosão original, ele estava preenchido principalmente por matéria, e a densidade desta era muito maior que a da energia escura. À medida que o tempo passou, a den-

sidade diminuiu, porque o espaço ficou maior, mas a quantidade de matéria se manteve a mesma. Como a energia escura seria constante, ela não diminuiria com a expansão do universo e seu efeito sobre ele se tornaria cada vez mais forte. Mas talvez ela não seja constante, e é isso que queremos descobrir.

## **Há alguma chance de a energia escura ser algo completamente diferente do que os pesquisadores pensam?**

Sim, pois não sabemos o que ela é. Dez anos atrás, quando eu comecei a me interessar por esse campo, acreditava-se que o universo era fechado e a densidade de matéria era suficiente para isso. Mas então se começou a fazer observações de aglomerados de galáxias e a se obter resultados que não faziam muito sentido – parecia que a densidade de matéria no universo só era equivalente a 30% do que se esperava. Apenas quando, em 1998, se iniciaram os estudos com as supernovas do tipo *Ia* – uma maneira mais precisa de se medir a expansão do universo –, essa área de energia escura passou a ser levada a sério. Ou seja, sabemos o suficiente para dizer que existe algo mais, os outros 70%, mas apenas isso.

## **E a matéria escura?**

Quando se analisaram os aglomerados de galáxias, mediu-se a velocidade delas nesses aglomerados. Observou-se então que a quantidade total de matéria na forma de estrelas, gás e poeira não era suficiente

para que os aglomerados de galáxias fossem estáveis. Isso era impossível: ou a lei da gravidade era diferente em grandes escalas ou de algum modo havia muito material nas galáxias ou no espaço intergaláctico dos aglomerados que não se conseguia ver. Isso foi proposto nos anos 30, mas naquela época achou-se que se tratava de um volume pequeno de matéria normal, que era difícil de ser visualizada. Quando os cientistas começaram a trabalhar com a teoria do *Big Bang* e a estudar a razão de hidrogênio para hélio no universo, perceberam que o conteúdo bariônico – a matéria da qual nós somos feitos – do cosmos representava apenas 5% do total [os 30% mencionados acima]. O resto (25%) é a matéria escura, que não podemos ver.

**Projetos como o DES levarão a alguma descoberta em um futuro próximo sobre energia escura?**

O DES talvez possa mostrar que a energia escura não é uma constante e depende de algo. Projetos posteriores serão mais eficientes, mas levarão mais tempo

e custarão 10 vezes mais. A primeira coisa que temos que fazer é medi-la de maneira global e obter uma média para o universo. Projetos como o Grande Telescópio Sinóptico de Pesquisa [LSST, na sigla em inglês] poderão fazer várias medições e determinar se a energia escura, em uma direção, é a mesma que em outra. Não é algo que vai acontecer em dois anos, deve demorar bastante tempo.

**E quando se descobrir realmente o que a energia escura é, qual será o impacto?**

Esta é uma questão fundamental, mas como não sei o que é, não tenho como medir o impacto. É como quando se começou a estudar mecânica estatística. Pelos cálculos, as temperaturas deveriam ser infinitas, mas obviamente isso estava errado. A solução veio quando [o físico alemão] Max Planck [1858-1947] propôs haver um *quanta* de energia. Antes disso, ninguém sabia como explicar a discrepância entre o esperado e o observado. Ou seja, não há como explicar algo até você saber o que ele é. ■

DÊ UM BRILHO ESPECIAL  
A SUAS AULAS COM  
OS 2 NOVOS VOLUMES  
DESTA COLEÇÃO



A MELHOR DA SALA. ELA NÃO PODE FALTAR

NA INTERNET: [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br) PELO TELEFONE: 0800 727 8999

# Nossas raízes no espaço

Nos últimos cerca de 170 anos, resultados experimentais aquecem (ou, por vezes, esfriam) uma polêmica científica com alto conteúdo filosófico: teriam os elementos essenciais ao início da vida vindo do espaço? Agora, novas análises de um meteorito longamente conhecido pelos especialistas apresentam resultados que insuflam um pouco a resposta na direção de um 'sim'. O artigo, que ganhou grande repercussão na mídia, está em *Earth and Planetary Science Letters* (v. 270, pp. 130-136, 2008).

Fragmento do meteorito Murchison em exposição no Museu Nacional de História Natural, em Washington, capital dos Estados Unidos

A pesquisadora Zita Martins, do Instituto de Química de Leiden (Holanda), e colegas apresentam novos resultados que sustentam a idéia de que os componentes orgânicos já estavam presentes muito cedo no Sistema Solar e podem ter desempenhado um papel-chave na origem da vida. Esses compostos podem ter sido trazidos tanto à Terra quanto aos demais corpos planetários por meio de fontes exógenas, como os condritos carbonáceos.

Esses meteoritos são uma mistura de constituintes formados em diferentes temperaturas: i) os côndrulos (objetos redondos que dão nome a esse grupo de meteoritos), formados a temperaturas muito altas, por minerais ricos em silício, magnésio, cálcio e alumínio; ii) a matriz (material rico em carbono), que serve para aglutinar os côndrulos e é formada a temperaturas muito baixas.



O meteorito Murchison, um condrito carbonáceo com cerca de 100 kg que se despedaçou ao cair em 1969 perto de uma vila na Austrália de mesmo nome, contém uma quantidade substancial de carbono, cerca de 3% de seu peso.

As técnicas analíticas modernas empregadas por Martins e colegas (que limitaram as possíveis contaminações com compostos orgânicos terrestres) permitiram chegar a resultados que tanto sustentam aqueles obtidos anteriormente por outros grupos quanto trazem novidades. "Os componentes orgânicos do meteorito Murchison teriam uma origem não terrestre", escreveu a equipe.

A idéia de que elementos vitais para a formação e o desenvolvimento da vida tenham vindo de fontes extraterrestres começou em 1834, com as primeiras demonstrações do químico sueco Jakob Berzelius (1779-1848) sobre a presença de materiais orgânicos no condrito carbonáceo Alais (caído em 1806, na França). Em 1859, estudos semelhantes foram feitos em um meteorito do mesmo tipo, o Kaba (1857, na Hungria).

Desde então, não cessaram os esforços pela busca de processos capazes de sintetizar compostos orgânicos. Esses experimentos recriavam as condições existentes nos primórdios da formação da atmosfera terrestre. Um dos trabalhos mais conhecidos é o do químico norte-americano Stanley Miller (1930-2007), que, em 1953, mostrou que os aminoácidos ('tijolos' das proteínas) podem ser sintetizados a partir de moléculas mais simples. Essa visão popula-

rizou-se com os mais variados e extensos trabalhos voltados à divulgação científica feitos por Carl Sagan (1934-1996): “Uma potencial fonte alternativa de bases nitrogenadas [parte constituinte das moléculas de DNA] é o material orgânico que chegou à Terra por meio dos cometas, dos asteróides e de seus fragmentos, bem como das partículas de poeira interplanetária”, escreveu, em 1992, esse astrônomo norte-americano, juntamente com um colega.

Mas qual é a história dessas moléculas orgânicas?

Devemos lembrar que elementos químicos como o ferro, alumínio, cálcio, silício, oxigênio e carbono, entre outros, foram (e ainda são) criados pela fusão de núcleos atômicos (nucleossíntese) nas estrelas, que se comportam como reatores nucleares e produzem a matéria que vaga pelo meio interestelar. É nesse meio que começa a formação das moléculas orgânicas, as quais, juntamente com os demais compostos químicos, dão origem a uma ‘nuvem’ molecular. É nessa nuvem que ocorre o nascimento de novas estrelas e de seus sistemas planetários. Por exemplo, a nebulosa solar, a partir da qual o sistema solar surgiu, fragmentou-se de uma nuvem desse tipo. Portanto, esse conjunto de gás e poeira era rico em moléculas orgânicas.

Mas é muito provável que essas moléculas não tenham sobrevivido às diferentes etapas que levam à formação dos planetas, como a aglomeração de matéria (acresção), o impacto com outros objetos etc., pois todas elas envolvem eventos altamente energéticos, com temperaturas extremamente altas. O constante fluxo de material extraterrestre para a Terra (por meio de meteoritos, micrometeoritos etc.), no entanto, trouxe para o planeta moléculas orgânicas, que tiveram que enfrentar condições igualmente extremas para poder sobreviver às primeiras

fases de uma atmosfera terrestre em formação.

Esse aporte de matéria extraterrestre continuou (e segue sendo constante desde então). Por exemplo, estudos já mostraram que a Terra recebe mais de 100 toneladas diárias de micrometeoritos, matéria extraterrestre cinco vezes mais rica em carbono que os condritos carbonáceos.

A natureza teve que utilizar diversos caminhos e investir bilhões de anos em um trabalho paciente e incansável. Toda a matéria orgânica que foi inorganicamente sintetizada – resultado de processos violentos, como sínteses de elementos, radiações cósmicas, entre outros, em uma nuvem fria por bilhões de anos – teve que enfrentar eventos ainda mais extremos: a formação do Sol e seu conjunto de planetas há 4,5 bilhões de anos, bem como a passagem abrasadora pela atmosfera primitiva, possivelmente há 4 bilhões de anos.

Mas tudo isso não foi suficiente! Essa matéria orgânica teria que, além disso, ser depositada em um ambiente propício, no qual a água líquida estivesse presente, para que se desenvolvessem as primeiras células com capacidade de auto-reprodução, que, em última instância, permitiram o desenvolvimento da vida como a conhecemos hoje na Terra.

Os elementos essenciais para a origem da vida teriam, então, vindo do espaço? Trabalhos como o de Martins e colegas reforçam a idéia de que sim. Mas essa pergunta ainda está longe de ter uma resposta definitiva.

#### **Maria Eugenia Varela**

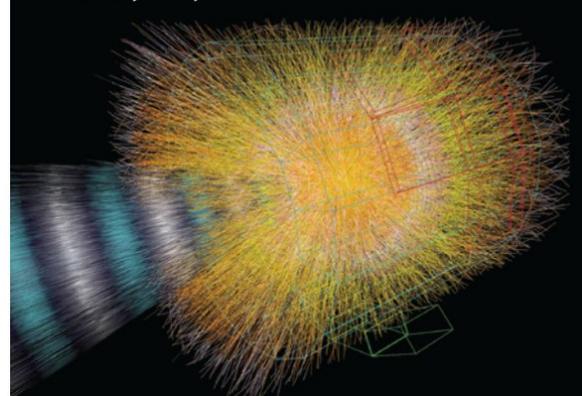
*Complexo Astronômico  
El Leoncito (San Juan, Argentina),  
Conselho Nacional de Pesquisas  
Científicas e Técnicas*

## SINTONIA FINA

**Buracos negros** sugam tudo ao seu redor, inclusive luz, por conta de sua imensa força gravitacional. Sendo assim, é bom não ficar nas redondezas de um desses corpos cósmicos. E se eles fossem, por algum motivo, criados na Terra, mesmo que no formato ‘mini’? Esse é um temor que vem espocando aqui e ali na mídia desde que se anunciou o patamar de energia no qual vai trabalhar o maior acelerador de partículas do mundo, o LHC (sigla, em inglês, para Grande Colisor de Hádrons). As colisões que ocorrerão nessa máquina gigantesca entre prótons (partículas nucleares de carga positiva) poderão, sim, criar diminutos buracos negros, que, por sua vez, se alimentariam de toda a matéria à sua volta, crescendo, crescendo, crescendo e... o planeta Terra seria sugado para o interior de um deles. Fim da humanidade. Sim, daria um ótimo roteiro para filmes de ficção. Mas o fato é que cientistas do LHC preocupados com as dúvidas de parte do público que segue o assunto resolveram dar as devidas explicações (em linguagem razoavelmente acessível, mas ainda longe daquela que o leitor está acostumado a achar em jornais diários, por exemplo). Nos Estados Unidos, um grupo de pessoas chegou a entrar na Justiça pedindo uma ação contra o acionamento do acelerador, que deve começar a funcionar este ano. O argumento que repudia de vez a possibilidade de a máquina exterminar o planeta é que, na atmosfera terrestre, por bilhões de anos (e neste exato momento), a própria natureza tem se incumbido de gerar colisões, entre partículas cósmicas e núcleos atômicos, cerca de bilhões de vezes mais intensas que aquelas do LHC. E, até o fechamento desta edição, era possível ver a humanidade pela janela da redação desta revista. O relatório (em inglês) está em <http://lsag.web.cern.ch/lsag/lsag-report.pdf>.

LHC/CERN

### Simulação computacional de um choque de partículas no LHC



INTERAÇÃO ENTRE CIENTISTAS E JORNALISTAS: O LADO BOM

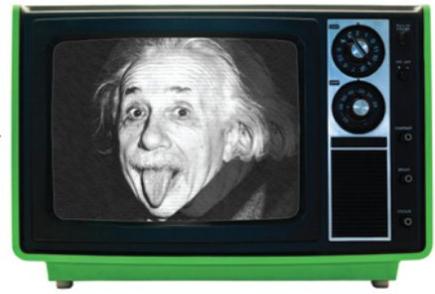
Cientistas têm gostado de divulgar ciência. Isso significa – para a completa satisfação dos membros do Instituto Ciência Hoje – que sair da famosa ‘Torre de Marfim’ e dividir conhecimento com o público não é mais a ‘heresia’ ou a atividade temerosa do passado. Melhor: a fama de ‘a imprensa distorce as palavras do cientista’ parece também estar dando lugar a uma maioria de pesquisadores que classificou com bons adjetivos suas interações com a imprensa.

Esses resultados brotaram de uma pesquisa que ouviu 1.354 cientistas de cinco países (França, Estados Unidos, Alemanha, Japão e Reino Unido). Quase 60% deles classificaram como ‘muito satisfatória’ a interação com a mídia (os “muito insatisfeitos” somaram só 6%). Os dados mostraram que os cientistas têm se sentido “confortáveis” em lidar com a mídia.

Os pesquisadores eram de duas áreas: epidemiologia e células-tronco. E, nos últi-

mos três anos, tiveram pelo menos um contato com a imprensa (1/3 deles teve mais de cinco contatos nesse período). Segundo um dos autores, Sharon Dunwoody, da Universidade de Wisconsin, em Madison (Estados Unidos), o que pode estar mudando o comportamento dos cientistas é a perspectiva de essa interação gerar recompensas: i) ciência que se torna mais visível parece mais confiável para os financiadores; ii) aparecer na mídia dá um empurrãozinho na carreira individual dos pesquisadores (45% deles afirmaram que a interação teve um impacto positivo em suas carreiras, enquanto 3% alegaram que esse impacto foi negativo). Em tempo: Dunwoody é organizadora de um clássico da área, *Scientists and Journalists – reporting science as news* (Free Press, 1986).

A pesquisa mostrou que, em geral, os cientistas seniores estão interagindo mais com a imprensa. Isso, segundo os autores, sugere que os jornalistas têm buscado



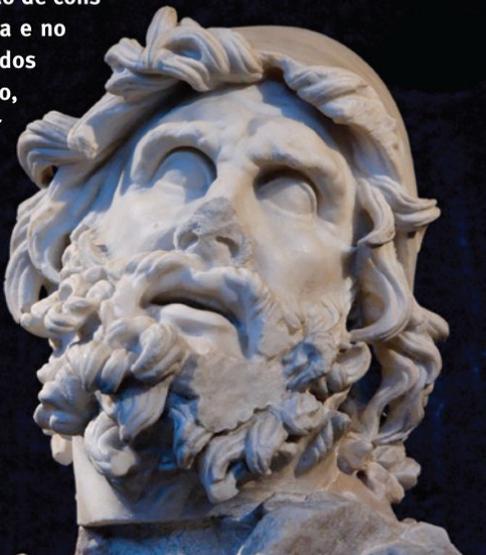
como fontes os pesquisadores mais produtivos. Outra boa notícia: os cientistas passaram a conhecer melhor como a imprensa trabalha, o que geralmente é apontado como uma das maiores fontes de atrito entre essas ‘duas culturas’. Porém, nove em 10 entrevistados ainda alegam “o risco da citação incorreta” como um fator temerário nessa interação.

Segundo um dos autores, Hans Peters, do Centro de Pesquisa Jülich (Alemanha), a aparição na mídia e a ocupação de postos de liderança no meio científico caminham lado a lado. “Ser um pesquisador líder agora requer uma prontidão para manter interações com a mídia [...] Em certas situações e posições, essa interação é esperada, não sendo mais uma questão de escolha.”

*Science*, 11/07/08

**O ECLIPSE EM ODISSÉIA** • Ulisses, general grego, depois de vagar 10 anos ao fim da guerra de Tróia, volta à ilha de Ítaca, onde é rei. Ao chegar, encontra um bando de pretendentes mal-intencionados, que pressionam Penélope, sua mulher, para que ela admita a morte do marido e se case com um deles. Ulisses, disfarçado de mendigo, mata todos eles e revela sua identidade à esposa. Agora, segundo pesquisadores da Universidade Rockefeller (Estados Unidos) e do Observatório Astronômico de La Plata (Argentina), isso se deu em 16 de abril de 1178 a.C. O cálculo foi feito graças a passagens descritas no poema épico que conta essa aventura, *Odisséia*, atribuído a Homero, que viveu no século 8 a.C. Com base na posição de constelações, nas fases da Lua e no movimento e na posição dos planetas Vênus e Mercúrio, a dupla de cientistas diz ter estabelecido a data correta para o eclipse total do Sol que teria ocorrido no dia em que Ulisses voltou para casa. (*PNAS*, v. 105, pp. 8.823-8.828, 2008)

Cabeça de Ulisses feita em mármore no século 2 a.C.



**DETENDO O ENVELHECIMENTO** • Que tal chegar à chamada terceira idade com boa função cardiovascular, melhor densidade óssea, boa coordenação motora e sem catarata? Há dois modos de fazer isso: i) comer de 30% a 50% menos, ficando em jejum alguns dias da semana (bem, a estratégia parece não ser das mais confortáveis); ii) tomar uma pílula à base de resveratrol, composto presente no vinho tinto, principalmente. Bem, o medicamento ainda não existe, mas estudos com camundongos mostraram que essa substância imita os efeitos benéficos de uma dieta baseada na restrição calórica, afastando os efeitos do envelhecimento em tecidos e órgãos tão díspares quanto coração, ossos, olhos e músculos. Os autores acreditam que alguns desses efeitos possam ser ainda mais intensos em humanos. Então, até que saia a tal pílula, o melhor é ficar, caso não vá dirigir, com um pequeno cálice diário de vinho tinto. (*Cell Metabolism*, 03/07/08)





## MEDICINA

**SÍNDROME DA MORTE SÚBITA:  
FIM DO MISTÉRIO?**

Aparentemente sem motivo, bebês com menos de um ano de idade são encontrados mortos em seus berços. Para agravar ainda mais o desespero dos pais, as causas para o fato são misteriosas. Agora, parece ter surgido uma explicação para a chamada 'síndrome da morte súbita infantil'.

A resposta, segundo uma equipe de pesquisadores italianos, está na deficiência da serotonina, substância responsável por transmitir sinais entre as células cerebrais (neurônios). Já se desconfiava de que a falta desse neurotransmissor era um fator de risco para a síndrome. Porém, até agora, os mecanismos por trás dessa deficiência eram desconhecidos.

A equipe de Enrica Audero, do Laboratório Europeu de Biologia Molecular, em Monterotondo (Itália), preparou camundongos

que produzem, em excesso, um composto (receptor denominado Htr1a) que regula a quantidade de serotonina (a hiperatividade desse receptor leva a uma deficiência do neurotransmissor). A equipe notou que a maioria dos camundongos com essa alteração acabava morrendo durante uma janela de tempo muito específica ao longo das primeiras fases de desenvolvimento, com sintomas muito semelhantes aos da síndrome.

Segundo os pesquisadores, os resultados mostram que apenas a falha no processo de regulação da serotonina já é suficiente para levar à morte (pelo menos em camundongos). A esperança é que esse modelo sirva para diagnosticar e prevenir a síndrome da morte súbita infantil.

*Science*, 04/07/08

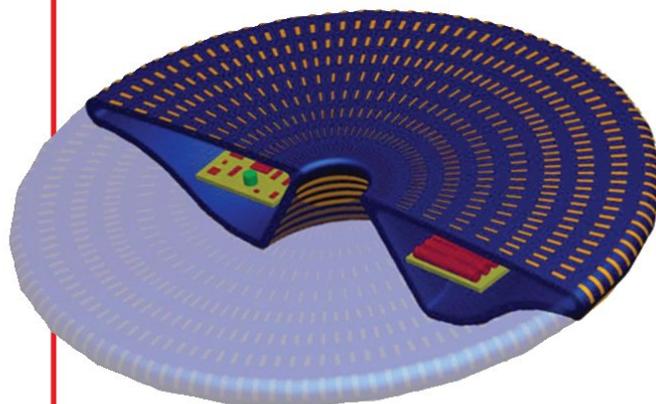
**GENE DO HOMOSSEXUALISMO** • A pergunta que especialistas se fazem, quando o assunto é se há um fundo genético ou não no homossexualismo, é a seguinte: se homossexuais têm muito menos filhos que heterossexuais, então por que o(s) suposto(s) gene(s) do homossexualismo persiste(m) na população, já que não apresenta(m) vantagem evolutiva? A resposta vem de um grupo italiano de psicólogos evolucionários. Os pesquisadores defendem, com base em resultados obtidos por eles ainda em 2004, a seguinte resposta para esse paradoxo darwiniano: os genes do homossexualismo (para eles, dois, no total) aumentariam muito a fertilidade em mulheres com algum grau de parentesco sanguíneo com um homem homossexual, enquanto nestes últimos eles diminuiriam a fertilidade (um fenômeno que, em insetos e em outros mamíferos, é denominado antagonismo sexual). Isso explica, segundo os autores, os resultados de antes, nos quais se mostrou que mulheres aparentadas com homens homossexuais (por exemplo, mães, irmãs e tias maternas) são muito mais férteis (2,7 filhos) que aquelas relacionadas a homens heterossexuais (2,3 filhos). (*PLoS One*, v. 3, n. 6, 2008)

## SINTONIA FINA

Se nos próximos anos o leitor vir um disco voador rasgando o céu, é provável que o artefato nada tenha de extraterrestre. As chances são de que ele tenha sido fabricado em Gainesville, onde fica a Universidade da Flórida (Estados Unidos). Diferentemente dos helicópteros e aeronaves convencionais, o WEAV (sigla, em inglês, para veículo aéreo eletromagnético sem asas) não tem partes móveis. Sua fonte de propulsão vem da eletricidade. Esta é transmitida, por meio de eletrodos, ao ar em volta da nave, arrancando elétrons dos átomos, até formar uma 'sopa' em que estas últimas partículas estão dissociadas dos núcleos. Com isso, segundo Subrata Roy, o idealizador do artefato, surge uma força que faz o disco se movimentar para cima. Por sua vez, os eletrodos na parte de cima fariam a nave descer. Diferentes intensidades de eletricidade em diferentes regiões da nave a fariam se mover para um lado ou para o outro. Se (e o 'se' aqui é enfático) o protótipo de 15 cm de diâmetro funcionar, é bem possível que os militares norte-americanos, com quem o projeto está sendo desenvolvido, aumentem o interesse em usar a máquina como um avião de reconhecimento. Roy, que é professor de engenharia mecânica e aeroespacial na Universidade da Flórida, promete o primeiro teste para o ano que vem. Mas há dúvida ainda sobre qual poderia ser a fonte de eletricidade na nave. Roy diz que esses objetos voadores poderiam ser um dia usados para transportar pessoas, pois não há limite para o diâmetro desse tipo de nave. Algum crédito deve ser dado à idéia, pois objetos corriqueiros em nosso cotidiano (rádio, TV, avião, telefone etc.) já foram batizados como impraticáveis.

RYAN DRUSCHER/UNIVERSITY OF FLORIDA

Concepção artística do disco voador idealizado por pesquisadores da Universidade da Flórida



**EM FOCO**

**DE VOLTA A MERCÚRIO** • A missão da sonda Messenger, da Nasa (agência espacial norte-americana), vem minimizar uma injustiça: a obscuridade, na mídia, de Mercúrio, o planeta mais próximo ao Sol no sistema solar. Filmes, seriados, quadrinhos sempre privilegiaram outros vizinhos da Terra. Tem lá seu naco de fama Marte (invasões marcianas inundam nosso imaginário) e até Vênus (sim, os arquiinimigos do super-herói National Kid, naquele seriado de televisão exibido no Brasil na segunda metade da década de 1960, eram incas venusianos, na tradução esquisita para o português). Mas, até onde esta coluna pôde apurar, a Terra nunca foi ameaçada, ainda que no plano da boa ficção, por mercurianos.

A foto ao lado, enviada pela Messenger, faz parte de uma coleção delas feita na primeira volta da sonda em torno do planeta-inferno (média de temperatura na superfície de 170°C).

Antes dessa missão, só a Mariner 10 havia passado por lá, em meados da década de 1970. A visita recente já rendeu dividendos científicos: i) mostrou que o campo magnético mercuriano é ativo, e sua atividade pode estar no núcleo de ferro do planeta, o que o faz semelhante à Terra; ii) que há boas chances de ter havido atividade vulcânica no diminuto planeta (diâmetro 2,5 vezes menor que o da Terra).

A Messenger deve examinar 20% a mais de área que a Mariner 10, e espera-se que sua passagem pelos pólos revele se há ou não sinais de água no planeta. A próxima reaproximação está marcada para outubro deste ano. Mais duas ocorrerão antes de a sonda estabelecer uma órbita fixa em torno de Mercúrio, por volta de 2011.

Um dia mercuriano (de um nascer do Sol a outro) dura 176 dias terrestres. A imagem (colorizada artificialmente) mostra a bacia de Caloris e regiões adjacentes. As várias tonalidades nas bordas das crateras indicam profundidades diferentes. Com base na análise do formato dessas estruturas, os cientistas supõem que houve atividade vulcânica no planeta.

A primeira visualização do planeta é atribuída ao astrônomo e físico italiano Galileu Galilei (1554-1642), em 1610, com o auxílio de um telescópio. Na mitologia romana, Mercúrio designa o mensageiro dos deuses, bem como o deus do comércio e dos ladrões. A revista científica *Science*, em sua edição de 04/07/08, traz um especial sobre a missão Messenger.



**COR DAS PENAS** • Sabe aquelas penas que, vez por outra, enfeitam o corpo de aves extintas e dinossauros? Pois bem, as cores delas são quase uma adivinhação dos paleontólogos. Agora, um novo método, segundo os autores, permitiria dar fidelidade à paleta da plumagem. Os pesquisadores compararam penas fossilizadas com as de aves modernas e notaram que as primeiras conservam formas que lembram esferas achatadas e densamente empacotadas (acreditava-se que fossem bactérias fossilizadas). Segundo eles, essas estruturas são os melanossomos, células que se aglomeram em áreas de tonalidade escura nas aves de hoje. A observação dos melanossomos já permitiu identificar bandas pretas e brancas nas penas fossilizadas. Os autores acreditam que é possível ir além: daria para identificar o vermelho, o marrom, certas variações do amarelo e até cores iridescentes, com base no fato de que, nas aves modernas, os melanossomos obedecem a arranjos distintos em cada uma dessas tonalidades. Para os autores, o método poderia ainda ser estendido para a coloração de pêlos e olhos. (*Biology Letters*, 08/07/08 on-line)



## ZOOLOGIA

## CHAMANDO PELA MÃE

Pela primeira vez, a ciência mostrou que o som entoado por filhotes de crocodilo-do-nilo (*Crocodylus niloticus*) serve para avisar os irmãos de que é hora de sair do ovo e para chamar a mãe. Portanto, o chamado, do tipo 'umph, umph, umph', que pode ser ouvido por humanos, tem uma função de proteção contra predadores. Ao saírem todos da casca ao mesmo tempo, na presença da mãe, as chances de sobrevivência na fase mais crítica da vida desses animais aumentam significativamente.

Essas conclusões foram tiradas do seguinte experimento: ovos para os quais faltavam 10 dias para a eclosão foram divididos em três grupos. Para o primeiro, os pesquisadores tocaram o som do chamado, previamente gravado, por um minuto, duas vezes ao dia; para o segundo, um ruído qualquer em regime semelhante; o terceiro grupo ficou em um ambiente silencioso.

Os filhotes do primeiro grupo responderam com mais frequência aos chamados, bem como se mexeram muito mais. Além disso, todos eles saíram da casca praticamente ao mesmo tempo. Só um filhote eclodiu na sessão de ruído, sendo que, no último grupo, a eclosão ocorreu muito mais tarde.

No zoológico, um alto-falante foi escondido sob a terra. Nele, intercalou-se o chamado e o ruído. No primeiro caso, os pesquisadores observaram que as fêmeas viravam suas cabeças mais freqüentemente em direção ao ponto de onde partia o chamado, sendo que oito de um total de 10 passaram a cavar os ninhos ao ouvirem a suposta convocação da cria.

As fêmeas de crocodilo-do-nilo guardam os ninhos por cerca de três meses e ajudam os filhotes a sair da casca, mantendo a vigilância sobre eles por mais um ano. No entanto, apenas 2% dos filhotes sobrevivem ao ataque de predadores e chegam à fase adulta.

Os autores, Amélie Vergne e Nicolas Mathevon, da Universidade Jean Monnet (França), acreditam que essa vocalização embrionária, também encontrada em aves, já estava presente nos archossauros, um grupo de répteis hoje representados pelos crocodilos e pelas aves.

*Current Biology*, 23/06/08

## Ovos de crocodilo-do-nilo



KEVIN WALSH/WIKIMÉDIA COMMONS

## SINTONIA FINA

## No ano em que se comemora

o sesquicentenário da apresentação ao mundo, por meio de uma sessão da Sociedade Lineana de Londres, da teoria da evolução das espécies pela seleção natural, por

Charles Darwin (1809-1882)

e Alfred Wallace (1823-

1914), que unificou a biologia, está de volta aos bancos das escolas, dessa vez

na Louisiana, um dos esta-

dos mais pobres dos Estados Unidos, o oponente mais

perigoso dessa idéia: o chamado desenho inteligente,

um corpo teórico, com alegada base científica, que

defende que, por trás da evolução dos seres vivos, há

uma 'inteligência superior'. Em outras palavras, essa

foi a forma como o chamado criacionismo (segundo o

qual a vida é um fenômeno complexo e, portanto, só

pode ter sido criada com a ajuda de um ser sobrenatural)

reinventou-se nos últimos anos. O desenho inteligente

tem avançado em vários estados norte-americanos,

entre eles Flórida, Michigan, Carolina do Sul e

Pensilvânia. Neste último, uma lei semelhante à que

acaba de ser aprovada em Louisiana foi julgada in-

constitucional, em 2005, quando o juiz viu nela uma

intromissão indevida da religião nos assuntos escolares.

Porém, os adeptos do desenho inteligente aprenderam a lição e,

agora, vêm com algo mais sutil.

A lei aprovada por maioria esmagadora (94 contra

três), em um tipo de Câmara dos Deputados da Louisiana,

foi sancionada pelo governador do estado, que tem

pretensões eleitorais e está cotado para ser vice

na chapa do candidato republicano à presidência, John

McCain. Segundo a lei, pode-se complementar a

grade curricular com material que o professor julgar

"promover habilidades que levam ao pensamento crítico,

análise lógica, e discussão aberta e objetiva de teorias

científicas que estão sendo estudadas, incluindo,

mas não limitadas, a evolução, origem da vida, aque-

cimento global e clonagem humana". Os defensores

do desenho inteligente alegam que a resolução é base-

ada em algo que é uma 'regra de ouro' para as universi-

dades: a liberdade acadêmica. A questão, como

apontaram os especialistas, é se a mesma liberdade

se aplica ao Ensino Fundamental e Médio. A Associação

de Professores de Ciências da Louisiana alega que

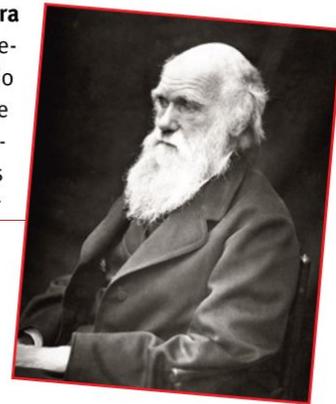
seus cerca de 1,6 mil membros são contra a resolução

da lei. A associação 'Norte-americanos Unidos para a

Separação da Igreja do Estado' promete entrar na Jus-

tiça, caso a lei seja usada para ensinar religião de

forma camuflada nas escolas.



**MEDICINA** Má alimentação na gestação e na amamentação compromete saúde dos filhos

## VOCÊ É O QUE SUA MÃE COME

Se confirmados, os resultados de um estudo irão introduzir uma modificação no dito popular “Você é o que você come”, que passaria a algo como “Você é o que sua mãe comeu”. Ratas alimentadas com comida processada, na gravidez e na amamentação, geraram crias com maior quantidade de gordura no sangue e em torno dos grandes órgãos, o que é sabidamente um risco para o desenvolvimento de diabetes do tipo 2 e de doenças cardiovasculares. Esses malefícios estenderam-se ao longo da fase adulta da cria.

Os filhotes de mães alimentadas com comida rica em gordura nasceram mais obesos e apresentavam um apetite maior para esse tipo de comida. A parte mais preocupante foi que, mesmo alterando a dieta desses animais na infância, os efeitos colaterais decorrentes da alimentação das mães estenderam-se pela adolescência e fase adulta. Ou seja, os danos se mostraram irreversíveis. Esses filhotes apresentavam altos níveis de colesterol e triglicérides, que são fatores de risco para doenças cardiovasculares. Insulina e açúcar no sangue também se mantiveram altos, o que pode levar ao desenvolvimento de diabetes do tipo 2.

### Sobre ratos e humanos

Houve diferenças entre sexos: machos nascidos de mães mal alimentadas apresentaram, no sangue, maior nível de insulina, mas quantidades normais de açúcar. Já com as fêmeas ocorreu o reverso: níveis normais de insulina e altos níveis de açúcar, sendo, porém, que estas se mostraram mais propensas à obesidade.

Os autores, Stéphanie Bayol e Neil Stickland, da Faculdade Real de Veterinária, em Londres (Reino Unido), afirmam, com alguma ênfase, que os mesmos princípios podem ser aplicados a humanos, apesar da discordância de especialistas.

Os animais nesse novo estudo foram alimentados com salgadinhos em pacotes, queijo processado e vários tipos de bolinho.

*Journal of Physiology*, v. 586, pp. 3.219-3.230, 2008



© LAURA DOSS/CORBIS/LATINSTOCK

## NEUROSCIÊNCIAS

### ALZHEIMER: RESULTADOS ANIMADORES

Poucos dias depois da primeira dose oral, uma nova droga melhorou o aprendizado e a memória de camundongos modificados geneticamente para terem um quadro semelhante à doença de Alzheimer humana – quadro neurodegenerativo marcado pela falta de memória. Os pesquisadores, que classificaram os resultados como “extraordinários”, mostraram-se esperançosos com o uso da substância em humanos.

Estudos recentes mostraram que há uma relação direta entre a falta de íons (principalmente, de cobre e zinco) no interior das células cerebrais (neurônios) e o acúmulo de uma proteína, chamada beta-amilóide, fora delas. A nova droga, conhecida pela sigla PBT2, foi capaz de reverter esse quadro.

Os camundongos transgênicos, programados geneticamente para apresentar um quadro semelhante ao Alzheimer humano, apresentaram melhoras muito significativas de aprendizado e memória. E, poucas horas depois da administração oral da droga, notou-se a diminuição da beta-amilóide.

Até aqui, tudo não passa de uma grande esperança. Explica-se: outros compostos já demonstraram no passado resultados igualmente animadores, mas acabaram em um beco sem saída e foram descartados. Além disso, a doença em camundongos não é exatamente igual à que afeta humanos. Portanto, uma dose de ceticismo cai bem.

Feita essa ressalva, um lado bom da notícia: estudos recentes com a administração do PBT2 via oral em humanos mostraram que o composto apresentou resultados que possibilitam seguir com as pesquisas, embora ainda haja um longo caminho a percorrer antes do surgimento de uma droga para tratar o Alzheimer.

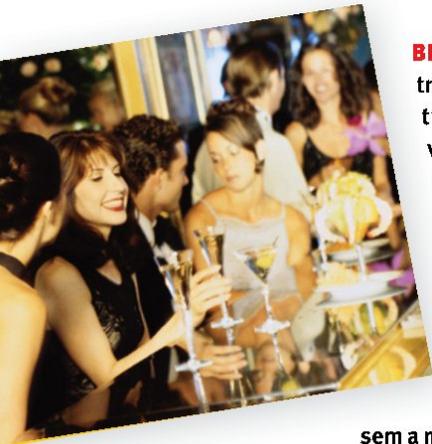
A PBT2 é uma segunda geração de uma classe de compostos capaz de transportar íons através da membrana das células.

*Neuron*, 10/07/08



Operárias da espécie *Atta colombica* cortando e transportando pedaços de folha

**FORMIGAS ESPERTAS** • Ao encontrarem um obstáculo na trilha entre o local em que recolhiam o alimento (folhas) e o ninho, formigas-cortadeiras da espécie *Atta colombica* aprenderam rapidamente o que não fazer. O obstáculo, no caso, era uma peça de plástico, na forma de um túnel, que impedia que as formigas passassem carregando folhas inteiras. Os autores esperavam que ocorresse um ‘congestionamento’ na boca do túnel. Porém, para a surpresa deles, isso nunca aconteceu, porque os insetos aprenderam rapidamente que, para driblar a dificuldade, o melhor seria carregar pedaços menores de folhas. Segundo os autores, em menos de 24 horas as formigas não só estavam carregando fragmentos de folha, mas também os cortando em forma arredondada, o que maximiza a área transportada. Notou-se também uma segunda estratégia: três vezes mais indivíduos passaram a carregar folhas. (*Animal Cognition*, 17/07/08 on-line)



**BEBER DEMAIS É MODA?** • Pode parecer estranho, mas os especialistas afirmam, com a tranquilidade de quem está amparado por vários estudos (sérios), que obesidade e tabagismo são fortemente influenciados por contratos sociais. Ou seja, quem fuma ou é obeso tende a ter amigos que fumam ou são obesos. E isso vale para beber demasiadamente? Resultados recentes mostram que o hábito de beber em excesso pode ser explicado apenas (e tão-somente) pelo fato de as pessoas copiarem os amigos,

sem a necessidade de se apelar para leis, horário de

funcionamento de bares e restaurantes, preço das bebidas, salários dos trabalhadores ou mesmo declínio moral da sociedade. Ou seja, os autores defendem que consumir álcool em excesso é um fenômeno relacionado à moda. A idéia deles foi analisar o crescente aumento da ‘bebedeira’ entre jovens (incluindo mulheres) no Reino Unido, que acabam se comportando mal ou cometendo crimes. Em tempos de ‘lei seca’ no trânsito, o trabalho, feito com base em um modelo de computador e na avaliação do comportamento de 504 jovens voluntários entre 18 e 24 anos, traz uma consequência importante para a atualidade brasileira. Nas palavras de um dos autores: “Moda é suficiente para explicar como a ingestão em excesso de álcool se espalha.” E mais: segundo eles, as chances de tentar reverter essa tendência serão pequenas caso essa conclusão não seja levada em conta. Extrapolando os números obtidos na pesquisa, conclui-se que quase 1 milhão de jovens se embebada semanalmente no Reino Unido. (arxiv.org, disponível com o código 0806.3176)

## SINTONIA FINA



Baleia-jubarte salta para fora da água

Foi um pequeno passo para os homens, mas uma grande esperança para as baleias. No último encontro da Comissão Internacional de Caça à Baleia (mais conhecida pela sigla inglesa IWC), em Santiago (Chile), as duas mais proeminentes tendências chegaram à seguinte conclusão: podemos conversar. No caso, esses lados opostos da mesa são representados pelos países contra a caça (por exemplo, Estados Unidos, Reino Unido e Austrália) e pelos que matam os maiores mamíferos terrestres (nesse caso, os grandes representantes são Noruega, Islândia e Japão). Por sinal, este último mata espécimes na região da Antártida sob a pretensa rubrica de ‘programa de caça científica’, na qual, obviamente, ninguém acredita. O adjetivo ‘pequeno passo’ justifica-se: as opiniões das duas correntes são (bem) diferentes. Além disso, há certo consenso (leia-se, pessimismo) sobre o futuro do que foi estabelecido agora. Ou seja, as chances são (bem) baixas de que, no futuro, a caça da baleia cesse de vez. A parte elogiada da reunião foi um acordo para que se estude o impacto das mudanças climáticas sobre as baleias. Com o número de animais abatidos crescendo, a ala que não ficou nada satisfeita foi a dos ecologistas, para a qual só há uma saída honrosa para a questão: morte zero. No encontro, foram desbancadas (com dados científicos) as alegações defendidas pelos ‘pró-matança’ de que é preciso abater as baleias, pois elas acabam com os estoques de peixes comerciais e, em consequência, podem agravar a fome mundial (isso parece colocar baleias e biocombustíveis brasileiros do mesmo lado da questão). Na única questão votada no encontro, o Canadá tentou aprovar a caça das baleias-jubarte pela comunidade indígena Inuit. Acabou derrotado. A próxima reunião será em Portugal, no ano que vem. Mais informações (em inglês) em <http://www.iwcoffice.org/>

FÍSICA

STRADIVARIUS: SEGREDO REVELADO

A quantidade de explicações para a expressividade e a projeção do som de um Stradivarius são proporcionais à fama desses violinos. Seria a geometria do corpo? O verniz? O ângulo do braço? Um misterioso ingrediente? Madeira de velhas igrejas? Técnica que se perdeu no tempo? Todas essas hipóteses agora parecem enfraquecer diante de apenas um argumento, baseado em evidências científicas: a densidade da madeira.

Para revelar um segredo de quase 300 anos, o pesquisador e violinista Berende Stoel, da Universidade de Leiden (Holanda), juntou-se ao fabricante de instrumentos Terry Borman, do estado norte-americano de Arkansas. Ambos submeteram sete violinos modernos (quatro deles feitos pelo próprio Borman) e cinco antigos a um exame de tomografia, empregando um programa de computador especialmente desenvolvido para acompanhar a eficácia do tratamento de problemas pulmonares.

Dois dos instrumentos antigos foram feitos por Antonio Stradivari (1644?-1737) e os demais por outro mestre italiano igualmente renomado, Giuseppe Guarneri Del Gesù (1698-1744).

Ao submeter os violinos a esse exame não invasivo, a dupla observou que,

na média, a densidade da madeira em todos os instrumentos era praticamente a mesma. Mas havia uma sutileza em relação aos violinos antigos: a densidade da madeira, tanto do tampo quanto do fundo, era mais uniformemente distribuída. Segundo os autores, aí está o segredo há tanto tempo perseguido por pesquisadores e músicos.

Variações na densidade da madeira resultam do modo como as árvores crescem. As partes centrais costumam ser menos densas, pois, no desenvolvimento da planta, têm como uma das tarefas o transporte de água. Já os anéis mais externos, por servirem como suporte estrutural, costumam ser mais densos. Isso vale principalmente para madeiras não tropicais, como é o caso dos violinos antigos.

Nos instrumentos modernos analisados, essa diferença de densidade foi marcadamente mais alta que nos violinos clássicos. Os resultados, acreditam os autores, ajudarão na manufatura de instrumentos com som mais semelhante aos feitos por Stradivari e Del Gesù.

Por que a madeira dos violinos antigos tem uma densidade mais uniforme? Stoel não sabe responder. Teria a ver com o clima na época em que as árvores cresceram? Com alguma técnica de tratamento perdida no tempo? De certo modo, o segredo continua.

Há dois anos, um Stradivarius, nome latinizado pelo qual o instrumento é mais conhecido, chegou a US\$ 3,5 milhões (cerca de R\$ 6 milhões) em um leilão. O violino favorito de um dos maiores virtuosos da história da música, o italiano Niccolò Paganini (1782-1840), era um Del Gesù, de 1742, batizado, em função da projeção de seu som, como 'O Canhão'.

*PLoS One*, 02/07/08

**Paganini, em desenho a carvão de Jean Auguste Dominique Ingres, feito por volta de 1820**



WIKIMEDIA COMMONS

SINTONIA FINA

Sir John Sulston, prêmio Nobel de Medicina em 2002, soltou o verbo. E o alvo foi a indústria farmacêutica, acusada de “corrupção moral”. O discurso, duro, foi feito na recente inauguração do Instituto para a Ciência, a Ética e a Inovação, na Universidade de Manchester (Reino Unido), do qual ele é presidente. Sulston aproveitou a cerimônia para reforçar suas preocupações com a privatização do conhecimento científico, bem como com as patentes de genes e de testes pela indústria. Falou também sobre um assunto que diz respeito aos brasileiros: a dificuldade de a população em geral ter acesso a medicamentos, como consequência da prioridade dada aos lucros e não à necessidade dos pacientes. Ele classificou essa dificuldade como uma crise mundial. O pesquisador diz que fazer propaganda de remédios sem contar às pessoas sobre os efeitos colaterais (citou especificamente a venda de antidepressivos no mercado norte-americano) pode não ser ilegal, mas certamente se enquadra no campo da “corrupção moral”. O novo instituto, que pretende discutir como a ciência é empregada neste século, começou, no mês passado, com uma conferência de um dia, bem ao estilo das idéias de Sulston: ‘A quem pertence a ciência?’.



WELLCOME TRUST/SANGER INSTITUTE

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

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

# Você é wallacista?

**Franklin Rumjanek**

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



É impossível ficar alheio aos 150 anos, a serem completados em 2009, do livro *A origem das espécies*, do naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882). É quase um dever celebrar essa obra, que marca uma mudança radical de pensamento humano em relação à natureza. No entanto, dificilmente uma mudança desse porte resulta do trabalho de apenas um indivíduo. A história da ciência revela que grandes descobertas resultam invariavelmente de contribuições de diversos atores. No final da seqüência, alguém propõe uma teoria integradora e abrangente. O ato associativo característico das idéias revolucionárias pode envolver mais de uma cabeça, às vezes muitas. Na verdade, em ciência, descobertas simultâneas e independentes parecem constituir a norma, e são resignadamente consideradas pelos cientistas como ‘ossos do ofício’.

A teoria da seleção natural, é claro, não poderia ser exceção. Para começar, Darwin não teve um lampejo de inspiração, elaborando seu livro a partir do nada. Muitos trabalhos anteriores lançaram as sementes da visão evolucionista. Nessa trajetória pode ser destacado o próprio avô de Darwin, Erasmus Darwin (1731-1802), que muito antes já nutria a idéia da seleção natural. A mensagem do avô, sem dúvida, sedimentou-se subliminarmente no neto. O francês Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829) também foi fundamental como promotor dessa idéia. Darwin inclusive admite, em *A origem das espécies*, a idéia de Lamarck de que características adquiridas pelos seres vivos poderiam ser transmitidas aos descendentes. Conhecida como ‘herança de caracteres adquiridos’, tal idéia seria refutada mais tarde, quando os mecanismos genéticos ficaram conhecidos. Mas a ‘sombra’ de Darwin foi o também inglês Alfred Russel Wallace (1823-1913), que trilhou praticamente o mesmo caminho.

Wallace colecionou besouros e os classificou de acordo com suas características anatômicas, realizou duas grandes viagens (uma à Amazônia e outra à Ásia), leu o economista Thomas Malthus (1766-1834) e finalmente escreveu o ensaio ‘Sobre a tendência das variedades de se distanciar indefinidamente a partir do tipo original’, enviado a Darwin, a quem Wallace admirava, para críticas e sugestões. Esse ensaio continha a mesma idéia que o colega já ‘cos-

turava’ há 20 anos. Foi essa consulta que precipitou a histórica apresentação conjunta dos dois trabalhos, em julho de 1858, na Sociedade Linneana, assim como a publicação de *A origem das espécies*.

Cabe aqui a pergunta: por que não nos referimos à teoria da seleção natural como ‘wallacismo’? Embora hoje vários autores tentem resgatar o papel igualmente importante de Wallace, a personalidade que o mundo reconhece nesse campo é sem dúvida a de Darwin. Ninguém faz peregrinação à casa de Wallace ou visita seu túmulo. Diversas interpretações tentam explicar como Darwin obscureceu Wallace. As mais comuns invocam a maior envergadura de Darwin como naturalista e sua forte inserção no círculo acadêmico da época. Como dizem Andrew Berry e Janet Browne em artigo (‘O outro caçador de besouros’) publicado recentemente (26 de junho) na revista científica *Nature*, a posteridade invariavelmente ignora o segundo lugar.

Mas por que esse ‘segundo lugar’? Pela cronologia registrada, Wallace poderia ter sido o primeiro a publicar a idéia da evolução por seleção natural. Não o fez talvez por insegurança e pela necessidade de obter a ‘bênção’ de Darwin antes de enfrentar as críticas que certamente viriam. Segundo Berry e Browne, o próprio Wallace teria contribuído para a equivocada noção de segundo lugar por sua postura genuinamente modesta e, sobretudo, de absoluta satisfação com o fato científico que emergiu. Ser coadjuvante nesse ‘drama’ já teria sido, para ele, suficientemente recompensador.

Algumas décadas mais tarde, outra personagem adotou a mesma atitude. A inglesa Rosalind Franklin (1920-1958), que indiretamente forneceu a James Watson dados experimentais fundamentais para a descrição da estrutura da molécula do DNA, ficou fascinada diante de um modelo correto, a ponto de não requerer para si uma parte dos louros. São exemplos raros de verdadeiros pioneiros que colocam a ciência acima do ego. ■

Em ciência, descobertas simultâneas e independentes parecem constituir a norma, e são resignadamente consideradas pelo cientistas como ‘ossos do ofício’



# OS COMBUSTÍVEIS DO EXERCÍCIO FÍSICO

*Tanto atletas de elite, nas competições, quanto pessoas comuns, em suas tarefas domésticas, estão realizando atividade física. Por trás de cada simples movimento de nosso corpo, existe uma complexa coordenação entre vários órgãos, comandada pelo sistema nervoso e envolvendo diversos hormônios. Além disso, como acontece com toda máquina, precisamos de certa quantidade de energia extra nesses momentos, e esta deve ser fornecida prontamente, ou não conseguiremos realizar o trabalho desejado. Este artigo discute como o corpo obtém energia a partir de moléculas orgânicas combustíveis, presentes nos alimentos que comemos ou em estoques no próprio corpo. Tais moléculas têm propriedades diferentes, sua utilização depende da intensidade e da duração da atividade física e o modo como são usadas respeita uma hierarquia entre os diferentes órgãos e sistemas do organismo.*

PHOTORESEARCHERS/LATINSTOCK

**Paulo Cesar de Carvalho Alves**

Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

**Costumamos dizer que estamos praticando exercício** quando o objetivo da atividade física é o esporte, a promoção da saúde ou a obtenção de uma aparência corporal específica (como emagrecer ou ficar musculoso). Na verdade, praticamos atividade física o tempo inteiro – mesmo dormindo ou repousando gastamos energia para continuar vivos (figura 1). Já a realização de movimentos determinados, visando alcançar um

índice específico (na dança ou no esporte, por exemplo, por lazer ou profissionalmente), pode ser definida como ‘performance’ (ou desempenho). No entanto, a busca obsessiva pelo melhor resultado muitas vezes ultrapassa os limites do funcionamento do corpo, prejudicando a saúde. O mesmo ocorre quando a atividade física é realizada em busca de uma identidade corporal, como no caso das pessoas que ▶

querem emagrecer rápido ou ficar muito musculosas e exageram nos recursos utilizados.

O funcionamento do corpo envolve a atuação integrada de diversos órgãos e sistemas. Estes têm estruturas e funções diferenciadas, mas uma análise em nível molecular revela que exibem muitas semelhanças, sobretudo quanto às reações químicas que ali ocorrem. Chamamos de 'metabolismo' esse conjunto de reações químicas que caracterizam o estado vital. Elas ocorrem continuamente, aceleradas por enzimas, formando vias de reações seqüenciais altamente integradas e finamente reguladas, para manter nossa máquina corporal estruturada. Por isso, o tempo inteiro o corpo realiza 'trabalho', pois sem este não há organização, e para realizar trabalho o suprimento de energia deve ser contínuo. Chamamos de 'catabolismo' o conjunto das vias químicas que liberam energia para processos que realizam trabalho, e de 'anabolismo' o conjunto das vias que usam essa energia para construir novas moléculas e manter o organismo funcionando. As reações catabólicas têm de ocorrer na mesma intensidade que as anabólicas para que o sistema atue com perfeição (figura 2).

Para que cada músculo específico seja movimentado na hora certa, com a força e a velocidade ideal, é necessário o comando e a coordenação do

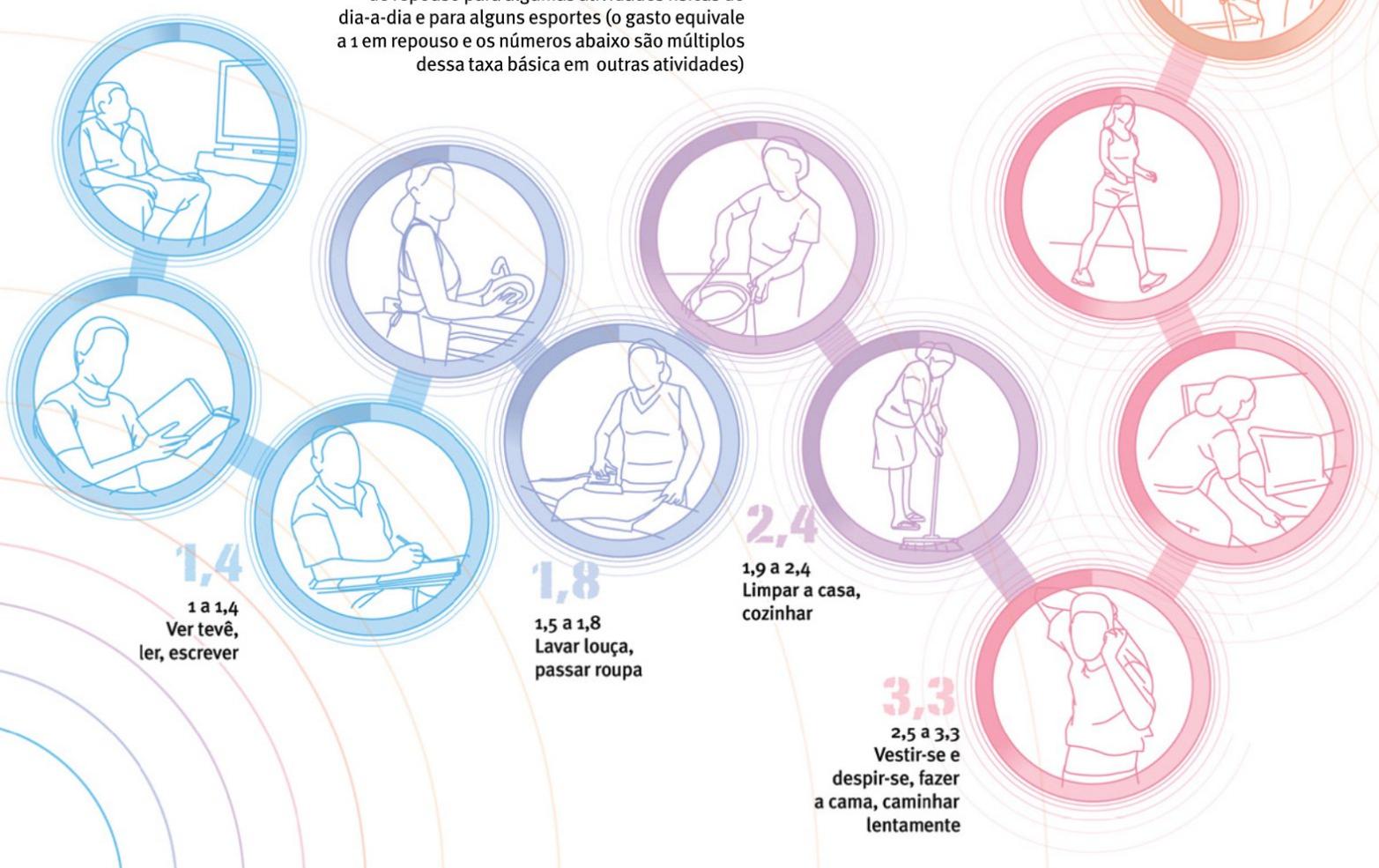
sistema nervoso. Este age como um maestro em uma orquestra: não pode falhar em momento algum, e para isso precisa receber um aporte constante de moléculas de glicose, sua principal fonte de energia, além de oxigênio, necessário para a perfeita retirada da energia contida na glicose (figura 3). Essa regra básica – o aporte constante de glicose e oxigênio ao sistema nervoso – vai determinar como os outros órgãos, inclusive os músculos, podem obter energia durante a atividade física.

ILUSTRAÇÕES: AUMIM

## DE ONDE VEM A ENERGIA?

Os agentes finais do movimento são os músculos que, quando se contraem, movem as diferentes partes do corpo, que são articuladas. Para que tanto a contração quanto o relaxamento do músculo ocorram, é necessário ter uma fonte de energia e um mecanismo capaz de direcionar esta para a maquinaria muscular. A principal energia usada para realizar trabalho em nosso organismo está contida nas ligações químicas do trifosfato de

Figura 1. Gasto de energia em relação ao estado de repouso para algumas atividades físicas do dia-a-dia e para alguns esportes (o gasto equivale a 1 em repouso e os números abaixo são múltiplos dessa taxa básica em outras atividades)



adenosina (conhecido pela sigla, em inglês, ATP) – nessa molécula, o composto adenosina está ligado a três radicais químicos que contêm fósforo, chamados de grupos fosfato (Pi). A quebra de uma dessas ligações, que gera difosfato de adenosina (ADP) e um grupo fosfato livre, libera a energia usada no processo que provoca a contração muscular.

A molécula de ATP deve ser imediatamente regenerada (por meio da religação entre ADP e um grupo fosfato) para que o fornecimento de energia não diminua. Para fazer isso, o organismo usa outra fonte de energia: as ligações químicas existentes nos chamados 'combustíveis' ▶

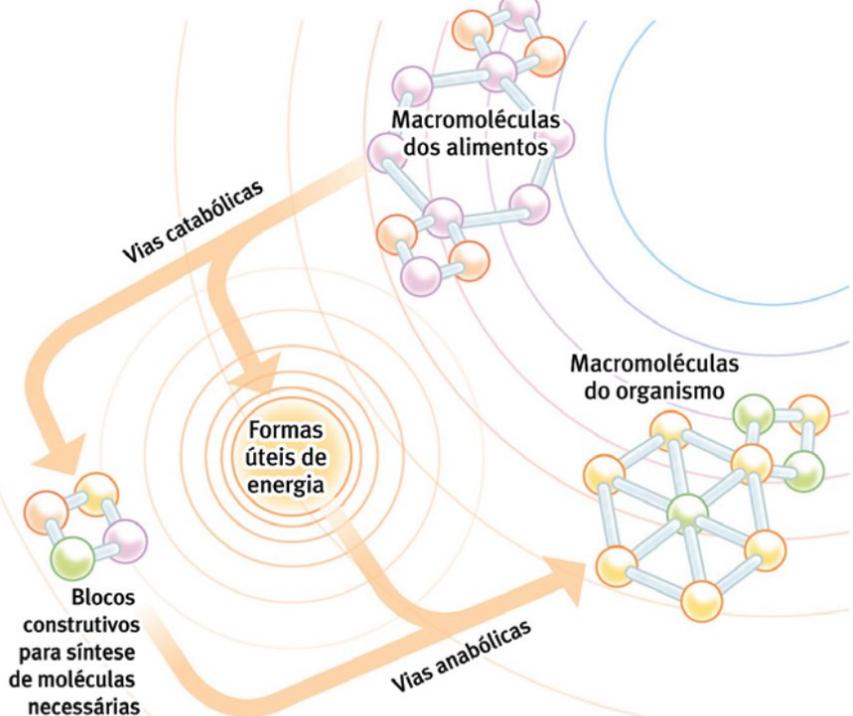


Figura 2. Na digestão e no uso dos estoques de combustíveis (reações catabólicas), o organismo desfaz moléculas maiores, como proteínas, amido, triglicerídios e outras, em seus constituintes (aminoácidos, glicose, ácidos graxos). Nas reações anabólicas, as moléculas menores são degradadas ainda mais para liberar a energia necessária para realizar trabalho ou usadas na síntese de outras moléculas

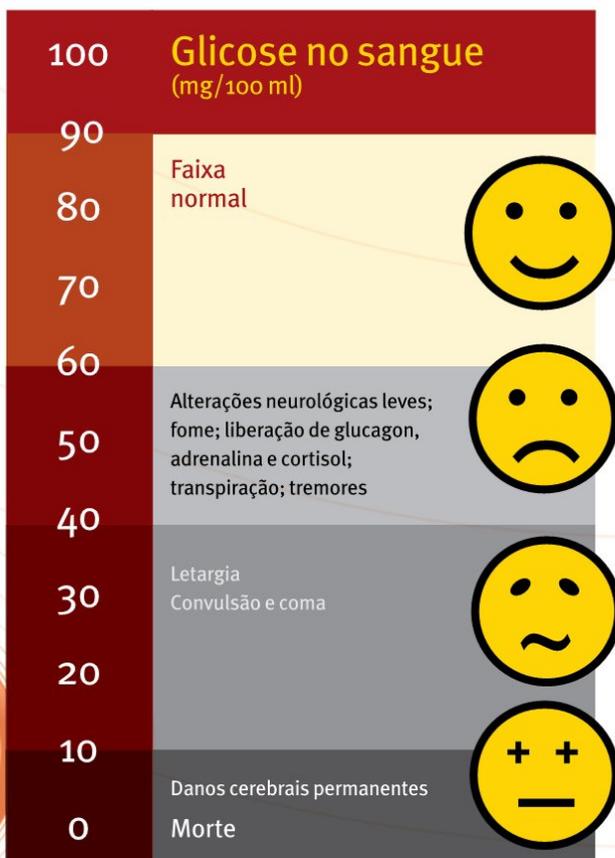


Figura 3. A redução da concentração de glicose no sangue (hipoglicemia) pode causar sérias alterações no sistema nervoso central, inclusive a morte

celulares': carboidratos (açúcares), ácidos graxos (presentes em gorduras) e aminoácidos (figura 4). A glicose, principal molécula combustível do grupo dos carboidratos, é estocada na forma de glicogênio. Os ácidos graxos, capazes de liberar mais energia que a glicose, são estocados principalmente no tecido adiposo, na forma de triglicerídios (gordura neutra). Já os aminoácidos, que não são estocados no corpo como proteínas de reserva, têm pequeno papel na produção de energia para a atividade física, embora sejam usados para gerar glicose em casos de jejum excessivo ou exercício físico muito prolongado (em uma maratona, por exemplo).

A energia contida nesses compostos é liberada por meio de reações muito espontâneas de oxidação (catabolismo), nas quais uma molécula (ou composto) cede elétrons a outra, ligando-se ou não a ela. Quando o oxigênio molecular ( $O_2$ ) participa diretamente da oxidação, em processos celulares, dizemos que há 'respiração celular'. É por esse processo que as mitocôndrias, organelas presentes nas células, produzem ATP. Fora das mitocôndrias, a única forma de regenerar a molécula de ATP, sem a participação do  $O_2$ , é a oxidação da glicose, e esta é a maneira mais rápida de repor a energia gasta pela célula.

## COMO ACELERAR A OFERTA

A velocidade com que o músculo esquelético gasta energia pode aumentar muito em frações de segundo. Não só quando um corredor de elite sai da linha de largada, em uma prova curta, para atingir a velocidade de 10 m por segundo em menos de um segundo, mas também quando estamos deitados na cama e nos levantamos para ir ao banheiro. Nesses momentos – guardadas as proporções –, a taxa com que o ATP estava sendo consumido na situação de repouso aumenta subitamente com a nova exigência muscular, e este precisa ser reciclado velozmente, ou a nova atividade não poderá ser mantida. Para isso, é preciso acelerar de imediato as vias catabólicas e assim transferir a energia química dos combustíveis para a reconstituição das ricas ligações de fosfato no ATP. Qual sistema deve ser ativado primeiro?

Temos a opção de usar a glicose ou os ácidos graxos como fonte de energia, mobilizados de seus estoques pela ação do hormônio adrenalina. Tais compostos têm diferentes potenciais – quantitativo ou qualitativo – de geração de energia. No caso em questão, o critério de quantidade não é o melhor, a princípio, já que a energia deve estar disponível com urgência. Assim, a melhor solução é a glicólise anaeróbica, ou seja, a quebra da molécula de glicose sem a participação do oxigênio molecular, fora da mitocôndria. Esse processo é o mais veloz para a reposição da energia gasta. Surge então outro problema: como obter glicose de modo tão rápido, se o músculo não pode captá-la livremente do sangue? Essa captação só ocorre logo após as refeições, quando estamos com excesso de açúcar no sangue, ou durante exercícios moderados de longa duração. Para contornar essa dificuldade, as células musculares têm um estoque próprio de glicose, na forma de glicogênio.

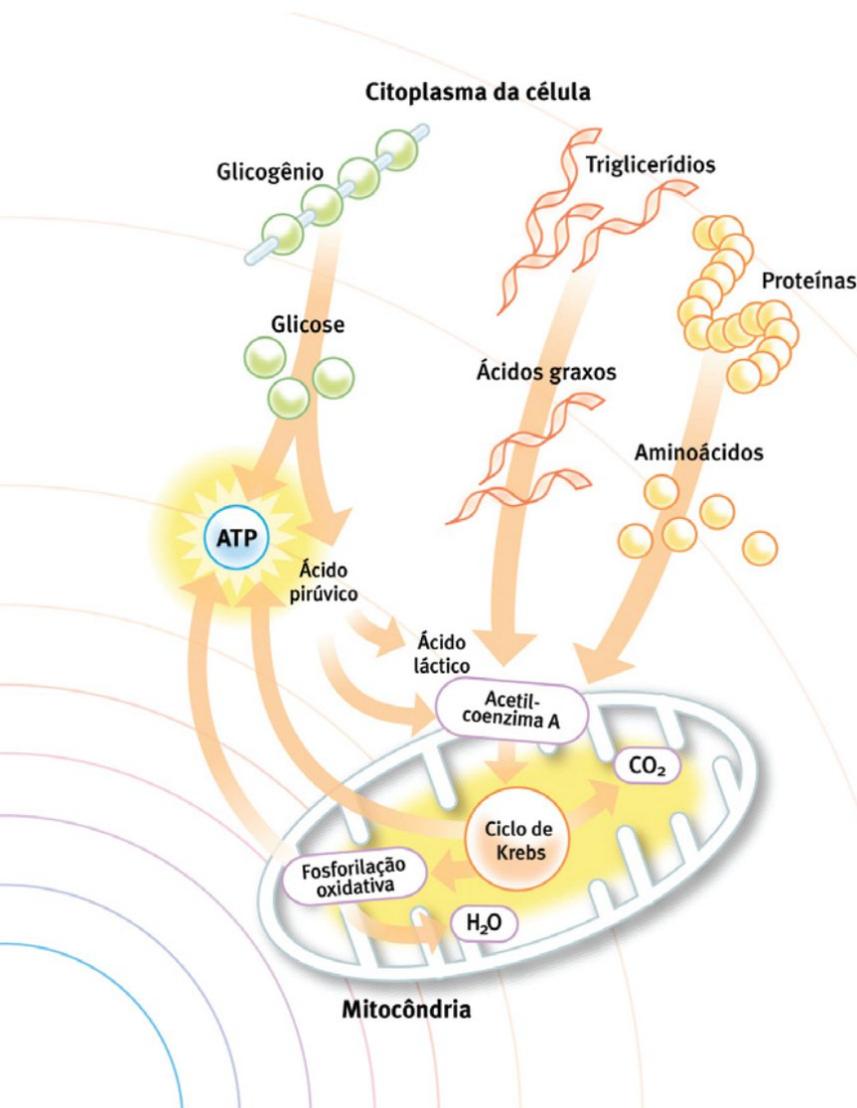


Figura 4. Três tipos de combustíveis são usados pelo organismo para gerar energia. A glicose, armazenada como glicogênio, permite a regeneração do ATP (principal fonte de energia celular) fora da mitocôndria e sem necessidade de oxigênio, gerando ácido láctico (ou lactato). Os ácidos graxos são estocados como triglicerídios e os aminoácidos vêm de alimentos ou proteínas do corpo. Esses combustíveis geram ácido pirúvico ou acetil-coenzima-A, usados nas mitocôndrias para regenerar ATP por dois processos interligados em seqüência (ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa)

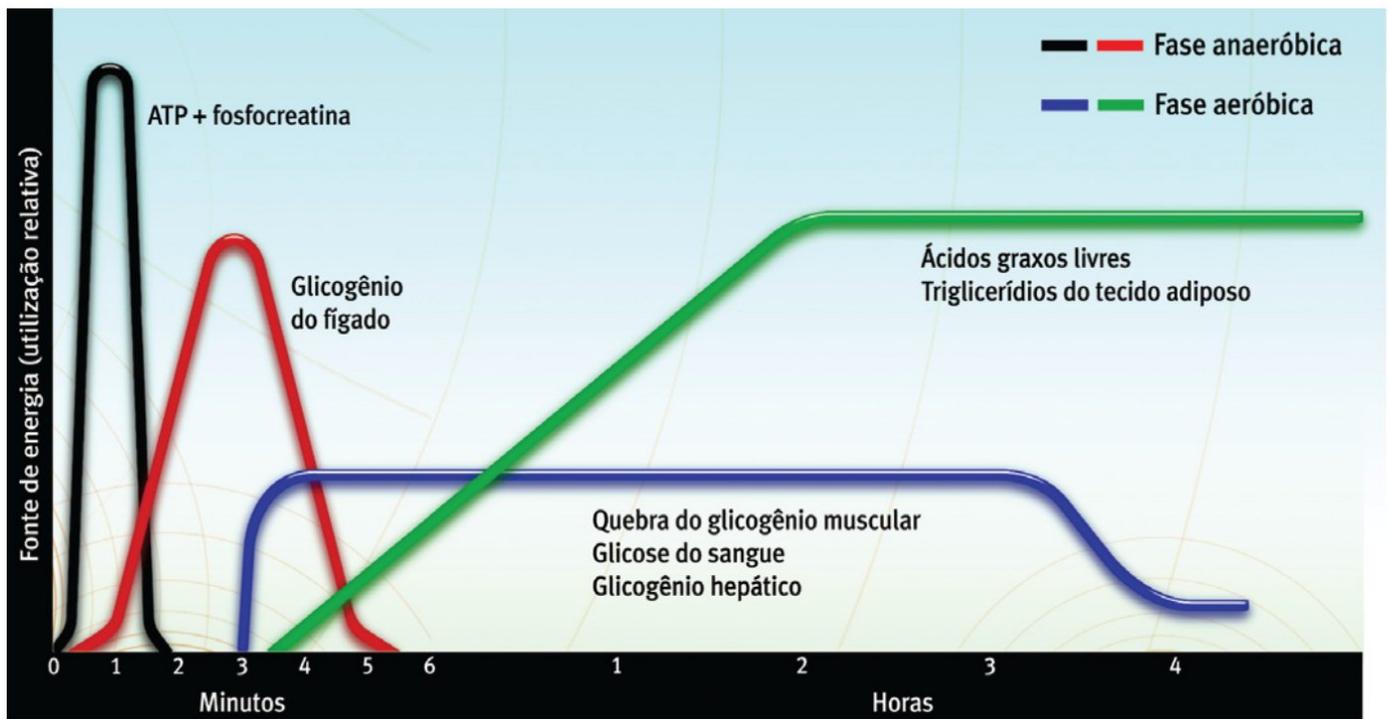


Figura 5. As fontes de energia para a contração e o relaxamento dos músculos variam durante o exercício. No primeiro minuto, a principal fonte é o ATP já existente e a fosfocreatina (linha preta). Enquanto isso, começa a quebra do glicogênio, que libera glicose (linha vermelha). Essa fase (anaeróbica, ou seja, sem oxigênio molecular) dura cerca de cinco minutos. Em seguida, na fase aeróbica, a glicose é processada nas mitocôndrias, reciclando ATP com mais eficiência (linha azul). Se o exercício continua, os ácidos graxos tornam-se a principal fonte energética, poupando os estoques de glicogênio (linha verde). Se a intensidade do exercício aumentar de repente, a fase anaeróbica recomeça

Essa resposta, na verdade, é parcialmente correta, já que a glicólise anaeróbica, por mais rápida que seja (apenas 12 reações enzimáticas para ir do glicogênio até o ácido láctico, subproduto final), ainda é muito lenta se comparada ao aumento súbito no gasto energético exigido, por exemplo, em competições. É aí que o músculo esquelético lança mão de seu grande trunfo: o sistema creatina/fosfocreatina. Nesse sistema, apenas uma reação enzimática retira um grupo fosfato da fosfocreatina (molécula presente nos músculos) e o liga à molécula de ADP, reconstituindo o ATP, o que permite sua reutilização, e gerando creatina livre.

A fosfocreatina atua como um pronto-socorro energético, em situações de urgência (figura 5). Com esse recurso, as células musculares adaptam-se ao novo ritmo e a glicólise anaeróbica passa a ocorrer em velocidade compatível com a intensidade do trabalho, tornando-se de novo a principal forma de regenerar ATP, a partir de ADP. Para isso, são usados os grupos fosfato que se acumularam nas células por causa da quebra acelerada de moléculas de ATP.

A glicólise gera ácido láctico e este é lançado na circulação sanguínea, na forma de lactato. Se o movimento súbito continuar e não for muito intenso (caminhar a passos normais, por exemplo), as mitocôndrias, que antes estavam 'esquentando as

turbinas', voltam a fazer a reciclagem do ATP gasto, por meio da respiração celular. Com isso, o ácido láctico deixa de ser produzido e a glicose é totalmente oxidada, em uma série de reações que consomem  $O_2$  e têm como produtos finais gás carbônico ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ ). Essa é a chamada 'fase aeróbica' do movimento.

Nessa fase, uma molécula de glicose pode gerar 19 vezes mais ATP que na fase anaeróbica, o que representa uma grande economia do precioso estoque de glicogênio do músculo. Essa reserva é preciosa porque, quando começa a se esgotar, o músculo entra no processo de fadiga local e pára de funcionar! Além disso, nunca se sabe se nos próximos instantes será necessário 'apertar o passo' por algum motivo, como pegar o ônibus que já está querendo ir embora, fugir de um predador (ou assaltante!) ou ultrapassar um competidor nos últimos metros de uma maratona.

Nessas situações (luta ou fuga), há um novo salto na exigência de energia para o trabalho muscular, salto que dificilmente é suportado pelos sistemas aeróbicos de reciclagem de ATP. Voltamos então a gastar a glicose anaerobicamente e a 'queimar' o glicogênio 19 vezes mais rápido (no mínimo!). Ou seja, precisa ter sobrado bastante no estoque. Nesse caso, a concentração de lactato no sangue aumen-

ta rapidamente, até chegar ao chamado limiar de lactato. Se insistirmos nesse ritmo, ou acima dele, a concentração de lactato no sangue sobe muito e nos sentimos 'enjoados'. Em breve o estoque de glicogênio muscular começa a se esgotar. É quando ocorre perda de força muscular (fadiga local), que pode ser seguida de dores, câimbras e, no extremo, da paralisação dos músculos.

Em todos os tipos de atividade física o hormônio adrenalina tem participação importante. Além dos efeitos sobre o sistema cardiorrespiratório, esse hormônio ajuda a acelerar a quebra do glicogênio muscular e hepático para liberar glicose para o músculo e o cérebro, respectivamente. Parte da glicose liberada pelo fígado, porém, pode ser captada pelos músculos em exercícios de longa duração, reduzindo a oferta para o cérebro. A adrenalina também ajuda a poupar glicogênio ao estimular paralelamente a mobilização dos estoques de triglicéridos no tecido adiposo.

Assim, quando nos mantemos em trabalho muscular aeróbico, nosso sangue começa a ser invadido por ácidos graxos liberados desses estoques (o mesmo ocorre quando ficamos em jejum). Estes são usados como fonte de energia para o

## ENZIMAS E TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA

O autor pesquisa, desde sua graduação em medicina, a atuação das enzimas (chamadas de ATPases) que transferem a energia do ATP para os processos celulares, como a contração e relaxamento musculares. Além disso, escreve capítulos de livros didáticos sobre bioquímica do exercício e edita livros sobre metabolismo e sobre as origens moleculares de diversas doenças.

fígado, o coração, os músculos esqueléticos e outros órgãos e tecidos, exceto o cérebro e as hemácias (glóbulos vermelhos). Portanto, a glicose é poupada. Aliás, o músculo esquelético, principalmente em repouso, prefere usar ácidos graxos, em vez de glicose. É por isso que emagrecemos lentamente quando dormimos ou ficamos em jejum. No entanto, se alguém quer de fato emagrecer, não deve ficar dormindo: deve seguir uma dieta com quantidades adequadas de calorias e fazer exercícios aeróbicos.

## FIBRAS BRANCAS E VERMELHAS

Em todas as fases do exercício descritas até agora, as responsáveis pelos movimentos são fibras especializadas existentes em nossos músculos, que podem ser divididas em duas categorias principais: as fibras de contração rápida (tipo II b) e as de contração lenta (tipo I e tipo II a).

As de contração rápida são encontradas em grandes quantidades em músculos especializados em exercício de explosão, como o músculo do peito das galinhas, que só movem suas asas de maneira repentina e por tempo limitado. Como não usam muito oxigênio molecular, esses tipos de músculo têm poucos vasos sanguíneos, poucas mitocôndrias e pouca mioglobina (proteína muscular que estoca oxigênio, semelhante à hemoglobina do sangue).

Já as de contração lenta ocorrem em maior quantidade em músculos especializados em fazer movimentos contínuos por muito tempo, como o músculo do peito das aves migratórias, que trabalham muitas horas sem parar. Podemos concluir que estas são as fibras 'vermelhas', pois, como precisam de muito oxigênio para realizar trabalho aeróbico, são muito vascularizadas, têm muitas mitocôndrias e muita mioglobina.

Até os tipos de algumas das proteínas (miosinas) dos filamentos que se contraem nesses dois tipos de fibras são diferentes. A maioria dos músculos humanos é composta por uma mescla dessas duas fibras. Nos exercícios de baixa a média intensidade, são utilizadas as fibras de contração lenta (aeróbicas), mas, à medida que a intensidade do exercício aumenta, entram em ação também as de contração rápida (anaeróbicas).

## OS LIMITES DO EXERCÍCIO

A busca de melhor desempenho por atletas profissionais – e até por amadores – leva muitas pessoas ao uso de recursos que põem em risco a saúde (chamados de *doping*), como hormônios esteróides anabolizantes, que aumentam a massa muscular, ou as anfetaminas, que estimulam o sistema nervoso central. Entre os recursos lícitos está o treinamento, que desenvolve naturalmente a capacidade de nossos órgãos e sistemas de realizar exercícios específicos, levando ao condicionamento físico. Também podem ser citados os recursos nutricionais, como uma alimentação adequada, contendo as biomoléculas necessárias para reforçar a estrutura muscular ou criar reservas energéticas adequadas.

Muitos estudos têm sido feitos para compreender os processos envolvidos no condicionamento e determinar os limites impostos pela fadiga. Esta ocorre durante a atividade física e limita a performance. A fadiga parece ter um componente ‘periférico’ (decorrente de fatores ligados ao músculo em movimento) e outro ‘central’ (decorrente de alterações do sistema nervoso central, na motivação para realizar a atividade). A principal causa de fadiga periférica é a exaustão dos estoques de glicogênio nos músculos, que impede tanto o uso de ácidos graxos como combustível, nos exercícios de longa duração, porque a oxidação desses ácidos depende de outra molécula difícil de obter nessas condições, quanto a realização de exercícios de alta intensidade, pois estes dependem de quantidades grandes de glicose para gerar energia rapidamente. Nos exercícios intensos, alterações da acidez dos músculos e/ou acúmulo de subprodutos das reações (como o fosfato livre) parecem inibir a atividade de enzimas-chave para o uso da glicose. Já a fadiga central parece estar ligada à síntese do neurotransmissor serotonina em certas regiões do cérebro, que levaria a menor disposição para a atividade física.

Compreender os mecanismos dos dois tipos de fadiga pode ajudar a evitar ou superar o problema. É preciso ter em mente, porém, que a fadiga é um mecanismo de preservação do organismo diante de uma situação que pode causar danos severos, às vezes irreversíveis. Portanto, deve ser respeitada como um sinal de alerta.

Mais recentemente, com os avanços da biologia molecular e do controle da expressão de genes nos seres vivos, um novo tipo de *doping*, diferente da ingestão de compostos químicos, está prestes a acontecer: o *doping* genético. Talvez já exista e não

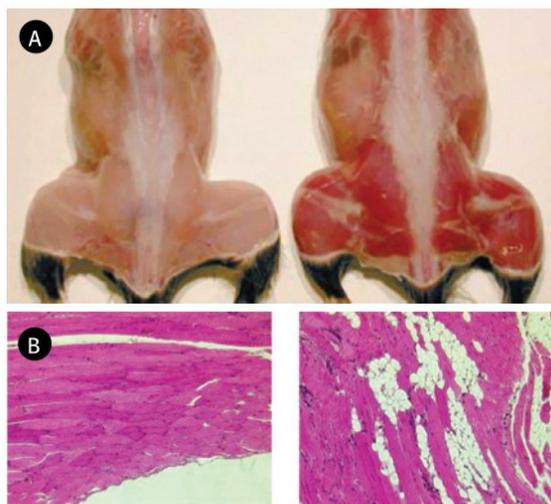


Figura 6. Comparação entre camundongos normais (esquerda) e com modificações genéticas que alteraram seus músculos (direita). Animais transgênicos com maior expressão de um gene (PGC-1) mostram aumento de fibras vermelhas no dorso e nas patas traseiras (A). Já o supercamundongo, com maior expressão de uma enzima (PEPCK-C), além de ter mais mitocôndrias nas células, apresenta aumento (visto em microscópio óptico) de estoques de gordura (regiões brancas) no músculo da pata (B)

saibamos, pois o crime surge sempre antes da lei. Hoje, por exemplo, são bem conhecidos os fatores biológicos que controlam a proporção dos dois tipos de fibras nos músculos. Já podem ser criados em laboratório camundongos com alterações genéticas que têm maior proporção de um ou de outro tipo de fibra muscular, ou seja, capacitados para exercícios de alta intensidade ou de longa duração (figura 6).

Trabalho publicado recentemente revelou que camundongos com alterações genéticas que induzem a expressão nos músculos de uma enzima típica do fígado (conhecida pela sigla PEPCK-C) tornam-se superatletas. Esses animais podem correr cerca de 6 km a uma velocidade de 20 m por minuto, enquanto camundongos normais ficam esgotados após 200 m nessa velocidade! Eles também apresentam, em relação aos normais, capacidade aeróbica 25% maior e menos da metade da concentração de lactato no sangue durante o exercício. O mais espantoso: comem 60% mais comida e têm metade do peso dos ‘primos’ não transgênicos! Além disso, vivem mais, e aos 2,5 anos (já ‘velhinhos’ para camundongos) correm o dobro da distância atingida pelos animais normais de seis meses a um ano de idade (jovens adultos). A explicação parece estar no aumento da capacidade, nos animais transgênicos, de usar os ácidos graxos como combustível. Agora que já fabricaram o supercamundongo, não deve demorar muito para vermos nas pistas de atletismo os super-homens!

### SUGESTÕES PARA LEITURA

- CONNELLY, A.S. & CARPENTER, W.H. ‘Fuel utilization during exercise, aerobic and anaerobic metabolism, control of muscle protein metabolism/ anabolism’ (disponível em [www.cellinteractive.com/ucla/nutrition\\_101/phys\\_lect6.html](http://www.cellinteractive.com/ucla/nutrition_101/phys_lect6.html)).
- CAMERON, L.C. & MACHADO, M. (Eds.) *Tópicos avançados em bioquímica do exercício*. Rio de Janeiro, Ed. Shape, 2004.
- DA POIAN, A.T. ‘Introdução à ação hormonal’, in Da Poian & Carvalho-Alves (Eds.), *Hormônios e metabolismo: integração e correlações clínicas*. Rio de Janeiro, Atheneu, 2003.

*Tumores, malignos ou benignos, podem ser mais rígidos que o tecido sadio em torno deles. Com base nessa diferença de rigidez foi proposta, no início da década de 1990, uma nova modalidade de imagem médica: a elastografia por ultra-som, técnica não invasiva e sem risco para o paciente.*

*A elastografia pode ser considerada mais uma ferramenta no auxílio ao diagnóstico médico, principalmente em situações em que os exames manuais, como a palpação de mamas ou o toque da próstata, ficam muito dificultados – senão impossíveis – em função de a lesão ser muito pequena ou estar em regiões profundas do corpo.*

*Nestas quase duas décadas de vida, vários experimentos, inclusive no Brasil, demonstraram e ampliaram o potencial clínico da nova técnica, que poderia também ser empregada no diagnóstico de complicações do fígado em pacientes com cirrose, bem como na obtenção de imagens vasculares.*

**Théo Zeferino Pavan**

**Lucio Pereira Neves**

**Antonio Adilton Oliveira Carneiro**

*Grupo de Inovação em Instrumentação Médica e Ultra-som,  
Departamento de Física e Matemática,  
Faculdade de Filosofia,  
Ciências e Letras de Ribeirão Preto,  
Universidade de São Paulo*

# Elasto



# grafia por ultra-som

Uma **NOVA** modalidade  
de **imagem**

**O ser humano tem a capacidade de perceber** sons com frequências entre cerca de 20 hertz e 20 mil hertz (cada hertz, grandeza física cujo símbolo é Hz, equivale a uma vibração por segundo). O ultra-som é uma onda sonora com frequência superior ao limite da audição humana. Nos exames por ultra-sonografia, por exemplo, são usadas normalmente ondas com frequências entre 1 MHz e 15 MHz (cada megahertz, MHz, corresponde a 1 milhão de hertz), formadas por um tipo de material capaz de transformar energia elétrica em mecânica e vice-versa. Esse material é arranjado na superfície frontal do transdutor (dispositivo do equipamento de ultra-som que o médico coloca em contato com a pele do paciente na ultra-sonografia).

SP/LATINSTOCK



Figura 1. Esquema simplificado da formação da imagem por ultra-som. No detalhe, imagem real de um feto

As ondas de ultra-som são emitidas para o interior do corpo do paciente e, quando encontram uma interface entre duas estruturas diferentes, parte delas é refletida, fenômeno conhecido como eco. A formação desse eco segue o mesmo princípio daquele que ouvimos ao gritar, por exemplo, no interior de uma caverna. Nesse caso, o eco corresponde ao som refletido nas paredes da caverna. No caso de um aparelho de ultra-som, o eco que retorna das diferentes estruturas internas do tecido é convertido em sinal elétrico pelo transdutor e transferido para um computador, onde ele é processado e transformado em imagem.

A modalidade de imagem mais conhecida é a chamada modo B ('B' de brilho). Nessa modalidade, a amplitude do eco é diretamente transformada em tons de cinza. Quanto maior a amplitude, mais próxima ao branco fica a imagem; quanto menor, mais próxima ao preto. Na figura 1, pode-se observar a imagem, em modo B, de um feto.

## VARIAÇÕES DE DUREZA

A obtenção de imagem por ultra-som é um método eficiente e não invasivo para o diagnóstico médico. Diferentemente de técnicas como a radiografia e a tomografia computadorizada, essa técnica não uti-

liza radiações ionizantes (no caso, aquelas que podem danificar o material genético das células).

A aplicação médica do ultra-som começou em terapias e só depois chegou ao diagnóstico. Na década de 1920, seu poder de aquecer e destruir células já era utilizado contra lesões de pele em animais (hoje, uma das áreas de pesquisa em ultra-som que recebem mais recursos no mundo é a de tratamento ablativo de certas lesões tumorais, no qual ondas de ultra-som de alta intensidade são focalizadas para romper células anormais).

Desde então, nestas oito décadas, várias modalidades de imagens foram desenvolvidas, sendo que uma delas, baseada na variação de dureza dos diferentes tecidos, é denominada elastografia e está sendo implementada nos equipamentos de ultra-som.

## MENOS BIÓPSIAS

As características mecânicas dos tecidos moles dependem de sua constituição molecular, bem como da condição de sua vizinhança. Mudanças nessas características estão, geralmente, relacionadas com algum tipo de patologia. Por exemplo, tumor mamário benigno (fibroadenoma) é mais rígido que o tecido saudável, mas menos rígido que um do tipo maligno (carcinoma).

Usualmente, os médicos apalpam esses tecidos para obter informações sobre suas propriedades mecânicas. Dois exemplos amplamente conhecidos são: i) o exame de toque para identificar lesões na próstata; e ii) o método de palpação das mamas, que visa identificar lesões no interior delas. Entretanto, em muitos casos, apesar da diferença de dureza entre a lesão e o tecido normal circundante, o pequeno tamanho da lesão e/ou sua localização em regiões muito profundas do corpo tornam sua detecção e avaliação pelo exame manual difícil, senão impossível.

Por isso, para se obter uma avaliação mais precisa nesse tipo de exame, estão em desenvolvimento métodos que visam obter informação sobre as propriedades mecânicas do tecido. Em 1991, o pesquisador Jonathan Ophir, da Universidade do Texas (Estados Unidos), propôs uma modalidade de imagem por ultra-som para avaliar a rigidez dos tecidos moles, mais tarde denominada elastografia.

Segundo Ophir, o principal objetivo dessa nova técnica é encontrar a diferença das propriedades mecânicas entre os tumores de mama benignos e malignos e assim minimizar a realização de biópsias desnecessárias.

## RIGIDEZ DO TECIDO

A maior parte das biópsias indica que lesões de mama suspeitas são benignas. Dessa forma, um método rápido e não invasivo, como o exame de ultra-som, que identifique a natureza da lesão será de grande utilidade. Estudos recentes mostram que a elastografia apresenta resultados complementares aos da ultra-sonografia convencional para diferenciar essas lesões. Essa técnica também é capaz de diferenciar, com base na diferença de rigidez, vários tipos de tecido entre estruturas anatômicas normais.

A elastografia é uma técnica de imagem que representa a medida da taxa de deformação interna dos tecidos, quando estes são submetidos a uma tensão mecânica (ou seja, a uma força). Se algum tecido tiver rigidez diferente dos demais, então sua deformação pode ser maior ou menor que o restante do meio em que está inserido. Se o tecido estudado for mais rígido (maior módulo elástico), a deformação será menor. Caso seja menos rígido (menor módulo elástico), a deformação será maior.

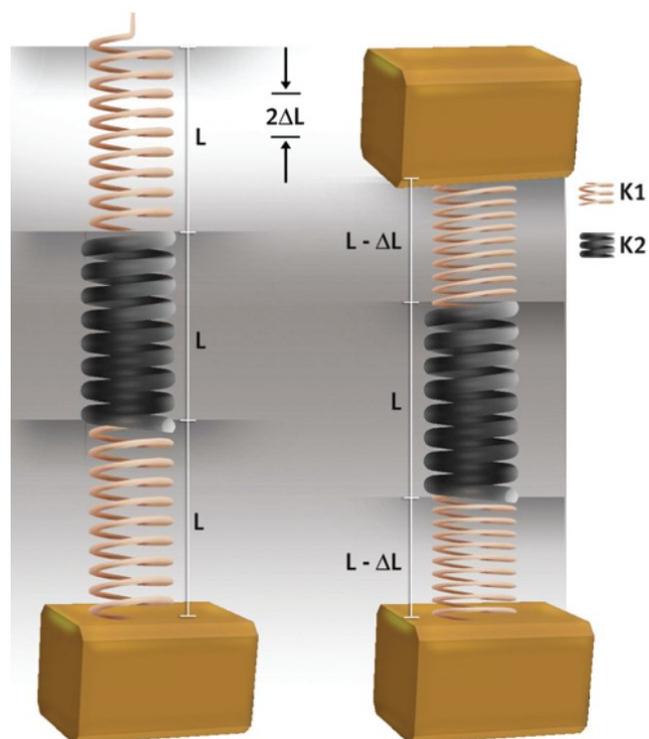
Figura 2. Esquema de três molas conectadas antes e após a aplicação de uma força sobre elas. A mola central, que tem constante elástica muito maior que a das demais, representa um tecido mais rígido e praticamente não deforma com a aplicação da força

Para entender melhor esse tipo de comportamento, vamos considerar um pequeno sistema de três molas para representar o tecido humano (figura 2). Essas três molas são presas em seqüência, sendo o tecido mais rígido representado pela mola central, que tem uma constante elástica maior que as demais. Pode-se imaginar a mola central como a lesão no interior do tecido, e o tecido circundante sadio como as outras duas, menos rígidas. Quando uma força externa é aplicada nesse conjunto, como acontece no exame de elastografia, as molas das extremidades sofrem uma deformação maior que a central.

## DEFORMAÇÕES DIFERENTES

Com esse procedimento, ou seja, o de se aplicar uma força externa ao meio que se quer avaliar, um perfil de deformação pode ser obtido. No caso das molas, a deformação sofrida pela mola central é menor que a sofrida pelas molas adjacentes. Esse perfil de deformação é evidentemente dependente da força aplicada. Quanto maior for a força aplicada, maior será a deformação das molas.

O módulo elástico da mola é a razão entre a força (ou tensão) aplicada nela e a deformação sofrida por ela. Na figura 2,  $L$  é o comprimento inicial do objeto em que foi aplicada a força, e  $\Delta L$ , o encurtamento sofrido pelo material. Assim, ao se aplicar



uma força conhecida e medindo-se as deformações, é possível construir um perfil do módulo elástico (perfil da rigidez) em uma dimensão.

Para trazer essa idéia para mais perto da realidade, considere as imagens da figura 3. Elas representam um conjunto de espumas, e entre elas foi inserida uma rolha, que é mais rígida que as espumas. A imagem da esquerda representa o sistema antes de ser aplicada uma força sobre ele, enquanto a da direita, esse mesmo sistema sendo comprimido. Nesta última situação, observa-se que, enquanto as espumas sofrem uma visível deformação, a rolha não tem sua forma alterada.

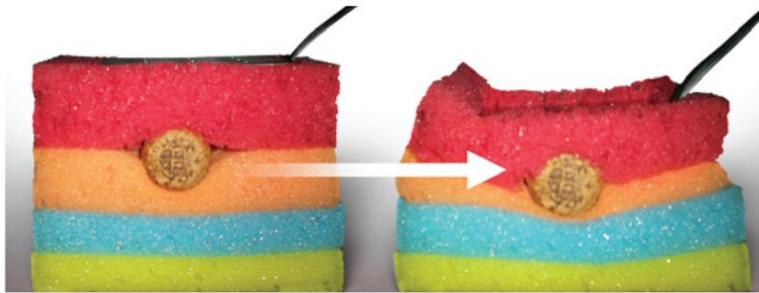
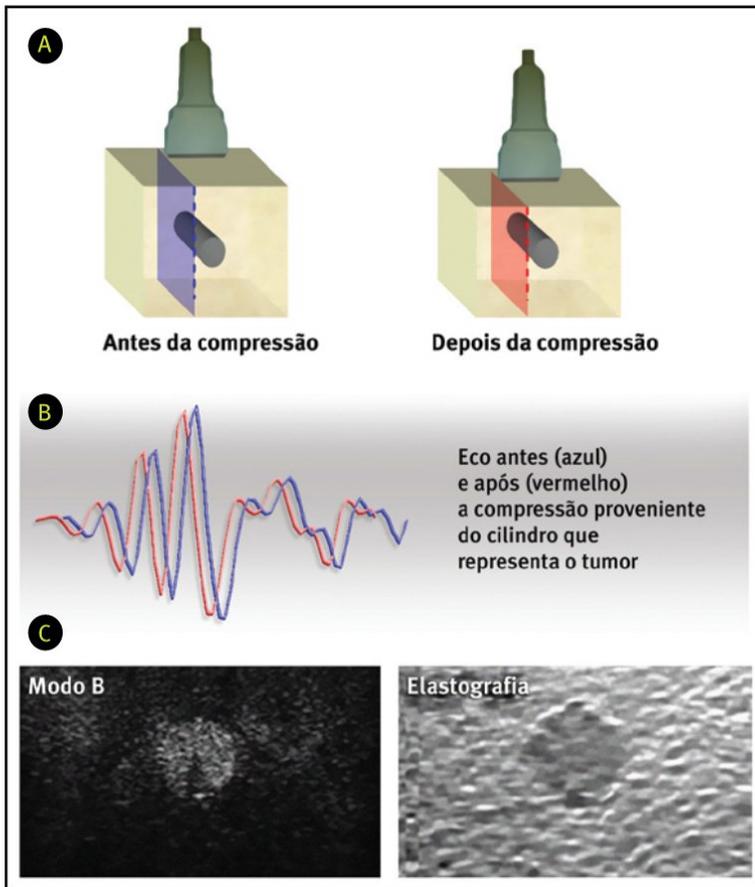


Figura 3. Camada de espumas com rolha inserida entre elas. À esquerda, caso em que não foi aplicada força à montagem. À direita, o conjunto comprimido. Neste último caso, fica evidente que as espumas foram deformadas, e a rolha, não



A rolha pode ser associada à mola central da figura 2, e as espumas às molas adjacentes. Nesse caso, as espumas podem ser também interpretadas como um tecido mole saudável, e a rolha, como um tumor, cujo tecido é mais rígido que o circundante.

Usando esse princípio, é possível gerar, a partir dos ecos de ultra-som, a imagem elastográfica, também denominada elastograma.

## OBTENÇÃO DO ELASTOGRAMA

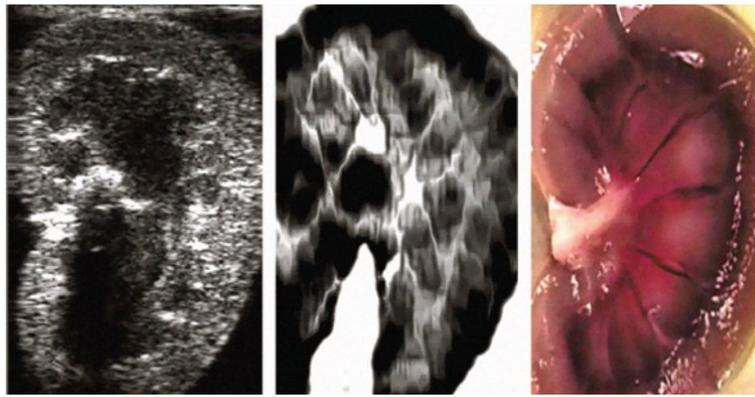
O elastograma é um mapa de deformação das estruturas internas do tecido. Para a obtenção dos elastogramas no exame de ultra-sonografia, o examinador deve pressionar levemente o transdutor contra o corpo do paciente, para que a deformação aplicada seja menor que 5% do tamanho total do tecido. Por exemplo, para uma região de 30 mm de profundidade no tecido, o deslocamento do transdutor na compressão do tecido deve ser menor que 1,5 mm.

Para uma melhor compreensão sobre a geração da imagem elastográfica de uma lesão no interior do tecido biológico, considere um bloco de tecido com uma lesão cilíndrica mais rígida em seu centro (figura 4). Como nas imagens das figuras 2 e 3, essa lesão apresenta menor deformação que o restante da estrutura, após a compressão.

Para gerar um mapa de deformação das estruturas internas, é preciso medir as deformações em pequenos segmentos axiais do tecido. Considerando que cada segmento no interior do tecido comprimido sofreu um deslocamento, então o elastograma é formado pela medida desses deslocamentos. Essas medidas são realizadas comparando os ecos adquiridos antes e após a deformação aplicada.

Figura 4. Esquema representativo da elastografia. Em A, material simula um tecido humano em cujo interior está um cilindro que representa um tumor, que é mais rígido que o tecido sadio. O eco proveniente do cilindro está mostrado antes e após a compressão (B). Após a compressão, o material mais rígido (cilindro), que pode ser imaginado como a mola central na figura 2 ou a rolha na figura 3, está mais próximo ao aparelho de ultra-som, o que faz o eco chegar mais rápido em relação à situação pré-compressão. Depois do processamento desses ecos, é possível obter a imagem elastográfica, aqui comparada com uma imagem convencional (modo B) de ultra-som (C). A imagem é apenas um corte do material simulador e, por isso, representa um círculo em vez de um cilindro

Figura 5. Rim de carneiro em corte longitudinal. Da esquerda para direita, ultra-sonografia convencional (modo B), imagem elastográfica e fotografia do corte anatómico correspondente



Quando o meio é deformado, os intervalos de tempo entre os picos dos ecos que retornam do tecido também são deslocados. Usando algoritmos matemáticos especialmente desenvolvidos para essa tarefa, estimam-se esses intervalos temporais entre os vários ecos obtidos antes e após a deformação.

Com um cálculo matemático relativamente simples, podemos chegar aos deslocamentos. No fundo, o que o programa de computador acoplado ao equipamento de ultra-sonografia fará é multiplicar velocidade (no caso, a velocidade média da onda ultra-sônica no interior do tecido, que é de 1.540 m/s) pelo tempo (os vários intervalos temporais entre os picos dos ecos obtidos antes e depois da deformação) para obter o valor do espaço (no caso, os deslocamentos). O elastograma, como dissemos, é um mapa com os vários valores dessas deformações sofridas pelo tecido.

Detalhes da formação do elastograma estão representados na figura 4. Tanto a imagem em modo B quanto a imagem elastográfica dessa figura foram feitas e processadas pelos autores deste artigo em colaboração com pesquisadores da Universidade de Wisconsin (Estados Unidos).

## POTENCIAL DA TÉCNICA

Há vários tipos de processamentos matemáticos capazes de detectar esse movimento das estruturas internas dos tecidos a partir dos ecos ultra-sônicos usados em elastografia. Um algoritmo que se mostrou muito eficiente e hoje já é empregado em aparelhos comerciais é conhecido como *Block Matching*, uma ferramenta muito utilizada em computação para detecção de movimentos em imagem (esse procedimento é mais conhecido por ser aplicado em técnicas de compressão de vídeo, como o formato MPEG). O algoritmo de *Block Matching* compara as características dos ecos obtidos antes e depois da deformação.

Em princípio, a elastografia pode ser usada para realizar imagens de qualquer elemento do corpo que seja acessível pela ultra-sonografia e nos quais pequenas compressões possam ser realizadas. Experimentos *in vitro* já demonstraram o potencial dessa

técnica para obter imagens da anatomia de diferentes estruturas.

A figura 5, por exemplo, mostra uma comparação da imagem elastográfica de um rim de carneiro com uma imagem convencional de ultra-sonografia (modo B) e a própria fotografia do corte anatómico correspondente. Essa figura mostra que a anatomia do rim é mais perceptível na imagem elastográfica do que na do ultra-som convencional.

## NA CLÍNICA MÉDICA

Embora a técnica elastográfica ainda esteja sendo aperfeiçoada, alguns equipamentos de ultra-sonografia já dispõem dessa modalidade de imagem. Cabe salientar que essa é uma técnica não invasiva e que não apresenta risco algum ao paciente. A deformação aplicada é de baixa intensidade, e a potência ultra-sônica aplicada ao tecido é a mesma usada na formação da imagem de ultra-som convencional.

Atualmente, com o avanço dos processadores e dos algoritmos matemáticos, as imagens são apresentadas em tempo real, paralelamente à imagem convencional. Entre as aplicações está a detecção de fibrose hepática, a identificação de tumores mamários e de próstata, além de imagens vasculares.

As pesquisas com essa nova técnica concentram-se basicamente em dois segmentos: i) avanços na interpretação das imagens para um diagnóstico clínico mais amplo; ii) aperfeiçoamento da forma de compressão do tecido durante o exame e das técnicas de processamento dos sinais obtidos, o que melhora a qualidade da imagem em tempo real.

O Grupo de Inovação em Instrumentação Médica e Ultra-som (do qual os autores fazem parte), da Universidade de São Paulo, *campus* Ribeirão Preto, é pioneiro na pesquisa em elastografia no Brasil e tem seu trabalho voltado principalmente para esse segundo segmento de pesquisa. ■

### SUGESTÕES PARA LEITURA

- RUMACK, C. M., WILSON, S. R., CHARBONEAU, J. W. *Tratado de ultra-sonografia diagnóstica* (Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2006).
- NEVES, L. P. 'Otimização de algoritmo Block Matching aplicado a estudos elastográficos'. Dissertação de mestrado em física aplicada à medicina e biologia defendida na Universidade de São Paulo em 2005.
- Na internet: Página do Grupo de Inovação em Instrumentação Médica e Ultra-som [www.giimus.usp.br/](http://www.giimus.usp.br/)

# *O potencial teórico de Oliveira Vianna*



*Uma interpretação da formação da sociedade brasileira ainda hoje instigante e controversa foi formulada, na primeira metade do século 20, por Francisco José de Oliveira Vianna (1883-1951). Este artigo apresenta, de modo introdutório, sua sociologia política, destacando a relevância de algumas das suas proposições e o interesse que ainda têm para a pesquisa da vida política brasileira.*

*O objetivo deste texto é, em um plano geral, contribuir para a discussão do potencial teórico que os chamados ensaios de interpretação do Brasil, modalidade de imaginação sociológica praticada entre o final do Império e o desenvolvimento das universidades nos anos 50, ainda apresentam para as ciências sociais. Isso não significa supor que as idéias de um autor possam ser inteiramente compreendidas sem que se levem em conta os problemas aos quais procuravam responder em seu contexto histórico; mas tampouco que o seu interesse se limite àquele contexto ou a sua individualidade histórica. A hipótese adotada aqui é a de que as interpretações do Brasil, como a de Oliveira Vianna, representam uma espécie de repertório a que nós, analistas contemporâneos, podemos recorrer para buscar motivação e perspectiva em nossas pesquisas.*

**André Botelho**

Instituto de Filosofia e Ciências Sociais,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**Nascido em Saquarema (RJ), Oliveira Vianna** foi catedrático da Faculdade de Direito do Estado do Rio, em Niterói, membro do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro e da Academia Brasileira de Letras, tendo ocupado diversos postos-chave na alta burocracia do Estado, chegando a ministro do Tribunal de Contas da União. Em sua interpretação do Brasil, evidenciou problemas cruciais da vida política brasileira, decorrentes, para ele, do papel da estrutura fundiária na configuração da vida social formada desde a colonização. Propriedades imensas, auto-suficientes e ainda por cima centros de gravitação das decisões políticas locais, ligando uma massa de homens livres pobres aos latifundiários, teriam dificultado o desenvolvimento do comércio, da indústria, das cidades e de seus atores sociais característicos. Isso é válido em especial para uma classe média independente, base social crucial para o vigor associativo das sociedades anglo-saxônicas tomadas como contraponto à formação brasileira.

No entanto, essa volta ao passado, no momento em que a modernização/urbanização começava a se impor significava, sobretudo, buscar perspectiva para pensar os dilemas do presente e as possibilidades de futuro da sociedade. Que Brasil moderno seria possível construir? A sociedade forjada no molde rural desapareceria?

Oliveira Vianna escrevia seus livros e artigos em sua casa, hoje transformada em um museu em sua memória

FOTOS CARLOS MAGNO

Para Vianna, apesar das mudanças em curso em sua época, algumas estruturas e atitudes sociais do nosso passado rural continuavam desempenhando papéis cruciais, em especial na vida política. Um exemplo era a problemática relação entre as esferas pública e privada na sociedade brasileira. Não apenas a fragilidade do público contrastava com a pujança do privado, mas tais esferas também se baralhavam, criando toda sorte de dilemas. Esse baralhamento trazia enormes dificuldades para a identificação e a associação, visando a interesses comuns, para além dos círculos domésticos originalmente ligados aos latifúndios. Também tornava as instituições públicas extremamente suscetíveis a programas voltados para a promoção de interesses particulares. Além disso, distorcia a vida política em uma trama de relações de fidelidades pessoais e contraprestação de favores envolvendo toda sorte de bens materiais, prestígio, controle de cargos públicos, votos etc. Em face dessa situação, para Vianna, seria urgente reorganizar, fortalecer e centralizar o Estado, único ator que, dotado dessas características, seria capaz de enfraquecer as oligarquias agrárias e sua ação corruptora das liberdades públicas e individuais e, desse modo, corrigir os defeitos da nossa formação nacional.

Justamente essa dimensão normativa da interpretação de Vianna despertou maior interesse em seus analistas. Permanecem abertas, no entanto, as controvérsias quanto ao ‘sentido’ de sua defesa do princípio ‘autoritário’ de ordenamento político da vida coletiva – autoritário pelo privilégio que concede à unidade e à ordem em detrimento do conflito e da transformação da própria estrutura social, como a reforma agrária, por exemplo. Assim, discute-se se aquela defesa é ‘substantiva’ ou apenas ‘instrumental’ (ou seja, se o formato político proposto seria transitório para a realização de uma sociedade liberal fundada na noção de direitos universais). O mesmo debate envolve sua visão ‘iberista’ da modernidade como alternativa ao liberalismo ‘anglo-saxão’ – novamente se esta seria ‘instrumental’ ou não. Contribuiu para essa polêmica, sem dúvida, a identificação pessoal de Vianna ao Estado Novo (a ditadura instaurada por Getúlio Vargas entre 1937 e 1945), no qual atuou decisivamente, sobretudo como consultor jurídico do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, tendo sido antes um dos responsáveis pela elaboração do anteprojeto para a Constituição de 1934 (considerada autoritária e centralista).

Embora as relações entre obra e trajetória de um autor não possam ser menosprezadas, é preciso cuidado para não assimilar uma pela outra, como se existisse uma predeterminação ou continuidade linear entre elas. Tal cuidado aplica-se no caso de Oliveira Vianna, a começar pelo fato de que suas idéias não permaneceram as mesmas, nem foram

sempre vencedoras nos embates intelectuais e institucionais que travou. Mesmo sua convicção ‘autoritária’ da ação transformadora do Estado, presente no primeiro volume de *Populações meridionais do Brasil* (1920), seu ensaio de estréia, foi tensa e descontínua ao longo do desenvolvimento da sua obra e da sua trajetória.

Por exemplo, a afirmação feita em *Instituições políticas brasileiras* (1949) de que os “complexos culturais” tenderiam à estabilidade revela não apenas uma maturação de idéias, mas uma nova percepção sobre os próprios limites da ação do Estado. Pois, ao mobilizar a cultura para enfatizar a inutilidade de reformas políticas e jurídicas feitas em desacordo com os valores assentados na sociedade pela tradição (o que chama de “direito costumeiro”), Vianna problematiza sua própria posição inicial sobre a capacidade de o Estado recriar a velha sociedade corrompida por práticas privatistas. Questão aprofundada no livro póstumo *Introdução à história social da economia capitalista no Brasil* (1958), no qual propõe justamente uma volta aos valores “patriarcais” e “pré-capitalistas” presentes nas origens da formação social brasileira como possibilidade de reordenação não-conflituosa da vida social.

## O social e o político

Quando passamos, porém, dos aspectos mais salientes – e mais datados – da obra e da trajetória de Oliveira Vianna e da recepção de suas idéias, entrando nos aspectos teóricos mais gerais, é possível identificar um conjunto de proposições que conferem a sua sociologia política um interesse mais amplo que o sentido normativo ao qual geralmente é associada. Essa posição, no entanto, não é consensual entre seus analistas contemporâneos. Há quem considere que, embora tenha sobrevivido como cultura política na formação de uma ‘ideologia autoritária’ de Estado, a sociologia política de Vianna estaria superada do ponto de vista cognitivo na prática das ciências sociais, pois, como resultado de um momento específico da sociedade brasileira (e da ‘pré-história’ das ciências sociais), ela se esgotaria em sua própria individualidade histórica.

Por outro lado, a sociologia política desse autor confrontou diferentes pesquisas produzidas pelas ciências sociais em âmbito universitário. Embora discordem do seu sentido político original, tais pesquisas aperfeiçoaram algumas das sugestões centrais de Vianna; como a de que mais do que simplesmente relacionar política e sociedade, cabe



ria à sociologia política investigar as bases sociais nas quais se assentava a vida política.

Penso que essas formas distintas de entendimento da sociologia política de Oliveira Vianna, como em outros casos semelhantes, remetem ao problema mais geral da relação das ciências sociais com seus clássicos e, em especial, à relação entre a pesquisa sobre eles e a busca atual de conhecimento. Questão que, no limite, expressa a competição pela própria definição da identidade cognitiva dessa disciplina. No que se refere às linhas contemporâneas da sociologia voltadas para a pesquisa dos clássicos, pode-se demarcar duas posições em geral contrastantes. Uma, que podemos denominar 'contextualista', afirma ser necessário reconstituir minuciosamente o contexto 'original' em que os autores e seus textos estavam inscritos. Outra, que seria a 'analítica', diz ser válido retomar aqueles textos a partir de questões próprias do (nosso) presente. Uma visão que simplesmente oponha essas perspectivas, porém, não é inevitável, nem desejável. É na tensão entre a intencionalidade do autor, isto é, levando em conta o que tencionava fazer ao escrever e atuar no contexto das questões da sua época, e a utilidade daquilo que realizou para a pesquisa sociológica

atual que se pode buscar um entendimento contemporâneo dos clássicos.

Tomo sob essa perspectiva uma questão central da sociologia política de Oliveira Vianna, questão que expressa de modo emblemático como uma interpretação fortemente interessada da realidade social pode produzir conhecimento sociológico relevante. Como se sabe, era lugar-comum da crítica conservadora da Primeira República (1889-1930), e não só dela, conferir às instituições republicanas uma legalidade sem correspondência na sociedade – como se existissem, descontraídos, um país 'legal' (o da Constituição liberal de 1891) e outro 'real' (o do dia-a-dia da sociedade). Esse lugar comum é 'confirmado' por evidências cotidianas de que os direitos, como princípios normativos universais associados à tradição liberal, não se efetivavam naquele contexto corrompido por toda sorte de práticas oligárquicas.

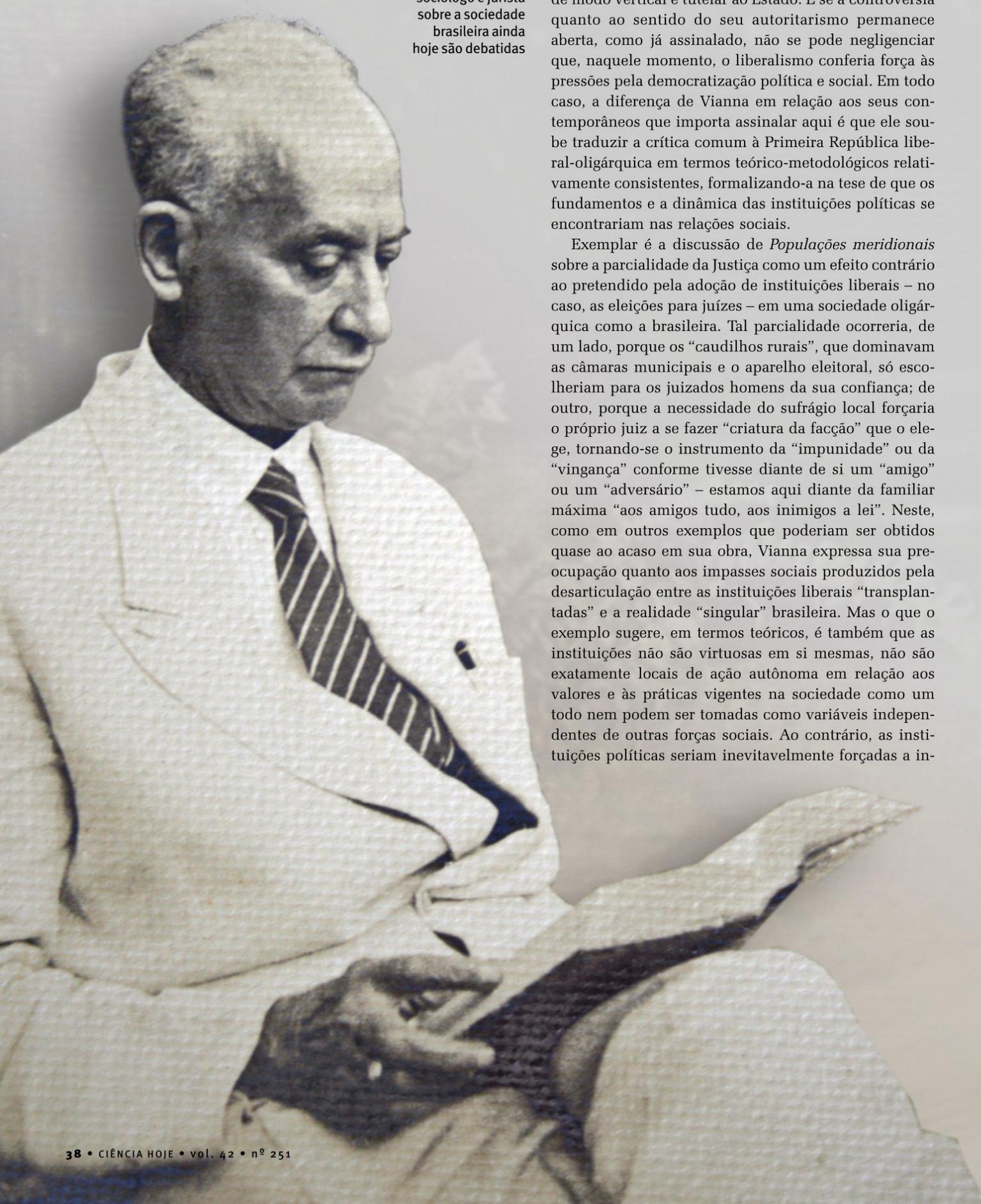
Como a maioria dos seus contemporâneos, embora com diferenças entre eles, Vianna descartou qualquer encaminhamento tipicamente liberal para a efetivação dos direitos e da cidadania. Formulou, antes, outra concepção de cidadania, que suprimia a noção de indivíduo como portador de direitos e

Folhas de rosto dos dois livros mais conhecidos de Oliveira Vianna

As idéias do sociólogo e jurista sobre a sociedade brasileira ainda hoje são debatidas

subordinava-o, como membro de um grupo profissional, de modo vertical e tutelar ao Estado. E se a controvérsia quanto ao sentido do seu autoritarismo permanece aberta, como já assinalado, não se pode negligenciar que, naquele momento, o liberalismo conferia força às pressões pela democratização política e social. Em todo caso, a diferença de Vianna em relação aos seus contemporâneos que importa assinalar aqui é que ele soube traduzir a crítica comum à Primeira República liberal-oligárquica em termos teórico-metodológicos relativamente consistentes, formalizando-a na tese de que os fundamentos e a dinâmica das instituições políticas se encontrariam nas relações sociais.

Exemplar é a discussão de *Populações meridionais* sobre a parcialidade da Justiça como um efeito contrário ao pretendido pela adoção de instituições liberais – no caso, as eleições para juízes – em uma sociedade oligárquica como a brasileira. Tal parcialidade ocorreria, de um lado, porque os “caudilhos rurais”, que dominavam as câmaras municipais e o aparelho eleitoral, só escolheriam para os juzados homens da sua confiança; de outro, porque a necessidade do sufrágio local forçaria o próprio juiz a se fazer “criatura da facção” que o elege, tornando-se o instrumento da “impunidade” ou da “vingança” conforme tivesse diante de si um “amigo” ou um “adversário” – estamos aqui diante da familiar máxima “aos amigos tudo, aos inimigos a lei”. Neste, como em outros exemplos que poderiam ser obtidos quase ao acaso em sua obra, Vianna expressa sua preocupação quanto aos impasses sociais produzidos pela desarticulação entre as instituições liberais “transplantadas” e a realidade “singular” brasileira. Mas o que o exemplo sugere, em termos teóricos, é também que as instituições não são virtuosas em si mesmas, não são exatamente locais de ação autônoma em relação aos valores e às práticas vigentes na sociedade como um todo nem podem ser tomadas como variáveis independentes de outras forças sociais. Ao contrário, as instituições políticas seriam inevitavelmente forçadas a in-



teragir com estruturas, relações e recursos sócio-históricos – e de poder legal e extralegal – mais amplos. Dessa interação resultaria a dinâmica possível que as instituições políticas assumiriam na sociedade.

Essa proposição teórico-metodológica, como já citado, foi crucial na definição de uma agenda de pesquisas da sociologia política brasileira posterior. Abrangendo continuidades e descontinuidades, integram essa agenda *Coronelismo, enxada e voto* (1949), do jurista e cientista político Victor Nunes Leal (1914-1985), diferentes pesquisas sobre política, messianismo e cultura rural da socióloga Maria Isaura Pereira de Queiroz e ainda *Homens livres na ordem escravocrata* (1964), da socióloga Maria Sylvia de Carvalho Franco, por exemplo. Muito resumidamente pode-se dizer que tais trabalhos levaram às últimas conseqüências a tese dos fundamentos sociais das instituições políticas de Vianna, tomando para si justamente a tarefa de investigar, com os recursos próprios da sociologia, os processos de aquisição, distribuição, organização e exercício de poder político e suas complexas relações com a estrutura social brasileira.

Por isso eles voltaram ao passado da sociedade brasileira para tratar de fenômenos já assinalados por Oliveira Vianna, como “mandonismo”, “coronelismo”, “relações de favor”, “parentela”, “voto de cabresto” e “exercício personalizado do poder”. As relações de dominação política não se sustentam sem uma base social de legitimação, e por essa razão esses fenômenos foram vistos – tal como por Vianna – integrando um “sistema de reciprocidades” assimétricas que envolveria relações diretas, pessoalizadas e violentas engendradas entre os diferentes grupos

sociais. Estas seriam as bases sociais da vida política brasileira. Como as inovações institucionais não se realizariam em um vazio de relações sociais, essas bases não poderiam ser menosprezadas, mesmo consumada a passagem da sociedade rural à urbana.

## Entre o passado e o futuro

Em suma, a tese de Oliveira Vianna sobre os fundamentos e a dinâmica social das instituições políticas teve desdobramentos e contribuiu para a formação de uma abordagem especificamente sociológica da política. Tal abordagem evita uma lógica institucional autônoma, segundo a qual as instituições em si mesmas seriam capazes de transformar a dinâmica social, privilegiando a investigação das bases sociais da vida política, suas complexas relações com a estrutura social. Ao problematizar a interação entre instituições políticas e vida social, de um lado, e a capacidade de ação de indivíduos e grupos e o condicionamento dessas ações pelas estruturas sociais, de outro, também essa vertente da sociologia política apresenta ganhos cognitivos importantes para a compreensão de certos desafios ainda abertos à cidadania democrática no Brasil. Como, por exemplo, o do associativismo, condição da democracia quando a consideramos também do ponto de vista societário (e não exclusivamente institucional). Fenômeno social que, apesar do seu crescimento em nossa história recente, continua não apenas frágil como ainda muito marcado por princípios de identidade e de conduta pouco universalistas, o que acaba por fortalecer uma atitude cética em relação às próprias instituições políticas.

Além disso, em meio ao labirinto da especialização acadêmica contemporânea, não será exagero afirmar que as interpretações do Brasil oferecem um espaço social de comunicação entre presente, passado e futuro que pode nos dar uma visão mais integrada e consistente da dimensão de processo que o nosso presente ainda oculta. Afinal, será mesmo que, apesar das mudanças sociais e institucionais dos últimos tempos, aquilo que Oliveira Vianna identificou – o baralhamento entre público e privado e suas conseqüências no modo como lidamos cotidianamente com as instituições e a vida política – simplesmente desapareceu? Creio que não faltarão elementos no horizonte pessoal do leitor para que ele mesmo possa responder à pergunta. ■

### SUGESTÕES PARA LEITURA

- BASTOS, E.R. & MORAES, J.Q. (Orgs.). *O pensamento de Oliveira Vianna*. Campinas, Ed. Unicamp, 1997.
- BOTELHO, A. ‘Seqüências de uma sociologia política brasileira’, in *Dados*, v. 50, nº 1, p. 49, 2007.
- BRANDÃO, G.M. *Linhagens do pensamento político brasileiro*. São Paulo, Hucit, 2007.
- BRASIL Jr., A. ‘Oliveira Vianna e os dilemas da ação coletiva no Brasil’, in *Perspectivas*, v. 31, p. 65, 2007.
- CARVALHO, J.M. ‘Populações meridionais do Brasil – Introdução crítica’, in *Intérpretes do Brasil* (v. 1). Rio de Janeiro, Nova Aguilar, 2000.
- SILVA, R. ‘Sociologia política e ideologia autoritária’, in *Política e Sociedade*, v.1, nº 1, p. 103, 2002.

O museu Casa de Oliveira Vianna, em Niterói

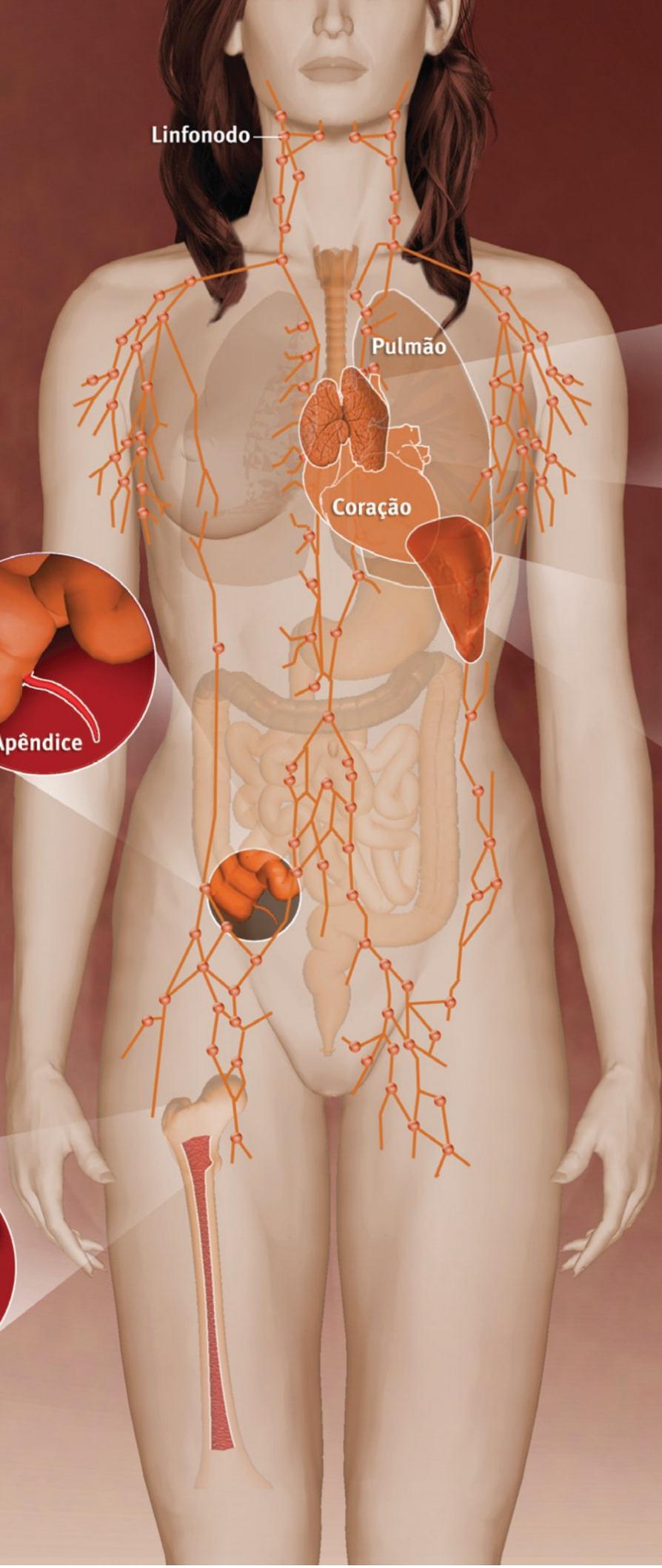
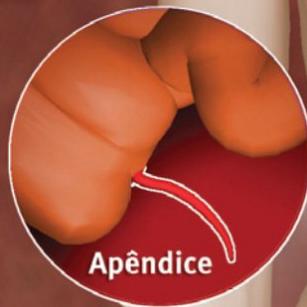


*O baço, que muitas pessoas acreditam não ter grande utilidade no organismo, exerce na verdade funções tão importantes que sua perda total deve ser evitada sempre que possível.*

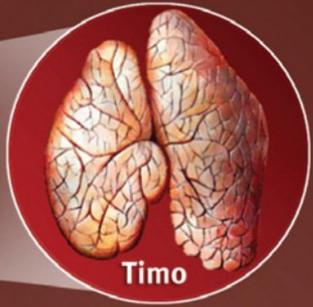
*Além de participar da resposta imunológica, ajudando a remover do corpo humano microrganismos invasores e substâncias estranhas, esse órgão tem provavelmente atuação relevante no metabolismo de gorduras. Por isso, têm sido desenvolvidas formas de preservar essas funções quando ocorrem lesões no baço, por traumas (acidentes com veículos, por exemplo) ou doenças. Uma técnica valiosa, em muitos casos, é o autotransplante, ou seja, a implantação, em pacientes que perdem o baço, de fragmentos ainda funcionais desse órgão.*

**Henrique Couto Teixeira**  
**Alice Belleigoli Rezende**  
**Francisco Martins Teixeira**  
**Sérgio Ibañez Nunes**

*Departamento de Parasitologia,  
 Microbiologia e Imunologia,  
 Universidade Federal  
 de Juiz de Fora*



# BAÇO



Timo



Baço

## Preservar é possível e necessário

**O baço, localizado na parte superior esquerda do abdômen**, entre o estômago, o intestino e o diafragma, tem cerca de 150 g. Esse órgão forma, com a medula óssea, o timo, os linfonodos, o apêndice e outros, o sistema de defesa do organismo, denominado sistema imunológico (figura 1). O baço abriga elevado número de células do sistema imunológico (25% de todos os linfócitos existentes no organismo) e é atravessado por grande fluxo sanguíneo, o que facilita o contato entre as células de defesa e substâncias estranhas ao organismo, inclusive microrganismos.

Comumente comparado a um poderoso filtro que remove microrganismos do sangue, o baço desempenha papel relevante no controle de infecções por diferentes bactérias. Isso é confirmado pelo aumento da frequência dessas infecções em indivíduos cujo baço foi extraído cirurgicamente. Também é função do órgão retirar da circulação outras substâncias indesejáveis, como células sanguíneas envelhecidas – ação necessária para o equilíbrio sanguíneo. Estudos recentes têm sugerido que o baço também participaria da remoção do chamado ‘colesterol ruim’ (lipoproteína de baixa densidade, ou LDL, na sigla em inglês) do organismo, contribuindo para a manutenção de níveis normais dessa substância no sangue. ▶

Figura 1. O sistema de defesa do organismo é constituído pelas células, tecidos e órgãos linfóides. A medula óssea e o timo são órgãos linfóides primários, responsáveis pela produção e diferenciação das células do sistema imunológico. Já os órgãos linfóides secundários principais – baço, apêndice e linfonodos (gânglios linfáticos) – são os locais onde as células de defesa (linfócitos) reconhecem moléculas estranhas e agentes agressores e acionam as respostas do organismo

Fortes traumatismos abdominais (em acidentes de trânsito, por exemplo) causam com frequência sérias lesões no baço. Em casos de ferimentos extensos no órgão, com sangramentos volumosos, a única medida eficaz é sua remoção total. Nessas circunstâncias, a alternativa para se tentar preservar as funções esplênicas (termo derivado da palavra grega *splen*, que significa baço) é o chamado transplante autógeno, ou autotransplante, do órgão.

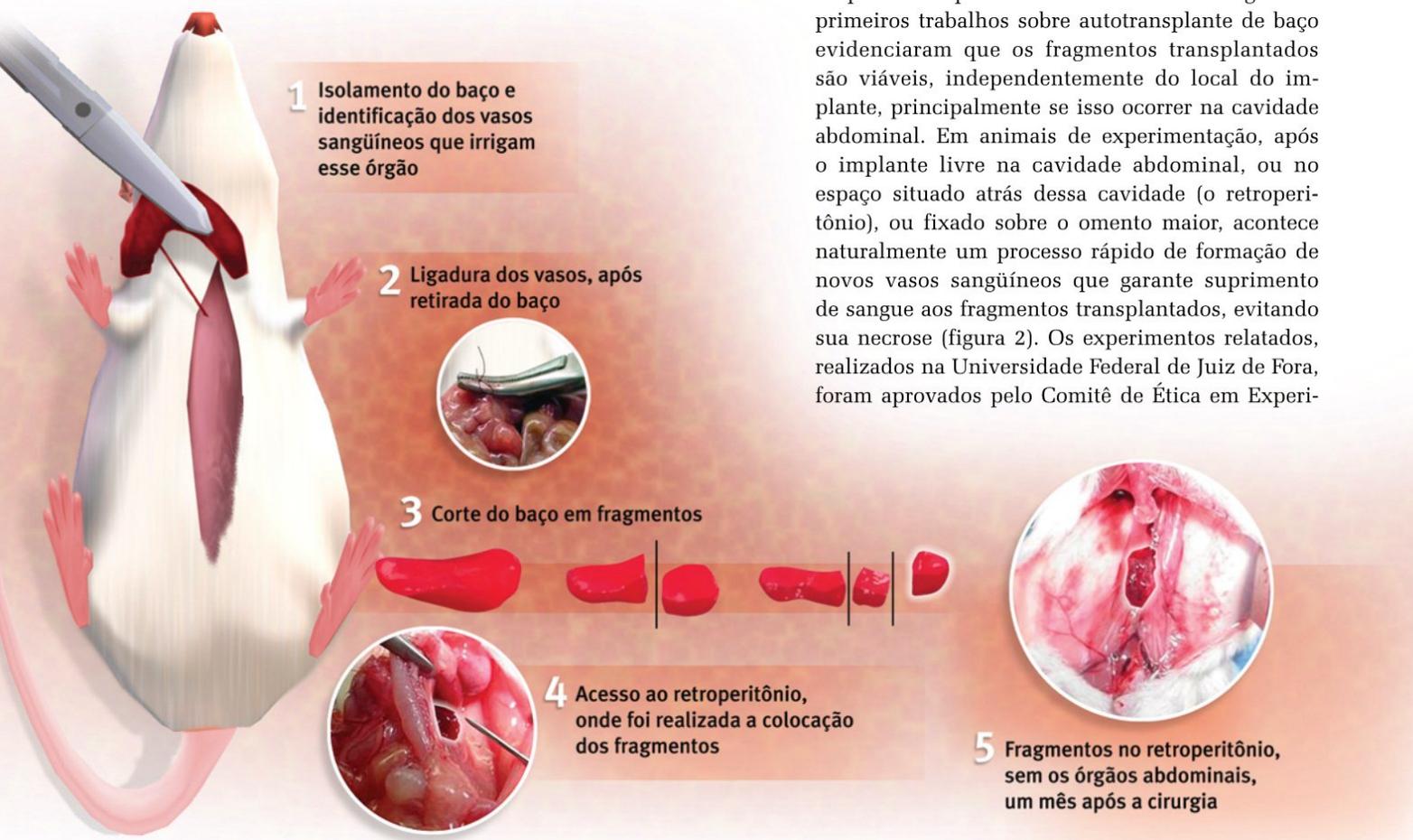
## FRAGMENTOS MANTÊM AS FUNÇÕES

Embora pouco conhecido, o transplante do baço é uma técnica relativamente antiga. Os primeiros transplantes de tecido esplênico foram feitos experimentalmente em animais. Em humanos, os relatos iniciais do uso dessa técnica datam do final do século 19. O transplante autógeno do baço visa manter, ao menos em parte, as funções desse órgão, com risco mínimo de complicações. São raros os registros de efeitos adversos nos pacientes submetidos a esse procedimento.

Nessa técnica, o órgão, após sua completa retirada, é envolvido em compressas e fatiado. As fatias obtidas são em seguida cortadas em fragmentos de 1 a 2 cm<sup>3</sup> e estes são implantados no mesmo indivíduo (daí o termo autógeno ou autotransplante). Nesse caso, não há possibilidade de haver rejeição do transplante, fenômeno comum quando é realizado transplante de órgão entre indivíduos diferentes. No transplante autógeno são utilizados cerca de 20 fragmentos, que correspondem a um volume entre 25% e 30% da massa original do baço, quantidade necessária para manter suas funções de forma adequada. A implantação dos fragmentos pode ser feita em vários locais dentro da cavidade abdominal, com bons resultados. O omento maior, uma espécie de capa de gordura que protege os órgãos abdominais, é o local escolhido pela maioria dos especialistas, por apresentar grande vascularização, o que favorece a formação dos vasos sanguíneos que irrigarão os fragmentos.

Nos últimos anos, são cada vez mais frequentes os estudos sobre o transplante autógeno de baço. A possibilidade de os implantes conservarem pelo menos de modo parcial as funções esplênicas desperta o interesse de várias áreas da medicina, já que eles passam a influenciar diretamente a sobrevivência de pacientes que sofreram a retirada do órgão. Os primeiros trabalhos sobre autotransplante de baço evidenciaram que os fragmentos transplantados são viáveis, independentemente do local do implante, principalmente se isso ocorrer na cavidade abdominal. Em animais de experimentação, após o implante livre na cavidade abdominal, ou no espaço situado atrás dessa cavidade (o retroperitônio), ou fixado sobre o omento maior, acontece naturalmente um processo rápido de formação de novos vasos sanguíneos que garante suprimento de sangue aos fragmentos transplantados, evitando sua necrose (figura 2). Os experimentos relatados, realizados na Universidade Federal de Juiz de Fora, foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experi-

Figura 2. Cirurgia para autotransplante de baço em camundongos



mentação Animal da instituição. Além disso, após a implantação, os tecidos dos fragmentos do baço preservam as mesmas características microscópicas do baço original.

As alterações na resposta imunológica que ocorrem após a retirada do baço podem ser prevenidas pelo autotransplante? Sim. Quando é feito o implante de fragmentos, após a retirada total do órgão, os níveis de anticorpos circulantes mantêm valores próximos da normalidade. Os anticorpos são proteínas capazes de reconhecer estruturas moleculares estranhas ao organismo (denominadas antígenos), ligando-se a elas e assim ‘alertando’ o sistema de defesa. Os fragmentos também mantêm a função de remover da corrente sanguínea microrganismos, como *Streptococcus pneumoniae* e *Escherichia coli*, importantes agentes causadores de infecções fulminantes que podem ocorrer após a retirada total do baço. Além disso, estudos revelam que camundongos cujo baço é retirado apresentam maior proliferação de bactérias como *Staphylococcus aureus*, que causam doenças em humanos. Nesses animais, a realização do autotransplante de fragmentos do órgão recupera a capacidade de controle dessas infecções (figura 3).

Entretanto, uma grande dúvida permanecia: as células presentes nos fragmentos usados no autotransplante teriam capacidade de resposta imunológica semelhante às do baço original? Para responder a essa pergunta, foi utilizado o método de ‘células formadoras de placa’, que investiga a presença de células produtoras de anticorpos no tecido transplantado. Nesse método, são retiradas células dos fragmentos implantados quatro dias após os camundongos serem inoculados com elementos estranhos que atuam como antígenos (nesse caso, hemácias de carneiro), e testes em laboratório permitem contar as células que produzem anticorpos (figura 4).

Os resultados de nossos estudos comprovaram a participação direta das células transplantadas no desenvolvimento de resposta imunológica. Ficou claro que a capacidade de produção de anticorpos é preservada quando é feito o autotransplante do baço, não havendo diferença na produção de anticorpos por células do órgão original, em comparação com as células dos fragmentos implantados (figura 5). Além disso, a produção de anticorpos foi semelhante, independentemente de o implante ser feito no omento maior, na cavidade abdominal (localização aleatória dos implantes nessa cavi-

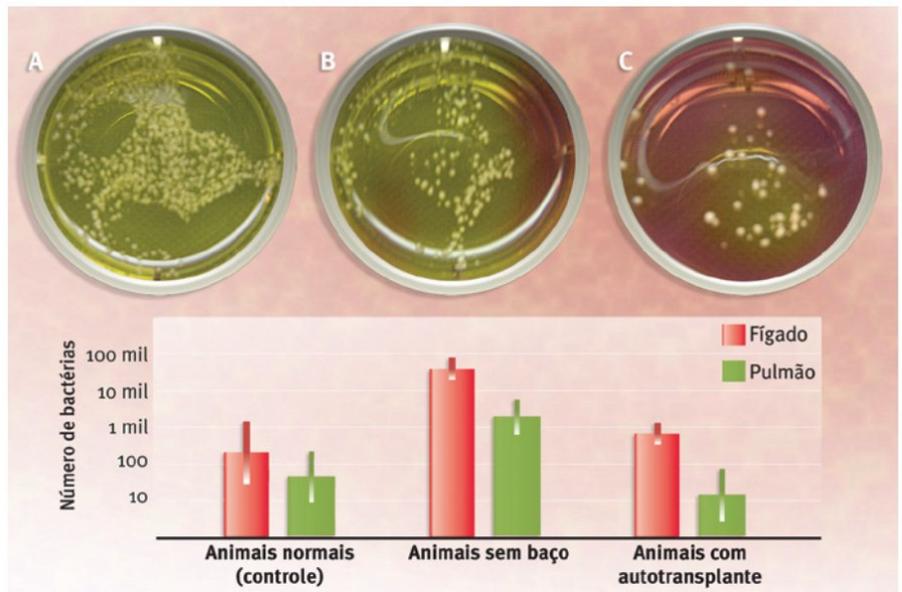
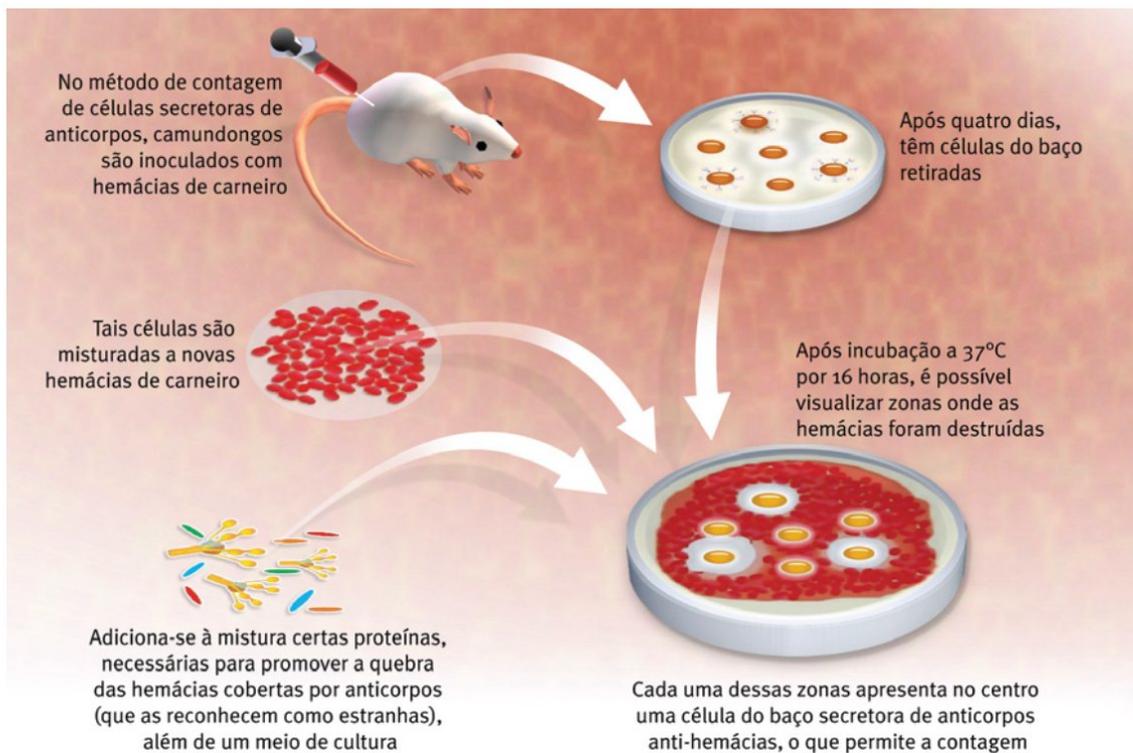


Figura 3. Culturas de *Staphylococcus aureus* (A, B e C) obtidas de camundongos que tiveram o baço retirado e foram infectados com essa bactéria. Depois de macerados, os órgãos foram diluídos a 10% (A), 1% (B), e 0,1% (C) em solução fisiológica e postos em placas contendo meio de cultura. Como as bactérias produzem substâncias ácidas, sua proliferação altera o índice de alcalinidade/acidez (pH) e a coloração do meio de vermelho para amarelo. Em camundongos sem baço, o número de *S. aureus* foi maior no fígado e nos pulmões, em comparação com animais que receberam o autotransplante de fragmentos desse órgão (nesse grupo, o número de bactérias foi semelhante ao observado em animais com baço funcionando normalmente, tomado como grupo controle)

dade) ou no retroperitônio. Nesses três locais, as características estruturais do tecido transplantado, avaliadas por meio do exame microscópico de cortes do tecido, mostraram grande semelhança com as do baço original. Nossos estudos sugerem o retroperitônio como local adequado para o autotransplante do baço. Nessa área o implante preserva a resposta imunológica necessária para o controle de infecções. Além disso, a comparação dessa localização com outras no abdômen revela menor índice de complicações, como aderências dos fragmentos a tecidos próximos.

Outra atribuição do baço, a retirada de uma enorme variedade de substâncias da circulação, inclusive células sanguíneas envelhecidas, também é preservada pelo transplante autógeno. Não foram encontrados corpúsculos de Howell-Jolly no sangue de pacientes submetidos a esse transplante. Tais corpúsculos, constituídos por restos de hemoglobina, sugerem, quando presentes no sangue, ausência ou prejuízo da atividade de filtração do baço. Por isso, são identificados com frequência em indivíduos sem esse órgão. A remoção de macromoléculas é mais uma importante função esplênica, realizada em especial pelos macrófagos, células que envolvem e ingerem elementos estranhos, como restos celulares e microrganismos, destruindo-os ou permitindo sua eliminação do organismo. ▶

Figura 4. No método de contagem de células secretoras de anticorpos



SUGESTÕES PARA LEITURA

NUNES, S.I.; REZENDE, A.B.; TEIXEIRA, F.M.; FERREIRA, A.P.; ALVES, M.J.M.; JAMEL, N.; ASSIS, R.V.C. & TEIXEIRA, H.C. 'Antibody response of autogenous splenic tissue implanted in the abdominal cavity of mice', in *World Journal of Surgery*, v. 19, nº 12, p. 1623, 2005.

REZENDE, A.B.; NUNES, S.I.; FARIAS, R.E.; VIEIRA, F.R.; PETROIANU, A. & TEIXEIRA, H.C. 'Influência do baço, da asplenia e do implante esplênico autólogo no metabolismo lipídico de camundongos', in *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, v. 34, p. 177, 2007.

PETROIANU, A. *O baço*, São Paulo, Editora CRL Baleiro, 2003.

TEIXEIRA, F.M.; FERNANDES, B.F.; REZENDE, A.B.; MACHADO, R.R.P.; ALVES, C.C.S.; PEROBELLI, S.M.; NUNES, S.I.; FARIAS, R.E.; RODRIGUES, M.F.; FERREIRA, A.P.; OLIVEIRA, S.C. & TEIXEIRA, H.C. 'Staphylococcus aureus infection after splenectomy and splenic autotransplantation in BALB/c mice', in *Clinical and Experimental Immunology*, 2008 (no prelo).

## O BAÇO AJUDA A REMOVER COLESTEROL?

A participação do baço na regulação dos níveis sanguíneos de colesterol total, de suas frações de alta e baixa densidade (HDL, LDL e VLDL, nas siglas em inglês) e de triglicérides (gorduras neutras) ainda é controversa e precisa ser mais bem esclarecida. Foi demonstrado que a retirada total do órgão não influencia os níveis de gorduras no plasma sanguíneo de camundongos que receberam uma dieta especial, rica em colesterol.

Entretanto, é possível que o baço influencie o metabolismo de gorduras por meio da produção de linfócitos capazes de gerar anticorpos que reconhecem o 'colesterol ruim' oxidado (que atua, portanto, como um antígeno) e induzem sua eliminação do organismo. O complexo formado pelo anticorpo e por esse tipo de colesterol seria retirado da circulação por macrófagos, inclusive os macrófagos esplênicos. Essa dupla função – produção de anticorpos específicos para o colesterol e participação na eliminação deste – decorreria do fato de o baço conter a maior parte dos linfócitos de memória (células de vida longa, que respondem ao reaparecimento de antígenos com os quais o organismo já teve contato em alguma época) e ser o principal local de ativação de linfócitos e produção de anticorpos.

Novos estudos, em andamento no Laboratório de Imunologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, em parceria com pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais, podem confirmar se o baço de fato influencia o metabolismo das gorduras. Essa hipótese baseia-se principalmente na observação do aumento de colesterol e de triglicérides em indivíduos que tiveram o órgão inteiramente retirado e da redução dos níveis dessas substâncias em pacientes com hiperfunção esplênica. A crescente preocupação com o metabolismo de gorduras e a constatação de que as doenças causadas pelo acúmulo de gorduras nas artérias são, atualmente, uma das principais causas de mortalidade no Brasil e no mundo reforçam a importância dos estudos sobre a atuação do baço no controle desses compostos danosos. Constatar que a retirada desse órgão predispõe a essas alterações e que o transplante autólogo exerce papel protetor contra elas tornaria esse último procedimento ainda mais valioso do que é hoje.

Concluindo, o baço já não é mais um órgão tão misterioso: tem funções bem estabelecidas e outras possíveis atribuições ainda sob investigação. Sua preservação, no caso de lesões, é de grande importância e em geral possível, já que inúmeras técnicas vêm sendo criadas e aprimoradas com esse objetivo. Por tudo isso, nunca é demais repetir, em relação ao baço: preservar é possível e necessário. ■

# Uma casa com muita história

Muitos paraenses não sabem, mas a cidade de Belém abriga um sítio arqueológico de imenso valor histórico chamado Casa Rosada. Na restauração da casa, uma construção do século 18 do arquiteto italiano Antonio José Landi, arqueólogos já desenterraram mais de 1.500 objetos de origem indígena e portuguesa, como moedas, pedaços de porcelana e cachimbos. Graças a esse e outros trabalhos de revitalização dos edifícios de época, em Belém, os pesquisadores estão preservando a memória da Cidade Velha, a mais antiga formação urbana da Amazônia.

O projeto de recuperação da Casa Rosada é uma iniciativa do Fórum Landi, criado com o objetivo de revitalizar as obras do arquiteto. É financiado pelo grupo Alubar, que adquiriu o sobrado, e pelo programa Monumenta, do Ministério da Cultura. A parceria público-privada conta ainda com o apoio da Universidade Federal do Pará (UFPA). Segundo o coordenador do Fórum Landi, Flávio Nassar, a parceria é importante não só para a revitalização da construção, mas também para a formação de mão-de-obra es-



FOTO FLÁVIO NASSAR

pecializada. “As escavações são um canteiro-escola para os alunos do curso de restauração da UFPA, permitindo assim, um estudo arqueológico de maior extensão”, diz Nassar.

Já usada como depósito, a Casa Rosada terá um destino mais nobre com a revitalização. As peças encontradas farão parte do acervo de um museu que funcionará dentro da Casa, junto com móveis e roupas de época. De acordo com Nassar, as peças indígenas, por exemplo, foram encontradas em uma camada do solo chamada terra preta dos índios, rica em matéria orgânica, localizada a 1 m de profundidade. “A Casa Rosada não só foi residência de portugueses, mas seu terreno foi ocupado por índios. A prova está nas amostras de

pedaços de gordura animal e vestígios de fogueira no solo”, diz. E antes de virar museu, a Casa estará aberta ao público, que terá a chance de acompanhar as escavações e conhecer um pouco mais sobre a história da cidade.

Com quase três séculos de memória, a Casa Rosada foi erguida na primeira rua de Belém – hoje chamada Siqueira Mendes. Nassar acredita que a construção da Casa ocorreu de maneira gradual, até chegar ao edifício que ganhou as características dadas por Landi, como a fachada, a abóbada e a arte. “A construção começou com uma residência pequena e simples, talvez somente com uma porta e uma janela. Porém, foi crescendo e enobrecendo-se com o passar dos séculos, até chegar ao porte senhorial,” afirma o coordenador do Fórum.

**Juliana Marques**  
*Ciência Hoje/RJ*

Moeda portuguesa de 1768 e fragmento de faiança de origem portuguesa séculos 18-19

FOTOS GERALDO RAMOS



# Caatinga, muito prazer

**A** caatinga está em risco: estudo revela que 59% da vegetação original desse bioma já sofreu algum tipo de modificação por atividades humanas. Imagens de satélite e visitas de campo serviram de base para os autores de uma pesquisa que mapeou a degradação dessa vegetação em áreas com mais de 40 hectares em todos os estados nos quais o bioma está presente. Para os cientistas, a constatação da grande depredação evidencia a necessidade de medidas urgentes para a preservação da caatinga, que hoje só tem 1% de sua área inclusa em unidades de conservação.

“A Amazônia tem que lidar com a pressão internacional; a mata atlântica e o cerrado são defendidos por organizações não-governamentais por serem centros de grande diversidade. Mas

a caatinga foi esquecida. É preciso apresentá-la às pessoas, mostrar o seu verdadeiro potencial”, diz o geocientista Washington Rocha, do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), na Bahia, e um dos integrantes da equipe que realizou o trabalho.

Rocha afirma que pesquisas recentes confirmam esse potencial ao apontar a diversidade e o alto grau de endemismo da caatinga e a possibilidade de exploração econômica de seus recursos. Além disso, ele lembra que conhecer e usar racionalmente esse potencial são maneiras de frear os motores da degradação ambiental – no caso, a extração de madeira para uso industrial, principalmente nas fábricas de gesso, e a expansão de cultivos como o da cana-de-açúcar.

## Subsídio à proteção

Um dos pontos polêmicos do estudo foi a metodologia usada. Rocha conta que muitos pesquisadores defendem que a caatinga não pode ser considerada uniforme e alegam que, na verdade, existem várias caatingas. A metodologia do trabalho, no entanto, não considera esse fato e distingue a vegetação por sua densidade, e não por sua composição. O método é o mesmo empregado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em trabalhos anteriores e em pesquisas simultâneas em outros biomas. “A ideia foi possibilitar a comparação entre os dados. Mas é claro que para realizar um monitoramento mais qualitativo será preciso usar uma abordagem que diferencie os vários tipos de caatinga”, diz Rocha.

FOTO DELFINA MARTINS/PULSAR IMAGENS



## PRECISÃO NA ESCOLHA DA COR

O conhecimento empírico diz que a cor preta absorve mais calor que a branca. Basta sair em um dia de sol usando uma roupa com uma das duas cores para perceber a diferença. Mas, no caso da pintura externa de casas e prédios, a relação não é tão simples. É o que mostra um estudo sobre a absorção, propriedade que informa quanto uma superfície absorve de calor. Análise dessa propriedade mostrou que ela varia não só com a cor, mas com o tipo de tinta (acrílica ou PVA, fosca ou semibrilho) e com a textura da superfície pintada. Saber o grau de calor absorvido por uma parede é importante para garantir o conforto dos espaços internos e economizar energia.

A pesquisa, desenvolvida pela engenheira civil Kelen Dornelles como parte de seu doutorado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), avaliou a absorção de superfícies opacas, como as fachadas das construções, quando pintadas com diferentes tintas. “Hoje temos à disposição uma variedade incrível de cores. É preciso contar também com informações que permitam a melhor escolha”, diz Dornelles.

A pesquisadora explica que o olho humano não capta uma série de comprimentos de onda (como o infravermelho) que são absorvidos pelas superfícies, e que até hoje não existiam métodos que incluíssem uma avaliação precisa da absorção no planejamento das construções. “Há programas de simulação em computador que detalham a influência de aspectos como a espessura da parede, mas para a absorção existiam apenas tabelas muito genéricas.”

Diante disso, Dornelles criou três métodos simples de quantificação da propriedade. No primeiro, uma amostra da tinta é digitalizada por um escâner e classificada de acordo com parâmetros cromáticos digitais que, por meio de equações, permitem estimar a absorção. No segundo, equações definidas pela pesquisadora são inseridas em um equipamento importado dos Estados Unidos, de baixo custo (cerca de US\$100), normalmente usado em aulas de ciências, que assim calcula o valor da propriedade. E, no terceiro, a medida é obtida pela avaliação da temperatura da superfície pintada depois de algum tempo de exposição ao Sol. “O segundo método se mostrou o mais preciso, mas todos podem ser usados com resultados bastante satisfatórios”, diz Dornelles, que pretende divulgar entre os escritórios de arquitetura as informações obtidas em sua pesquisa.



Para considerar uma área como remanescente da caatinga original, os cientistas verificaram a ocorrência, ou ausência, de interferência humana sob várias formas. Se houvesse, por exemplo, evidências de pastoreio ou a presença de trilhas muito demarcadas, o local era considerado alterado pela ação humana. “Isso significa dizer que nem todo local que identificamos como submetido a essa atividade estava totalmente ausente de vegetação. Ao contrário, há locais em que o ser humano e a caatinga convivem, mas são áreas que não consideramos como representantes da vegetação original.”

Os resultados do trabalho auxiliaram o Ministério do Meio

Ambiente (MMA) na revisão das áreas prioritárias para conservação da caatinga. Segundo Rocha, esse é o primeiro passo para o estabelecimento de novas áreas protegidas. O pesquisador lembra, no entanto, que entre a identificação dos locais e a efetivação de novas unidades de conservação há um longo caminho a trilhar. “De qualquer modo, é importante mostrarmos quais as áreas mais relevantes para a conservação e quais ainda têm extensão considerável, porque a existência apenas de pequenos núcleos isolados empobrece a vegetação, diminui a diversidade genética”, conclui.

**Mariana Ferraz**  
*Ciência Hoje/RJ*

Região de Gilbués (sul do Piauí), que tem um dos maiores índices de desertificação do país; processo pode atingir áreas em que vivem 31 milhões de pessoas

## O PERIGO DA DESERTIFICAÇÃO

Com solos rasos e pobres em nutrientes e submetida a um regime de chuvas extremamente marcado – são de 300 a 800 milímetros de chuva distribuídos entre os meses de outubro e março –, a caatinga pode ser considerada um ambiente frágil. E a combinação dessa fragilidade com a ação humana faz com que, uma vez iniciado o processo de degradação, ele se instale facilmente.

O fato pode ser constatado pela existência de diversas áreas de crescimento da desertificação no bioma. A principal delas está em Gilbués, município ao sul do Piauí. Ali, onde antes havia um garimpo de diamantes, hoje se vêem voçorocas e até dunas. Ao longo dos anos, o ‘deserto’ avançou pela cidade, provocando a migração de muitos de seus moradores. O mesmo processo acontece em Cabrobó, em Pernambuco, e na região de Seridó, no Ceará. Nesses casos, no entanto, o que provoca o fenômeno é a agricultura intensa.

Para os pesquisadores, a desertificação é mais um motivo para a preservação da caatinga. Segundo eles, é a vegetação nativa, adaptada às condições do solo local, que garante que o fenômeno não aconteça.

# Mercúrio: cuidados no uso e no descarte

**O** uso e manuseio do mercúrio em amálgama odontológico têm sido alvo de estudo por pesquisadores do Laboratório de Saúde Ambiental da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (EERP/USP). A partir de consulta à literatura científica sobre o tema, a equipe vem reunindo dados de vários estudos que apontam a contaminação por mercúrio em dentistas e seus auxiliares (pelo contato direto com o vapor do metal), em pacientes (pela absorção do mercúrio pela mucosa bucal) e no ambiente, pelo descarte inadequado do metal.

O amálgama (liga de metal empregada em restaurações) apresenta mercúrio na sua composição, e é usado em consultórios odontológicos do mundo inteiro, devido à sua alta resistência e baixo custo. A contaminação dos profissionais por vapores de mercúrio pode ocorrer quando o amálgama não é manipulado corretamente. Além disso, ao ser descartada sem cuidados especiais, a liga de mercúrio pode causar grande impacto no ambiente.

Integrante da equipe da USP, coordenada pelas enfermeiras Angela Maria Magosso Takayanagui e Susana Inés Segura Muñoz, a dentista Jamyle Calencio Grigoletto informa que, apesar de a prática odontológica não ser a maior fonte de depósito do metal na natureza – estima-se que a contaminação ambiental por mercúrio

proveniente de amálgamas dentários seja de 3% a 4% quando comparada à industrial e de combustíveis fósseis –, o volume de mercúrio descartado pelos consultórios é relevante. “Estudos revelam que cerca de 16 toneladas de mercúrio são empregadas em serviços odontológicos anualmente. Considerando-se que 55% do amálgama são descartados durante esse processo, quase oito toneladas do metal, somente oriundas de consultórios odontológicos, são despejadas no ambiente”, diz a pesquisadora.

Para reduzir a contaminação, alguns países já estão evitando o uso do mercúrio. No Canadá, por exemplo, há campanhas em todos os estabelecimentos de saúde para evitar o descarte desse metal na natureza. A maioria dos países também já substituiu as ligas metálicas por resinas, que proporcionam um resultado estético superior. No entanto, Grigoletto alerta que a resina ainda não substituiu o amálgama em todos os casos. A liga metálica continua tendo suas indicações, pois tem boas propriedades, como fácil manipulação, alta durabilidade e baixo custo. O uso da resina, que é menos resistente, não pode ser feito em alguns casos clínicos e, por ser mais cara, é inviável economicamente em alguns serviços odontológicos.

Para a dentista da USP, a melhor solução seria substituir o uso do amálgama por materiais de menor toxicidade, quando possível, e evitar a contaminação pelo mercúrio por meio do manuseio correto da liga metálica.



Os estudos realizados pelo grupo de pesquisadores do Laboratório de Saúde Ambiental têm mostrado que, para minimizar os riscos de contaminação dos dentistas e seus auxiliares, a ventilação é a melhor medida de segurança, mas os profissionais devem também usar rotineiramente todos os equipamentos de proteção individual necessários, como luvas, gorros, óculos, máscara e avental. Além disso, nos consultórios, os resíduos de mercúrio devem ser separados e armazenados em recipientes hermeticamente fechados, sob selo d'água e enviados posteriormente para tratamento ou reciclagem. Para minimizar e controlar a contaminação ambiental, podem ser instalados equipamentos de coleta e segregação nas saídas de água (efluentes) das clínicas odontológicas, para que os resíduos de mercúrio sejam submetidos a tratamento.

Grigoletto lembra ainda que outros cuidados devem ser tomados quando se trabalha com mercúrio: as superfícies do local de trabalho têm que ser lisas, pouco absorventes e devem permitir, em caso de derramamento, que os compostos sejam desviados em direção a um coletor.

“Segundo a literatura, há propostas viáveis ao meio odontológico de se reciclar resíduos de amálgama de prata, prática já realizada em alguns laboratórios de universidades”, conta Grigoletto. Ela lembra que o contato direto com o mercúrio pode provocar irritabilidade, nervosismo, instabilidade emocional, dores de cabeça, náuseas, fadiga e até doenças neurológicas degenerativas, como o mal de Alzheimer, segundo apontam alguns estudos.

**Juliana Marques**  
Ciência Hoje/RJ

## FRUTAS AMAZÔNICAS TÊM MAIS PIGMENTOS BENÉFICOS

Algumas frutas amazônicas têm maior quantidade de pigmentos benéficos à saúde do que muitas espécies mais comerciais. Essa é a conclusão de um estudo realizado em conjunto pelas universidades Estadual de Campinas (Unicamp) e de São Paulo (USP) para a valorização e a identificação da biodiversidade brasileira. Durante a pesquisa, os cientistas descobriram que o buriti (*Mauritia vinifera*) contém mais carotenóides (pigmento amarelo) do que vegetais como cenoura e manga. “Um exemplo dessa substância é o betacaroteno, que no nosso corpo se transforma em vitamina A”, conta a engenheira de alimentos Adriana Zerlotti Mercadante, da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Unicamp e coordenadora da pesquisa.

Outra fruta da Amazônia estudada foi o açaí (*Euterpe oleracea*), que se mostrou rico em antocianina. “Esse é um pigmento comum em plantas de clima temperado, como o mirtilo, o morango e a amora, entre outros”, revela a engenheira. Segundo ela, a equipe da USP estuda se essas frutas podem conferir proteção contra os efeitos colaterais da cisplatina, uma droga antitumoral. “A ingestão de frutas ricas em carotenóides e antocianinas está relacionada à prevenção de diversas doenças, como câncer e problemas do coração”, informa Mercadante.

Sua equipe estuda atualmente as condições de estabilidade desses pigmentos, de maneira a manter suas características nutritivas após processamento em alimentos. Os pesquisadores dão prosseguimento ainda a outro estudo que mostrou que a goma arábica é capaz de proteger, com uma eficiência de 50%, as vitaminas A e D do leite quando este é exposto à luz fluorescente. “Queremos saber agora como esse mecanismo de proteção acontece”, revela a engenheira.



JULIANO

**INCENTIVO ÀS NOVAS TECNOLOGIAS • Alunos de nível médio e superior interessados em novas tecnologias acabam de ganhar um local para aprimorar suas habilidades: o Centro de Educação Profissional em Tecnologia da Informação (CPTI), inaugurado na cidade de Petrópolis, região serrana do estado do Rio de Janeiro. Os cursos oferecidos na instituição são voltados para a criação de produtos tecnológicos e sistemas de informação e têm duração de 18 meses. Os estudantes de nível médio formados pelo centro receberão diploma de técnicos em programação, enquanto os alunos já com nível superior sairão como tecnólogos. O CPTI é fruto de parceria, até então inédita no ensino público brasileiro, entre os setores acadêmico, representado pelo Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), e profissionalizante – no caso, a Fundação de Apoio à Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro (FAETC). Os interessados em fazer parte das primeiras turmas devem ficar atentos: as provas para preenchimento das vagas acontecem em agosto.**



# Peste branca no mar

**O**s corais que formam o banco dos Abrolhos, na Bahia, podem estar extintos até 2050 devido a uma epidemia e, mesmo em um cenário mais otimista, podem ter sua cobertura total reduzida em 60% até 2100. O alerta foi dado por um trabalho conjunto das universidades federais da Bahia (UFBA) e do Rio de Janeiro (UFRJ), da organização não-governamental Conservação Internacional e da Universidade de Boston, nos Estados Unidos.

Publicado na revista científica européia *Marine Pollution Bulletin*, o artigo mostra que o coral cérebro (*Mussismilia braziliensis*), um dos principais organismos responsáveis pela estrutura rígida dos recifes, já tem 10% de sua população afetada pela praga-branca, a mais prevalente das seis doenças identificadas em Abrolhos. Os autores atribuem a proliferação das patologias ao aquecimento global e à poluição marinha.

O monitoramento do banco dos Abrolhos começou em 2001, mas as doenças só foram detectadas a partir de 2005, por meio de mergulhos autônomos realizados anualmente em 28 pontos distribuídos ao longo da região. “No início, eram poucas colônias, mas nos anos seguintes o número de corais afetados aumentou bastante”, conta o biólogo Ronaldo Bastos Francini-Filho, da UFBA, coordenador do estudo.

## Modelo de extinção

Para criar os possíveis cenários demonstrando os efeitos da praga-branca no coral-cérebro em modelos computacionais, os pesquisadores utilizaram modelos matemáticos baseados em dois dados: a parcela da população afetada (prevalência) e a velocidade de progressão da doença em cada colônia. O primeiro foi obtido mergulhando em Abrolhos e estabelecendo transectos (delimi-

tações de áreas com 10 m<sup>2</sup>) aleatórios ao longo dos recifes, nos quais se contava o número de indivíduos de coral-cérebro saudáveis e doentes. Já a progressão foi obtida por meio de fotos digitais de colônias com a doença que eram tiradas com intervalos de 80 dias. Os cientistas cravaram pregos nas áreas mortas de cada colônia afetada que serviram como referência para acompanhar o avanço ou não da patologia. “Descobrimos uma taxa de progressão de 0,18 mm por dia, consistente com a praga branca tipo 1. No Caribe, há exemplos do tipo 2, que avança até 20 mm diariamente”, relata Francini-Filho.

De posse desses dados, os autores realizaram simulações para determinar o futuro dos corais. Se a prevalência e a progressão se mantiverem constantes, o modelo mostra que 60% da cobertura da *M. braziliensis* nos recifes terá morrido até 2100. Se a taxa de avanço aumentar em 1%, os mesmos 60% serão perdidos em apenas 50 anos e cerca de 90% até 2100. Os cenários tornam-se mais pessimistas à medida que as taxas crescem: se forem de 5% e de 10%, o coral-cérebro poderá estar extinto entre 2050 e 2080, respectivamente. Mas o biólogo alerta que a situação pode ser pior: os pesquisadores acreditam que a progressão pode ter sido subestimada. “É



O coral-cérebro (*Mussismilia braziliensis*), nativo de Abrolhos, pode desaparecer até o meio deste século devido à praga-branca (região branca na foto), que já cobre 10% da população desse coral e avança a uma taxa de 0,18 mm por dia

## EFICÁCIA DE RECUPERAÇÃO

Nem tudo são más notícias para Abrolhos. Outro trabalho de monitoramento na região revelou que as áreas de proteção integral do parque são eficazes para aumentar a população de espécies de peixes economicamente importantes. “Entre 2001 e 2005, a quantidade de badejo aumentou 30 vezes e a de budião-azul, cinco vezes”, informa o biólogo Ronaldo Francini Filho, da UFBA. Segundo ele, o aumento foi observado até em uma área de proteção integral dentro da Reserva Extrativista do Corumbau estabelecida pelos pescadores. “Essas áreas permitem que as larvas dos peixes se multipliquem e se espalhem para outros locais. O mesmo acontece com os indivíduos adultos, os quais procuram outras regiões quando o espaço e os recursos ficam escassos”, conta Francini Filho, ressaltando que, assim, áreas próximas aos territórios protegidos se beneficiam deles também. Outro aspecto importante é que o budião-azul alimenta-se principalmente de algas, evitando assim que elas cresçam em demasia e prejudiquem os corais.

Mas o biólogo Rodrigo Moura, da organização não-governamental Conservação Internacional e co-autor do trabalho, alerta que a eficácia da manutenção das áreas requer proteção de habitats críticos e fiscalização adequada. “Estuários e recifes profundos contribuem para a reposição e diversidade das espécies, e têm que ser protegidos também. O problema é que a capacidade de fiscalização é precária. Se é assim para Abrolhos, o primeiro parque marinho do Brasil e com maior biodiversidade de corais do Atlântico Sul, imagina para outras áreas”, conclui.



possível que o avanço seja bem mais rápido e ocorra apenas durante uns poucos dias dentro do intervalo de amostragem. Assim, não temos como perceber isso”, explica.

### Causas e efeitos

Francini-Filho conta que as duas principais causas por trás da intensificação das doenças em todo o mundo são o aquecimento global e a poluição marinha. O primeiro estaria reduzindo a imunidade dos corais ou estimulando os patógenos causadores desses males. A poluição estaria trazendo novos agentes infecciosos e propiciando melhores condições de desenvolvimento para esses organismos, como maior abundância de nutrientes. “Para impedir essa mortalidade, seria preciso controlar a escalada da temperatura global e reduzir as emissões poluentes da região costeira e do tráfego marinho”, pondera o biólogo, lembrando que Abrolhos fica a apenas 50 km da costa e que a área é comumente freqüentada por barcos de turismo.

Pode parecer que a morte dos corais, apesar de trágica, não tenha efeito sobre os recifes já criados, mas Francini-Filho afirma que não é bem assim. Sem a presença deles, instalam-se algas sobre as estruturas rígidas. Elas bloqueiam a fixação de novos organismos construtores, como algas calcáreas e novos corais, que adicionariam material aos recifes. Normalmente, as algas seriam consumidas por peixes herbívoros; contudo, essas espécies estão sobrepescadas e, conseqüentemente, com suas populações reduzidas. Sem a ação de reposição, a bioerosão natural corrói as estruturas e pode levar ao seu desaparecimento. “Há uma morte rápida de corais e um bloqueio do sistema de recuperação. Com isso, a função de refúgio do recife desaparece e a diversidade e abundância de organismos que dependem da complexidade estrutural do ecossistema, fomentada por ele, também somem”, resume o biólogo.

As doenças dos corais podem ser causadas por vírus, fungos ou

bactérias que, normalmente, já estão presentes no ambiente. “Mas já foi constatado, para o Caribe, que uma espécie de gorgônia, um coral mole, contraiu aspergilose, mal causado por um fungo terrestre”, revela Francini-Filho. No caso de Abrolhos, os pesquisadores, liderados pelo geneticista Fábio Thompson, da UFRJ, conseguiram isolar algumas bactérias do gênero *Vibrio* que podem estar causando a praga-branca no coral-cérebro. Após concluir essa fase, eles injetarão o microrganismo em espécimes de corais saudáveis em laboratório para confirmar se ele é mesmo o causador do mal que atinge a *M. braziliensis*. “Também vamos aprimorar as informações de prevalência e aumentar a precisão de nossas estimativas de progressão, reduzindo o intervalo entre visitas para 10 dias”, afirma o biólogo.

**Fred Furtado**  
*Ciência Hoje/RJ*

# Riqueza em grãos que vem dos Andes

**G**rão andino mais nutritivo cultivado na América do Sul, a quinoa (*Chenopodium quinoa*) é também a mais nova matéria-prima para a produção de biomateriais ou filmes biodegradáveis. O estudo foi desenvolvido pela engenheira química peruana Patricia Cecilia Araujo-Farro, durante seu doutorado no curso de Engenharia de Alimentos na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Para a pesquisa, Araujo-Farro selecionou sete entre as 250 variedades de quinoa de seu país, o segundo maior produtor do grão depois da Bolívia. Das sete, ela elegeu a quinoa real – cujo grão pode alcançar até 3 mm de diâmetro – para desenvolver filmes biodegradáveis, pelo seu elevado conteúdo de amido e qualidade da proteína, principais matérias-primas na elaboração desses biomateriais.

Araujo-Farro faz parte do Programa de Estudante-Convênio de Pós-graduação (PEC-PG), que incentiva alunos estrangeiros a trabalharem no meio acadêmico brasileiro. Sua pesquisa com a quinoa real foi orientada pela química Florencia Cecilia Menegalli, da Unicamp, e pelo engenheiro de alimentos Paulo Sobral, da Universidade de São Paulo (USP), e objetiva conseguir matéria-prima de qualidade a partir de um recurso natural da região sul-americana. De acordo com a pesquisadora, o aproveitamento da quinoa na produção dos biofilmes foi possível graças à grande quantidade de amido e de proteínas presentes no grão de quinoa da variedade real. “Apesar de os filmes plásticos serem mais resistentes e terem maior elasticidade, os biofilmes apresentam também bons resultados.



## COMPONENTES DA QUINOA

Proteínas	15 g
Carboidratos	60 g
Ferro	9,5 mg
Fósforo	286 mg
Cálcio	112 mg
Fibras	5 g
Calorias	350 kcal

No caso do amido de quinoa, sua elevada transparência foi comparada à do polipropileno, podendo ser aproveitado na confecção de embalagem de alimentos”, observa Araujo-Farro.

Além da boa qualidade, os biofilmes de quinoa são bem recebidos pelo ambiente, uma vez que são 100% biodegradáveis. A pesquisadora ressalta ainda a importância do cultivo da quinoa, não só para a economia de diversas regiões da América Latina, mas também para os consumidores do alimento. “O valor nutricional não está somente no grão. Toda a planta pode ser aproveitada na alimentação”, conta Araujo-Farro.

A melhor quinoa é obtida nas elevadas altitudes das terras andinas, mas pode ser adaptada a diferentes tipos de solo e clima. “No Peru, a quinoa cresce desde o nível do mar até 5 mil m de altitude. A altitude favorece a armazenagem de energia em grande quantidade, deixando os grãos mais nutritivos,” explica a



Filme biodegradável desenvolvido a partir da quinoa

pesquisadora. No Brasil, algumas instituições, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), já cultivam a quinoa, adaptando-a a terras baixas e regiões semi-áridas, mas as novas variedades ainda apresentam problemas na germinação e no florescimento.

### Um alimento antigo

A quinoa é plantada pelas civilizações antigas desde 8 mil a.C. Sua cultura era considerada sagrada pela civilização inca. Até hoje é o alimento mais consumido pelos índios e camponeses da região. Mas, apesar de seu excelente valor nutritivo, a quinoa não é comum na dieta dos peruanos. Araujo-Farro afirma que a quinoa e outros grãos andinos (amaranto ou kiwicha, kañiwa) têm baixo prestígio social e são considerados pejorativamente como “alimento de índio”.

O grão de quinoa é conhecido por apresentar todos os aminoácidos essenciais necessários para a alimentação humana, e seu valor nutritivo é tão alto que pode ser comparado ao do leite materno. Segundo a pesquisadora, o conteúdo protéico dos grãos de quinoa encontrado na literatura varia, em média, de 12% a 16%, mas, no caso das variedades testadas durante a pesquisa, estes apresentaram valores percentuais de até 21%. Além de rica em proteínas – 1 kg de quinoa equivale a 1kg de carne –, a quinoa contém outros elementos essenciais a uma dieta: carboidratos e minerais, como cálcio, fósforo e ferro.

Araujo-Farro aposta em outras aplicações para a quinoa: “Além da indústria de alimentos e de biomateriais, acredito que os subprodutos do grão possam ser empregados em diferentes áreas, como a farmacêutica.”

**Juliana Marques**

*Ciência Hoje/RJ*



BIOLOGIA

## SOLTANDO OS CACHORROS

Os cães farejadores estão deixando as ações policiais em aeroportos e desembarcando diretamente nas unidades de conservação. Cientistas começaram a usar a capacidade farejadora desses animais em um projeto de identificação de fezes de espécies silvestres. A nova abordagem traz agilidade para o trabalho de campo: ao mesmo tempo em que os pesquisadores, usando seus próprios olhos, encontrariam 20 amostras, os cães e seus ‘narizes’ encontram cerca de 50. Além disso, os cães são capazes de localizar as fezes depositadas no meio da vegetação, ao passo que os pesquisadores limitam-se às áreas em que as fezes ficam mais expostas, como trilhas e beiras de estradas.

A responsável pela novidade é a bióloga norte-americana Carly Vinne, do Centro de Biologia da Conservação da Universidade de Washington (Estados Unidos). Vyne trabalha no Brasil em colaboração com o Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília (UnB). O biólogo Jader Marinho, representante brasileiro do projeto, conta que os cães estão sendo usados na identificação de fezes de cinco espécies: a onça, a suçuarana, o lobo-guará, o tatu-canastra e o tamanduá-bandeira. “Trabalhar com certos animais, como as onças, pode significar raramente encontrá-los, principalmente devido a seu comportamento discreto e hábitos noturnos. Por isso as fezes são tão importantes. E os cães são muito mais eficientes que os pesquisadores para encontrá-las”, reconhece.

Até agora quatro cães, treinados nos Estados Unidos, vieram ao Brasil ‘participar’ do trabalho. Aqui eles foram ensinados a reconhecer as fezes dos animais em estudo.

De posse do material encontrado pelos cães, os pesquisadores fazem uma série de análises, com destaque para os testes moleculares e hormonais. “O mais importante é que agora, com essas ferramentas, podemos obter das fezes não só informações sobre a dieta e os parasitos dos animais, mas também dados genéticos.” O DNA encontrado nas fezes pode revelar, por exemplo, o grau de parentesco entre os animais, o que ajuda a entender sua organização social e a maneira como usam o território. “Esse tipo de informação é muito útil, principalmente quando se trata de animais em risco de extinção ou com pequenas populações”, diz Marinho.

# A cadeira de rodas do futuro?

**U**ma cadeira de rodas movida por sinais cerebrais. Esse é o objetivo de um grupo de pesquisadores que busca maneiras de ajudar pessoas com grandes limitações de movimento. E eles estão bem próximos de chegar lá. O último modelo desenvolvido reconheceu corretamente as ondas emitidas pelo cérebro em 90% dos testes. Porém, como se trata de um produto que gera muita expectativa e no qual a segurança é requisito fundamental, os cientistas precisam superar os 10% de erro (e outros desafios) antes de lançá-lo no mercado.

O princípio que movimentava a cadeira de rodas é conhecido pelos neurocientistas há tempos: chama-se imaginação motora. “Quando uma pessoa pensa em

um movimento dos membros inferiores (mãos, pernas ou pés), gera sinais no cérebro mesmo que não concretize a intenção. Esses sinais podem ser captados e transmitidos para um computador que os interpreta”, explica o engenheiro Teodiano Freire Bastos, do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Bastos coordena as pesquisas para a construção da cadeira de rodas, iniciadas há três anos. Ele conta que no princípio testaram mecanismos baseados no movimento da cabeça, do globo ocular e do piscar de olhos. “Mas esses métodos não poderiam ser aplicados a pessoas com limitações severas, como os portadores de esclerose lateral amiotrófica, que em estágio avançado não conseguem nem piscar os olhos”, diz o engenheiro.

O grupo começou a busca por soluções e chegou a um mecanismo de movimentação baseado na diferença entre as ondas cerebrais emitidas em estado de alerta e relaxamento. A cadeira criada nessa etapa

do projeto tinha, acoplado a ela, um pequeno computador cuja tela mostrava à pessoa sentada ícones (setas) com os movimentos possíveis – para frente, para trás etc. O sistema ‘varria’ esses ícones constantemente, sempre destacando o ícone ativo. Quando a seta destacada correspondesse ao movimento que a pessoa queria fazer, ela entrava no estado de relaxamento. As ondas cerebrais emitidas eram captadas pelo computador e a cadeira se movia. “O problema foi que descobrimos que o estado de relaxamento a que a pessoa precisava chegar só era atingido quando ela fechava os olhos.”

Foi aí que os pesquisadores pensaram no modelo que capta as ondas emitidas pela imaginação



Movida pela 'imaginação motora', a cadeira tem acoplado um sistema que capta as ondas geradas pela intenção do movimento das mãos de pessoas com deficiência



motora. Nesse sistema, são as ondas geradas pela intenção do movimento das mãos que move a cadeira: se a pessoa quer ir para a direita, pensa em abrir e fechar a mão direita; se quer ir para a esquerda, faz o mesmo com a mão esquerda; se quer ir para frente, pensa nos dois movimentos seguidos e se quer parar basta não pensar em nenhuma das opções.

Até o momento a cadeira com esse mecanismo mostrou-se eficiente em cerca de 90% dos testes, feitos apenas com pessoas sem deficiência. “Começamos com pessoas sem deficiência, porque, caso o sistema não funcionasse, a frustração nos deficientes seria muito grande. Mas em junho começamos os testes em voluntários com paralisias”, comemora Bastos.

A frustração, no entanto, pode ser a nova ferramenta a favor dos pesquisadores. O grupo acredita ser possível usar as ondas cerebrais geradas por essa sensação para corrigir as falhas da cadeira. “Se a pessoa quer ir para a esquerda e a cadeira vai para a direita, a pessoa naturalmente fica frustrada e ativa uma área do cérebro específica. A idéia é usarmos as ondas geradas nessa situação para corrigir o movimento. É como se a cadeira ‘entendesse’ que fez algo errado.”

Mas essa é uma conquista distante e há ainda outras limitações a serem vencidas. Segundo Bastos, até agora o sistema é muito personalizado, o que dificulta a comercialização. Além disso, o estudo de processos que geram sinais cerebrais ainda precisa avançar. “Precisamos saber o que interfere na intensidade dos sinais. Por exemplo, qual a interferência do estado emocional da pessoa ou do cansaço acumulado ao longo do dia? Esses aspectos devem ser mais bem estudados”, finaliza.

**Mariana Ferraz**  
Ciência Hoje/RJ

## QUÍMICA

### PVC ECOLÓGICO

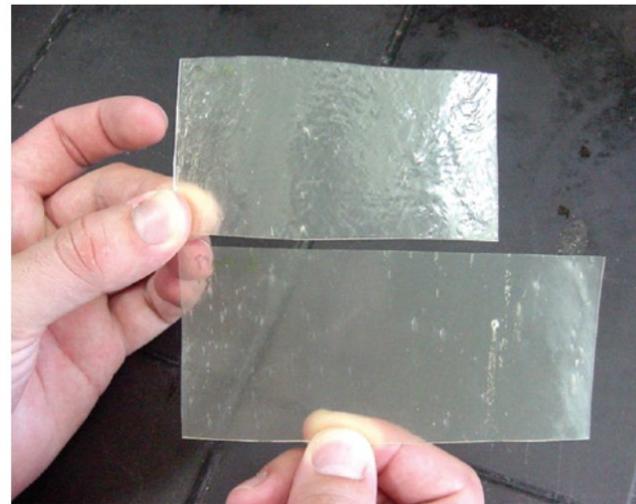
Embora usado na fabricação dos mais diversos produtos, de tubulações para encanamento a brinquedos, o policloreto de vinila (PVC) contém um componente tóxico potencialmente cancerígeno: o plastificante à base de ftalatos (ésteres derivados do ácido ftálico). Sem ele, porém, o material fica duro e quebradiço – e até o momento não há no mercado nenhum plastificante que o substitua. Para contornar o problema, um grupo de pesquisadores da Universidade Federal do Paraná está desenvolvendo um plastificante à base de óleo vegetal. A engenheira química Sônia Zawadzki, coordenadora da equipe, explica que existe uma demanda mundial por um produto semelhante, mas que até o momento só o Brasil está prestes a lançá-lo comercialmente. “Já registramos a patente nacional”, informa.

O novo plastificante ‘ecológico’, além de mais barato que o produto convencional, não se solta do PVC com o passar do tempo. “Ainda estamos realizando testes de toxicidade em cobaias, e os resultados são animadores”, afirma Zawadzki. Enquanto o produto não for lançado, a matéria-prima utilizada na fabricação do novo plastificante permanecerá sob sigilo.

FOTOS: SÔNIA ZAWADZKI

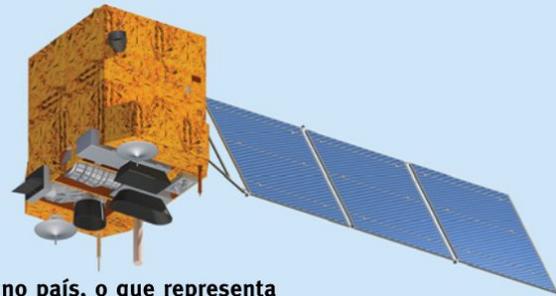


**Plástico com plastificante à base de óleo vegetal. Note que o novo produto tem o mesmo aspecto do plástico convencional**



**Chapas de PVC plastificado, antes da prensagem. A de cima recebeu plastificante convencional; a de baixo contém o produto desenvolvido na UFPR**

**SALTO TECNOLÓGICO** • A Terra será vista do espaço através de ‘olhos’ brasileiros. Isso porque o satélite Cbers-3, construído em parceria entre os governos de Brasil e China, será equipado com câmeras fotográficas construídas com tecnologia 100% verde-amarela. É a primeira vez que esse tipo de equipamento é fabricado no país, o que representa autonomia tecnológica em uma área considerada estratégica. A câmera, batizada de MUX, é resultado do trabalho da empresa Opto Eletrônica, de São Carlos, interior de São Paulo. O Cbers-3 tem lançamento previsto para 2010 e as imagens geradas por ele serão usadas para monitoramento ambiental e gerenciamento de recursos naturais.



## MEDICINA

**DENGUE E DOENÇAS NEUROLÓGICAS**

Pouca gente sabe, mas a dengue pode causar doenças neurológicas como a encefalite e a meningite. Esse desconhecimento resulta em subnotificação dos casos de dengue, já que muitas pessoas apresentam apenas os sintomas relacionados às doenças neurológicas, e pode ser perigoso em relação à administração de certos medicamentos.

Para esclarecer esses pontos e entender melhor a relação entre essas doenças, pesquisadores do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (UHCF), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), iniciaram pesquisa sobre o tema. Um dos pontos que buscam compreender é se no sistema nervoso ocorre produção de anticorpos para o vírus da dengue. Caso isso aconteça, a presença dos anticorpos facilitará o diagnóstico precoce das doenças neurológicas associadas a dengue, o que possibilita um tratamento mais eficaz.

A neurologista Marzia Puccioni, coordenadora da pesquisa, explica que, ao entrar no corpo, o vírus da dengue pode atuar diretamente no sistema nervoso, causando inflamações no cérebro (encefalites e mielite), ou indiretamente, ocasionando hemorragias e encefalopatias, e que os sintomas dessas doenças aparecem durante a infecção aguda pelo vírus ou logo após esse período. “Mas há ainda a possibilidade de desenvolvimento de doenças neurológicas cerca de um mês após a infecção pelo vírus, devido a uma reação imunológica. Nesses casos, os anticorpos para dengue produzidos pela pessoa confundem proteínas do próprio corpo com proteínas do vírus com o qual tiveram contato, e passam a atacá-las”, explica. Esse tipo de reação acarreta o surgimento de doenças como a síndrome de Guillain-Barré, doença inflamatória das raízes dos nervos.

Puccioni ressalta que as doenças neurológicas estão relacionadas apenas aos tipos 2 e 3 do vírus da dengue e que os médicos devem estar alertas para a relação entre essas doenças, principalmente em áreas endêmicas.



FOTO LUCIANO GIMENEZ

## MATEMÁTICA

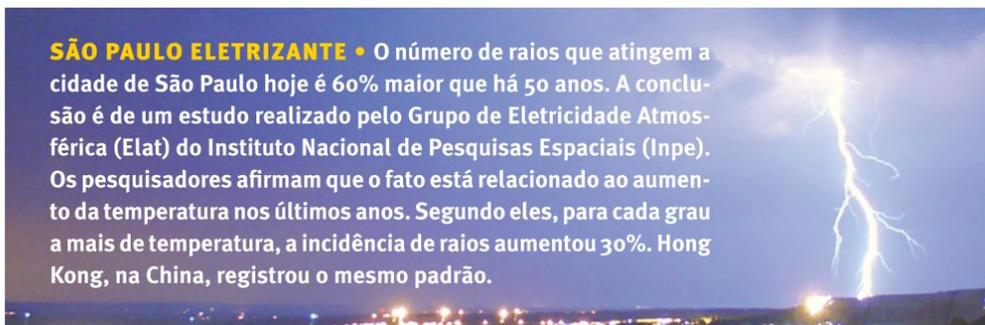
**AVALIAÇÃO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS GANHA PRÊMIO**

Um novo método para determinar qual a melhor solução para um determinado problema matemático ganhou o Grande Prêmio Capes 2007. Desenvolvida no Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (Imecc) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a metodologia é parte da área de otimização, a qual procura resolver problemas matemáticos em que se tenta maximizar ou minimizar um determinado objetivo de acordo com certas restrições. “A otimização está presente em nosso cotidiano o tempo todo. Por exemplo, o objetivo pode ser fazer o caminho mais rápido entre sua casa e o trabalho a pé, com a restrição de evitar ruas movimentadas”, conta a matemática argentina María Laura Schuverdt, da Universidade de La Plata, que desenvolveu o método durante sua tese de doutorado na Unicamp.

O trabalho da matemática criou uma maneira mais eficiente e rápida de calcular a otimização de problemas de programação não linear (que inclui diversas funções, como trigonométricas, exponenciais, polinômios e combinações destas), de tal maneira que cálculos de 3 milhões de variáveis e 16 milhões de restrições podem ser resolvidos em menos de 30 minutos. Para isso, ela definiu uma variante do método lagrangiano aumentado, o qual desmembra um problema complexo em uma sequência de problemas mais fáceis de serem resolvidos individualmente. “Comparado com o que existe na literatura até o momento, nossa metodologia é melhor, tanto do ponto de vista prático quanto do teórico”, revela Schuverdt, que contou com a ajuda do matemático Ernesto Birgin, da Universidade de São Paulo, para a validação prática da teoria.

**AMAZONAS É O RIO MAIS COMPRIDO DO MUNDO** • Agora está provado cientificamente: o Amazonas, com 6.992,06 km, é o rio mais extenso do planeta, deixando em segundo lugar o Nilo, que tem ‘apenas’ 6.852,15 km. A afirmação é do Inpe, que usou sensoriamento remoto e geoprocessamento, para chegar ao número acima, o qual tem uma margem de erro de no máximo 250 m. Para tanto, os pesquisadores incorporaram as vertentes mais distantes do Amazonas, identificadas em junho de 2007, e dados do satélite sino-brasileiro CBERS e do Google.

**SÃO PAULO ELETRIZANTE** • O número de raios que atingem a cidade de São Paulo hoje é 60% maior que há 50 anos. A conclusão é de um estudo realizado pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica (Elat) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Os pesquisadores afirmam que o fato está relacionado ao aumento da temperatura nos últimos anos. Segundo eles, para cada grau a mais de temperatura, a incidência de raios aumentou 30%. Hong Kong, na China, registrou o mesmo padrão.



## Fabrizio Pamplona

Laboratório de Psicofarmacologia (doutorando), Departamento de Farmacologia, Universidade Federal de Santa Catarina, e Instituto Max Planck de Psiquiatria (Munique, Alemanha)



# Magrinho, mas triste

O lançamento de um novo medicamento às vezes provoca grande interesse da população, gerando intensa procura e atraindo a atenção dos meios de comunicação de massa. As pessoas, em muitos casos, desconhecem possíveis efeitos colaterais, presentes em praticamente todos os fármacos. Isso parece ocorrer com o mais novo remédio para emagrecer, o rimonabant. Conhecer a lógica por trás dos efeitos colaterais desse composto, que age sobre os mesmos receptores cerebrais em que atua a maconha, pode ajudar a evitar conseqüências mais sérias.

Um questionamento sempre veio à tona desde que comecei a apresentar publicamente meus estudos em psicofarmacologia de canabinóides: “Como resultados em animais podem se traduzir em algo significativo para os seres humanos?” Nada mais apropriado. Além da desgastada justificativa de que modelos animais permitem compreender a estrutura e dinâmica biológica de um organismo vivo, o uso de animais de laboratório com a finalidade de desenvolver novos medicamentos me parece essencial.

Os canabinóides são um grupo de compostos químicos mais conhecidos por sua presença na maconha – nome popular da planta *Cannabis sativa*. Quando alguém fuma maconha, esses compostos ligam-se a receptores moleculares localizados na superfície dos neurônios (identificados pela sigla CB<sub>1</sub>), o que reduz a transmissão de sinais entre as células cerebrais e provoca diversos efeitos físicos e psíquicos, entre eles o aumento do apetite. Esse efeito estimulou a busca de substâncias que atuassem de forma contrária, visando combater a obesidade.

O recente lançamento, no Brasil, do primeiro medicamento – o rimonabant (de nome comercial Acomplia) – capaz de bloquear os receptores CB<sub>1</sub> levou-me a analisar os estudos clínicos que embasaram sua aprovação em mais de

20 países. O objetivo foi tentar traçar um paralelo entre os resultados que nosso grupo de pesquisa e outros, dentro e fora do Brasil, têm obtido em estudos pré-clínicos em animais de laboratório, de um lado, e os efeitos psicológicos/comportamentais relatados por pacientes que usam a substância, de outro. O composto, batizado com base no nome de um dos pesquisadores que o sintetizou (*Rinaldi-Carmona*), começou a ser vendido no Brasil cerca de 14 anos após a primeira descrição de seu mecanismo de ação (em 1994).

A tentação é grande, mas, farmacologicamente falando, não é correto dizer que o rimonabant provoca efeitos opostos aos da maconha. Primeiro, porque a maconha é uma planta que, além do principal canabinóide psicoativo (delta-9-tetrahidrocannabinol, ou delta-9-THC), tem cerca de outros 60 compostos com ação canabinóide, sem falar de outros tipos de moléculas capazes de interferir em processos orgânicos. Segundo, porque fármacos como o rimonabant bloqueiam os receptores canabinóides, impedindo a ação de substâncias produzidas pelo próprio organismo para, quando necessário, interagir com esses receptores. A grande diferença entre essas substâncias orgânicas (chamadas de endocannabinóides) e a maconha está em que as primeiras agem apenas ‘quando e ▶

## O novo fármaco de fato provoca um quadro de sintomas semelhantes à ansiedade e à depressão em camundongos e ratos, principalmente se testados em situações estressantes

onde' sua presença é exigida, enquanto os efeitos da maconha ocorrem indiscriminadamente, no cérebro e em outros órgãos e tecidos.

Sabe-se hoje que o sistema endocanabinóide está envolvido em muitas funções do organismo, desde efeitos periféricos anti-inflamatórios e de inibição da dor até efeitos cerebrais, como aumento do apetite e manutenção da homeostase cerebral (o 'equilíbrio' da atividade dos neurônios). Foi justamente a propriedade do rimonabant de inibir os mecanismos canabinóides de estimulação do apetite que atraiu cientistas do mundo todo interessados nesse grande filão do mercado farmacêutico. Além disso, o rimonabant exibe uma grande vantagem em relação aos outros medicamentos usados para emagrecer, pois parece inibir também o armazenamento de gordura na região abdominal e contribuir para a produção do 'bom colesterol' (HDL), o que traz potenciais benefícios para os sistemas cardiovascular e hormonal.

Como qualquer medicamento, porém, o rimonabant não está livre de produzir efeitos colaterais. Se os receptores em que age estão envolvidos em diversas funções fisiológicas, é de se imaginar que o bloqueio crônico dos mesmos tenha resultados indesejáveis. Pesquisadores envolvidos nos estudos clínicos do fármaco verificaram diversos sintomas, e entre eles os mais preocupantes foram aumentos na ansiedade e na de-

pressão, muitas vezes acompanhados de irritabilidade e insônia. É importante lembrar que foram excluídos do estudo pacientes com histórico prévio de ansiedade ou depressão, de modo que o surgimento desses sintomas provavelmente indica um efeito farmacológico do medicamento, gerando um estado psiquiátrico 'de doença' ao invés de um estado 'de saúde'. Fato bastante preocupante foi a expressão, por alguns indivíduos, de idéias suicidas, embora isso tenha ocorrido com parcela pequena dos que tomaram o rimonabant cronicamente.

Voltando ao objetivo inicial, o que isso tudo tem a ver com os testes em animais de laboratório? Se os testes pré-clínicos têm mesmo alguma validade, esses efeitos 'prejudiciais' do rimonabant não deveriam ter sido previamente detectados?

**S**im, e eles foram. Desde seu descobrimento, o rimonabant vem sendo testado em animais de laboratório quanto aos seus efeitos neuropsiquiátricos. O que se sabe há bastante tempo é que – apesar dos receios dos pesquisadores em 'traduzir' esses resultados como possíveis sintomas em humanos – o novo fármaco de fato provoca um quadro de sintomas semelhantes à ansiedade e à depressão em camundongos e ratos, principalmente se testados em situações estressantes.

Uma breve explicação sobre os testes pode facilitar a compreensão do leitor. Em laboratório, a prin-

cipal forma de avaliar a ansiedade são testes que geram situações de conflito, nas quais o animal precisa 'decidir' entre se arriscar e explorar um ambiente desconhecido ou ficar escondido no ambiente protegido e seguro. Já a depressão é comumente avaliada com testes que verificam a vontade do animal de sobreviver diante de um desafio natural. Animais ansiosos e/ou depressivos têm um comportamento mais passivo, tendendo a procurar lugares protegidos (ansiosos) e a não lutar por sua sobrevivência (depressivos). A administração do rimonabant provoca estados de ansiedade e depressão nos animais quando o teste envolve uma situação estressante. Nos testes de ansiedade, por exemplo, o estresse pode ser gerado pelo aumento da iluminação do ambiente, que é desagradável para os roedores. Essa modificação amplia o efeito ansiogênico do bloqueio de receptores canabinóides. Isso ocorre porque o sistema endocanabinóide foi 'moldado' ao longo da evolução para proteger o organismo, controlando a reação aos efeitos do estresse.

Como tudo na vida, o que comumente chamamos de estresse tem seu lado bom e seu lado ruim. Baixos níveis de estresse são saudáveis e nos deixam alertas para realizar tarefas importantes e que exigem nossa atenção. Níveis altos, porém, geram uma situação de grave abalo psicológico. Aparentemente, o sistema endocanabinóide só é ativado se os níveis do fator estressor forem muito altos ou contínuos, protegendo assim o indivíduo contra os efeitos danosos do estresse.

Nosso grupo também tem estudado a participação do sistema endocanabinóide na flexibilidade comportamental – a capacidade dos indivíduos de, diante de uma alteração no ambiente, se adaptar à nova situação e se comportar de maneira diferente da habitual. Em linguagem científica, esse proces-

so é chamado de extinção da memória e tem relação direta com a adaptação ao estresse. Um exemplo simples é o de uma pessoa que retorna do trabalho ou da escola pelo mesmo caminho, todos os dias, mas em certa ocasião um engarrafamento no trânsito o obriga a mudar o trajeto. Estudos revelaram que os receptores canabinóides são fundamentais nessa mudança de estratégia comportamental: o desempenho de tarefas desse tipo é grandemente prejudicado em animais de laboratório nos quais esses receptores estão ausentes (por modificação genética) ou bloqueados (por fármacos). Por outro lado, a ativação dos receptores canabinóides por substâncias externas ao organismo (o delta-9-THC da maconha, por exemplo) favorece a flexibilidade comportamental, que em outras palavras pode ser considerada um processo de reaprendizagem.

Vivendo em uma sociedade dinâmica, com o mundo mudando a todo momento, estamos sujei-

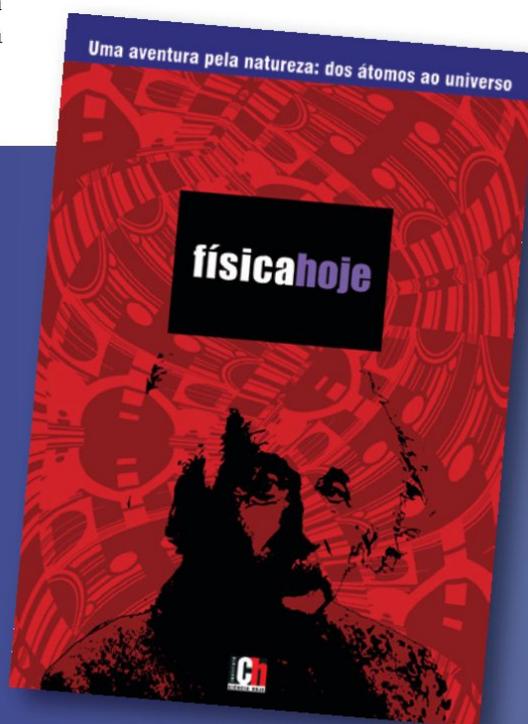
tos a grandes desconfortos decorrentes das pressões cotidianas, o que exige adaptação contínua a esse ritmo – ou seja, um reaprendizado constante. Brincando, costume dizer que a falta de flexibilidade comportamental faz com que a pessoa fique ‘teimosa’, mas poderia seriamente supor que, com o passar do tempo, uma substância que limite essa flexibilidade provocará maior intolerância ou mesmo um sentimento de incompatibilidade com o mundo. Hipoteticamente, poderiam surgir daí respostas emocionais exageradas, como as idéias suicidas já comentadas.

Existem diversos fatores que, combinados, contribuem para que um bloqueador dos receptores canabinóides induza um desequilíbrio emocional em um indivíduo. Podemos, no entanto, avaliar a relação custo/benefício em um tratamento como esse. O próprio fabricante não recomenda o uso do rimonabant por quem deseja apenas “perder uns quilinhos para

o verão” ou para “aquela festa especial”. Apesar dos efeitos adversos possíveis, certamente esse medicamento deve ser visto como opção terapêutica em condição de obesidade patológica, que traz perigosas conseqüências para a saúde. Este alerta serve para conter um pouco do entusiasmo exagerado com que a mídia trata o assunto, gerando grande alvoroço e busca a todo custo (e preço) de cada novidade que surge nas farmácias. Serve também como um exercício para que nós, cientistas, nos mantenhamos atentos às conseqüências de nossas pesquisas e à grande relevância dos estudos em animais, que trazem uma base mais racional para a prática terapêutica. A ciência importante se faz passo a passo, com muito trabalho e dedicação, mas a recompensa é saber que ela pode trazer avanços inimagináveis para a qualidade de vida das pessoas. ■

## USINAS NUCLEARES, IMAGENS DE TOMOGRAFIA, CIRURGIAS A LASER, TELAS DE CRISTAL LÍQUIDO...

SAIBA NESTE LIVRO COMO  
A FÍSICA MUDOU A SUA VIDA



## PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR

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

# Machado e o critério de nacionalidade

Luiz Costa Lima

Departamento de História,  
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

O tema aqui tratado, embora não seja ignorado pelos estudiosos de Machado de Assis (1839-1908), não se encontra entre seus favoritos. Muito menos é freqüente no próprio autor: foi objeto de sua consideração apenas no artigo 'Notícia da atual literatura brasileira. Instinto de nacionalidade'.

Nesse texto, o primeiro dado que chama a atenção é a data. Originalmente publicado em 1873, o artigo é contemporâneo de *Ressurreição* (1872), isto é, da fase ainda titubeante de nosso grande romancista, oito anos antes de seu primeiro romance de maturidade, *Memórias póstumas de Brás Cubas* (1881). Mas é sabido que as datas não podem ser tomadas como absolutas; no caso, porque o Machado crítico antecipa a si mesmo e prepara sua excepcionalidade – emprego a palavra em seu duplo sentido de caráter fora do comum ao que então se produzia e de força esplêndida.

Do 'Notícia', o que menos interessa é a própria notícia, em que o escritor trata, separadamente, do romance, da poesia, do teatro e da maneira como a língua é praticada. É o preâmbulo que nos importa. Esse preâmbulo adquire uma relevância que vai muito além do caráter de resenha informativa que o artigo terá.

Machado parte de uma constatação que deveria tranquilizar os

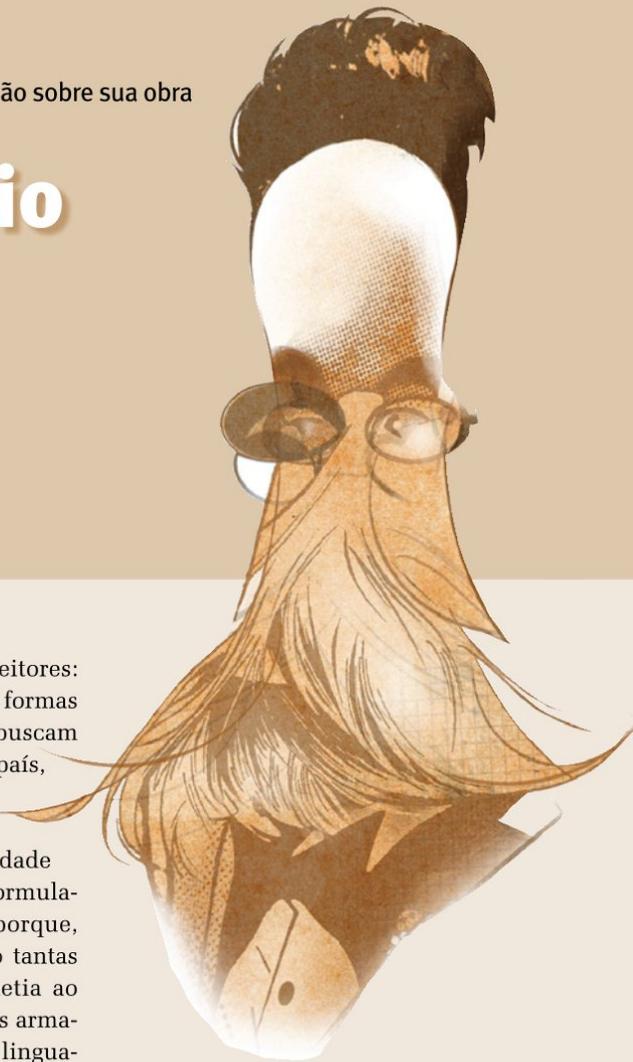
outros escritores e seus leitores: "Poesia, romance, todas as formas literárias do pensamento buscam vestir-se com as cores do país, e não há negar que semelhante preocupação é sintoma de vitalidade e abono de futuro." Essa formulação era tranquilizadora porque, ao reiterar uma afirmação tantas vezes feita e refeita, remetia ao estoque de lugares-comuns armazenado pelo público – na linguagem, nada é mais perturbador que aquilo que contraria o estoque de lugares-comuns.

As frases imediatamente seguintes confirmam o vínculo com os lugares-comuns. O escritor diz que, "interrogando a vida brasileira e a natureza americana, prosadores e poetas acharão ali farto manancial de inspiração (...)", e que, na "opinião" que circula acerca da poesia e da literatura "há (...) um instinto que leva a aplaudir principalmente as obras que trazem os toques nacionais". Não seria extraordinário que Machado conhecesse o prestígio que tinha a idéia de nacionalidade literária; muito menos que ele mesmo a endossasse. Em outro trecho ele afirma que tal "opinião" era "mal formada ainda, restrita em extremo, pouco solícita, e ainda menos apaixonada nestas questões de poesia e literatura", mas seria en-

ganoso supor que os reparos indicassem um desacordo do crítico quanto à opinião referida. O que vale dizer que, para Machado, tanto as obras pertencentes aos diversos gêneros literários quanto a opinião formada sobre elas requeriam algo tão entranhado que era entendido por ele como um instinto, o "instinto de nacionalidade".

## Complexo da casca de banana

Quem, entretanto, tem alguma prática na leitura de Machado de Assis sabe que é preciso estar bem atento a seu modo de lidar com as palavras: o que parece indicar um sentido pode trazer consigo uma imprevista guinada. Como escritor, Machado cultivava o 'complexo da casca de banana'. Não o estamos acusando de exercitar certa modalidade de sadismo. A explicação adequada é outra: vindo de um



meio carente, ele sabia muito bem como foi difícil sair da pura mediocridade ou atingir um nível um pouco além do da mera sobrevivência. Ao tornar-se escritor, sustentando-se financeiramente com um cargo público, reconhecia que estava distante de uma situação de segurança e que, portanto, não deveria cutucar onça com vara curta. Isto é, ele sabia que, ao lidar com valores de aceitação generalizada, deveria considerá-los com a devida cautela.

Isso explicaria a maneira como iniciava o preâmbulo de 'Notícia da atual literatura brasileira': reiterando os lugares-comuns caros ao público ilustrado, Machado optava por embalar seu leitor. Desse modo, ainda que o leitor tivesse alguma prevenção contra ele ou simplesmente não o conhecesse, logo verificaria que se tratava de um homem merecedor de sua confiança. Criava assim uma atmosfera de harmonia e complacência. A esperteza de Machado consistia em ganhar o crédito do leitor, o que lhe permitiria, no correr do artigo, dizer o que de fato pensava. É assim que, após umas tantas páginas, introduz uma nota que, à primeira vista, parece conter algum equívoco. Prestemos atenção na passagem. Depois de louvar os que destacam a "natureza americana", se não mesmo os traços marcantes de sua região, o escritor acrescenta que considera errônea a opinião "que só reconhece espírito nacional nas obras que tratam de assunto local".

Por certo, a afirmação contraria o elogio a princípio indiscriminado do "instinto de nacionalidade". Mas até que ponto são contraditórias as passagens de início e do meio? Não admira que alguém respondesse: o reparo não seria contraditório com o tom do princípio porque se opunha apenas à ênfase nos assuntos e na paisagem estritamente locais. Em outras palavras, que o articulista continuaria de acordo com a quase absoluta unanimidade de seus pares: o escritor responsável

escolhe como material para sua obra um tema de colorido nacional, sem chegar ao excesso de confundilo com os traços peculiares de uma região. Ao contrário do que faria Euclides da Cunha (1866-1909), Machado nunca buscou determinar em que lugar e em qual população estaria o "cristal de rocha" da nacionalidade. Ao passo que Euclides desenvolvia uma 'personalidade de exclusão', isto é, em desacordo crescente com os hábitos das elites ilustradas dos centros urbanos em que vivia (Rio e São Paulo), Machado desenvolvia uma personalidade 'inclusiva', que encontrou seu ápice na fundação da Academia Brasileira de Letras, de que se tornaria o presidente perpétuo. Mas, ao lado dessa inclusividade, Machado aperfeiçoava uma matreirice inesperada para com seu leitor.

É dessa matreirice que não dá conta aquele que procura neutralizar a contradição entre a passagem mediana e o começo do artigo machadiano. Não dizemos que a passagem mediana se oponha pura e simplesmente ao começo do artigo. Mas tampouco se limita a considerar a posição regionalista como um excesso prejudicial. Entre uma e outra posição, Machado desenvolve algo que já não cabe dentro do estoque dos lugares-comuns: o espírito nacional não se manifesta pela preferência concedida a algo externo. Por isso a prática de temas nacionais é válida enquanto vem de dentro do autor, ou seja, enquanto se afirma como algo pertencente à sua interioridade. Algo que lhe é tão inerente quanto se fosse um instinto.

### Matreirice machadiana

Qual a consequência da nacionalidade entendida como um instinto quanto ao cuidado machadiano de tranquilizar o leitor, de parecer a ele que repisava seus lugares-comuns, de, em suma, apresentar-se como o que se costumava chamar "um homem de bem"? É aqui que entra a matreirice machadiana. É

verdade que o descarte do regionalismo não significa um questionamento do que, no começo de seu artigo, aceitava tão pacificamente. Mas é também verdade que, na restrição ao regionalismo, aflorava o sorriso zombeteiro que tanta indignação causaria quando fosse percebido. É como se Machado, a partir de uma abertura cortês, isto é, de uma atitude de fingimento polido, se permitisse um aparente tropeço, que, então, dá lugar ao verdadeiro tombo de... seu leitor. É no tombo da afirmação gasta de tão repetida que se afirma a excepcionalidade de um autor. A afirmação não é válida apenas para Machado. Mas aqui ela se dirige exclusivamente a nosso maior artífice.

Onde o tombo se explicita senão no final do preâmbulo? No exercício de sua matreirice, o articulista, um pouco antes de enunciar a frase provocadora do tombo, ainda admite que "sobretudo uma literatura nascente deve principalmente alimentar-se dos assuntos que lhe oferece sua região". Ao admitir isso, Machado se comporta como alguém que dissesse: na falta de algo melhor, o particular, o costumeiro em uma região, sobretudo em um sistema intelectual incipiente como o nosso, pode ser um mal menor. Mas tal concessão, em vez de configurar um abrandamento, desempenha o papel de contrastar mais fortemente com a afirmação central de todo o preâmbulo: "O que se deve exigir do escritor, antes de tudo, é certo sentimento íntimo, que o torne homem do seu tempo e do seu país, ainda quando trate de assuntos remotos no tempo e no espaço."

Como essa afirmação final se relaciona com a abertura? O "sentimento íntimo" não é o oposto do "instinto de nacionalidade", mas sim é a maneira como o "instinto" se concretiza. Para que um seja a contraface do outro será preciso que se desfaça a ligação entre "instinto de nacionalidade" e um elemento externo, isto é, "as cores do país". Assim, Machado se opunha ▶

**Ao se opor ao princípio de nacionalidade, Machado ia muito além de contraditar seus pares nacionais: 'opunha-se sim à concepção realista da literatura'**

ao juízo corrente naquele Brasil da segunda metade do século 19 sobre o que seria próprio à expressão literária. O princípio de expressão da nacionalidade como diferencial da literatura aqui ganhava foros de quase absoluta unanimidade, mesmo porque a independência política havia ocorrido só há pouco mais de 50 anos e a idéia de unidade nacional tinha de ser estimulada a toda força, pois não existia nos tempos de colônia.

Além do mais, se esse princípio assumia tal força em toda a América do Sul, só poderia ser assim porque partia de um centro dotado de bastante prestígio. Esse centro exterior era a Europa. Lá, entretanto, o princípio de nacionalidade era afirmado a partir de uma tradição de pensamento incomparável com a rala opinião que o sustentava nos países sul-americanos, independentes há menos de um século. O que aqui se impunha como observação da natureza, na Europa assumia o caráter mais complexo de realismo. Nos dois casos, porém, a diferenciação pela observação das "cores do país" ou de seus costumes e modos de ser supunha que a literatura se distinguia de outras formas de expressão por dar voz a algo externo. Com isso, digo que, ao se opor ao princípio de nacionalidade, Machado ia muito além de contraditar seus pares nacionais: 'opunha-se sim à concepção realista da literatura'. Por isso não é ocasional que um escritor então desprezado mesmo entre os britânicos, como o norte-irlandês Laurence Sterne

(1713-1768), exercesse, com seu *Tristram Shandy* (publicado de 1760 a 1767), a influência que teve sobre o Machado da maturidade. Essa influência é bastante conhecida. Mas não posso dizer que seja bem compreendida. Como não seria possível tratar desse tema aqui, a reflexão precedente deve ser tomada como o preâmbulo para uma futura demonstração.

### O milagre

Na falta desta, apenas acrescento duas anotações:

1. Para quem acompanhou o argumento aqui desenvolvido não parecerá estranho observar que os intérpretes de Machado que entendem sua obra como 'determinada' pela estrutura social do país estão contra a concepção de literatura que o escritor formulava antes de iniciar sua fase mais produtiva. Há algumas décadas, falava-se em Machado como romancista do Segundo Reinado. Ao leitor um pouco mais refinado, a expressão hoje parece prova de um determinismo grosseiro. Cabe, entretanto, considerar que sua interpretação dominante continua no mesmo passo quando procura explicar a ficção machadiana a partir de uma conjuntura histórico-social dada, isto é, a partir de um centro externo. É certo que a mera oposição entre externo e interno não basta para definir-se um critério válido de crítica para obra literária – e, em geral, para arte. Ao contrário, ela se torna contraproducente quando se confunde "externo" com histórico-social e "interno" com psicológico. A formulação machadiana, no entanto, ainda evita a estupidez. Note-se sua passagem central: o decisivo "certo sentimento íntimo" que o tempo pressiona para que se configure no autor. "Sentimento íntimo" não significa algo suficiente em si mesmo, passível, portanto, de uma abordagem psicológica, pois é o efeito provocado no autor pela circunstância sócio-histórica que o torna um homem de seu tempo. Em

outras palavras, para que a nacionalidade não seja, na crítica de arte, um critério arbitrário é preciso que seja compreendida como algo instintivo, que se confunde com sua própria voz, e não o resultado de uma decisão imposta de fora para dentro. Assim entendida, a nacionalidade só é um instinto quando, no autor, se integra a seu sentimento de seu próprio tempo.

2. Chamo a atenção para uma passagem do romancista mexicano Carlos Fuentes, que eu desconhecia até há poucas semanas, quando o professor e amigo João Adolfo Hansen me fez saber o que aqui transmito, de maneira condensada. Em um pequeno ensaio, significativamente intitulado *Machado de la Mancha* (Fondo de Cultura Económica, México, 2001), Fuentes diz que Machado se opunha à tradição realista que dominou o romance latino-americano do século 19, a ela contrapondo "*la tradición interrumpida de la Mancha*". Assim, acrescenta o escritor mexicano, Cervantes-Sterne-Machado formam uma linhagem própria, na qual Machado se destaca como o "milagro" latino-americano.

'Milagre' é bem o qualificativo que cabe aplicar-se a Machado. Assim, não só se assinala a impossibilidade de uma explicação histórica convincente de sua excepcionalidade, como, inversamente, se torna bastante compreensível por que, ainda no centenário de sua morte, sua interpretação permanece majoritariamente pobre, seguidora de correntes de pensamento que explicam a obra de ficção a partir de seu condicionamento, incapaz de compreender o que o próprio Machado já tinha percebido e formulado. Contra a pobreza intelectual dominante, pode-se citar o filósofo francês Jean-Paul Sartre (1905-1980): "Que Paul Valéry [1871-1945] pertencia à classe média francesa, todos nós sabemos. O problema consiste em saber por que a classe média francesa não fez a obra de Valéry." ■



# Briga de gigantes

## Câstor Cartelle

Curadoria de Paleontologia, Museu de Ciências Naturais, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas)

**N**a coleção de paleontologia do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas, em Belo Horizonte, há um esqueleto quase completo de um animal jovem, provavelmente macho, da preguiça-gigante *Eremotherium laurillardii*. Ele foi recuperado por mergulhadores no Poço Azul, Chapada Diamantina, Bahia. Pacientemente aguardou por seu coletor, Túlio Schargel, durante 11 mil anos. Um dos estudos em curso no laboratório de paleontologia do museu é a tentativa de confirmar a hipótese de que nessa espécie o dimorfismo sexual pode ser constatado examinando-se as proporções dos ossos longos. Nos espécimes em estudo (há um grupo maior e outro nitidamente menor), percebe-se um padrão comum a indivíduos jovens e adultos, e há evidências que permitem separar machos e fêmeas. Na expectativa de confirmar a hipótese, descobrimos algo impensado no nosso jovem forte e avantajado. Algo que poderia levar-nos a concluir que um excesso de juventude pode trazer graves problemas. É possível que essa 'lição' tenha sido aprendida por um animal nas antigas planícies brasileiras.

A escápula (ou omoplata) dos mamíferos, um osso achatado, articula-se com o braço. Ela ajusta-se à porção anterior das costas



como que protegendo as primeiras costelas e vértebras. Na preparação da escápula esquerda chamou a nossa atenção uma estrutura diferente (figura 1). Perto da borda superior, a estreita lâmina de osso estava perfurada. O eixo maior da perfuração, vertical, chega a 7 cm. Em volta dela percebe-se uma faixa de osso regenerado de perímetro também oval que assinala os limites da porção reconstituída. Originalmente a perfuração foi maior e a regeneração óssea não chegou a fechar completamente a lesão (figura 2).

De início interpretamos o ferimento como resultado de um abscesso causado por uma pancada. Mas a perfuração original é nítida; teria 13 cm de diâmetro no máximo e 50 cm<sup>2</sup> de superfície. Em volta da perfuração não há indícios ou sinais de fratura: a lâmina óssea não se estilhaçou; só houve perfuração. Será que, mesmo após o processo de regeneração ocorrido durante certo tempo, o nosso jovem teria sucumbido devido às seqüelas do grave ferimento? Não parece. Um processo

infeccioso não teria permitido a regeneração óssea que se vê no local do ferimento.

Como nosso estudo se centrava em medidas para confirmação de uma hipótese, a pesquisa prosseguiu, e a escápula perfurada tornou-se uma curiosidade esquecida. Mas pouco depois o interesse por ela foi retomado. As primeiras costelas do lado esquerdo foram retiradas das gavetas e organizadas sobre uma mesa. O que causou a perfuração da escápula deveria ter atingido também as costelas localizadas sob ela. Era injustificável não termos observado isso antes.

Fracasso e desencanto total; nem sempre a lógica funciona. Nas costelas encobertas pela escápula não havia rastro de lesão óssea. Em uma das últimas costelas do mesmo lado, sem nenhuma relação com a escápula, houve uma fratura. Mas, quando o animal morreu, já teria havido regeneração total, constatada pela calosidade nela presente (figura 3). Nosso jovem era um sofredor.

**Figura 1.** Escápula esquerda (vista lateral) de uma preguiça-gigante, com sinais de perfuração e regeneração óssea (seta). O espaço sem osso (no alto, à direita) deve-se a material não recuperado e não tem relação com a perfuração, e o orifício à esquerda é natural



Figura 2. Vistas externa (A) e interna (B) da regeneração óssea na escápula de uma preguiça-gigante recuperada no Poço Azul (BA)

E as costelas voltaram para as gavetas. Dias depois, nova idéia: examinar as primeiras vértebras torácicas, que se articulam com costelas. Em duas vértebras, a terceira e a quarta, localizadas na altura da escápula, era nítida outra consequência da perfuração na escápula. A base do processo espinhoso, no lado esquerdo da terceira vértebra, e a projeção onde se articulava a respectiva costela, na quarta vértebra, haviam sido fraturadas (figura 4).

Percebe-se a regeneração óssea completa das fraturas devido à calosidades na área das lesões. Pela localização da perfuração na escápula e das fraturas nas vértebras, deduzimos que o causador da ferida atingiu nosso jovem de lado, de cima para baixo e de fora para dentro, situação que pode ter ocorrido quando estivesse em pé, de braços abertos.

**O que aconteceu?**

Uma preguiça-gigante extinta recuperada por mergulhadores só podia estar mergulhada em mistérios. Como explicar o que estava diante de nossos olhos? Mais hipóteses. Quais poderiam explicar tamanho ferimento? Não foram

poucas. Queda sobre uma pedra pontiaguda foi descartada. O impacto esmagaria a escápula, fragmentando-a, e os fragmentos ou suas soldaduras seriam perceptíveis. Mas deu-se uma perfuração limpa. O impacto de uma queda como essa não poderia ser de cima

para baixo. Se fosse sobre os flancos, teria ocorrido fratura nas costelas.

No dorso do animal poderia ter-se fincado um galho afiado. Mas como isso teria acontecido de cima para baixo? Essa perfuração-fratura não teria ocorrido, a menos que tivesse havido uma queda de costas. Mas nessa hipótese improvável o formato da perfuração seria arredondado e não tendendo a oval.

Também seria improvável que o braço do animal estivesse erguido, horizontalmente ao chão, para que fossem atingidas a escápula e as vértebras ao mesmo tempo. Em posição quadrúpede a escápula tenderia a localizar-se paralelamente às costelas, ocorrendo es-

paço relativamente amplo entre sua borda superior e as vértebras.

Mais improvável seria a hipótese de uma preguiça erguer-se usando toda sua força e espetar-se em um galho. Ela teria reagido de imediato, abortando a ação. Se o impacto tivesse acontecido ao passar à beira de uma árvore, a lesão seria um corte, não uma perfuração vertical tão agressiva. Calculamos que, para atingir as vértebras, o objeto perfurador deveria atravessar pele, músculos e osso, em um percurso de pelo menos 20 cm.

O ferimento poderia ter sido feito por um contemporâneo de Luzia, até agora a mais antiga cidadã brasileira? É improvável que um ser humano ‘armado’ com uma lança que não passaria de uma vara em cuja ponta se fixava uma pedra estreita e afiada se aproximasse de um animal de quase três toneladas e causasse tão amplo ferimento. Se em vez de uma lança tivesse usado um dardo, o diâmetro da perfuração indica que a haste seria muito pesada, sendo a velocidade do lançamento muito baixa para realizar tamanho estrago. E o perímetro da perfuração não seria piriforme ou subtriangular. Não haveria como desferir um golpe com a orientação descrita (de cima para baixo e de fora para dentro).

Figura 3. Calosidade, resultante de recuperação óssea, na metade terminal da 13ª costela do lado esquerdo da preguiça-gigante que teve a escápula perfurada



Teria acontecido o ataque de um predador? O gato-de-dentes-de-sabre (impropriamente chamado tigre-de-dentes-de-sabre) seria um candidato. Sua maior arma eram as mãos: uma patada desferida com força durante a perseguição seria mortal para muitos animais. A ferida produzida pelas enormes garras deveria ser enorme. Além disso, a potência da patada era suficiente para fraturar a coluna vertebral da vítima, mas não poderia fazer uma ferida perfurante no osso. Menos ainda se fossem usados seus longos caninos: a lâmina frágil desses estreitos dentes se partiria contra o osso e não poderia 'esculpir' uma perfuração tão avantajada como a que se observa na escápula do jovem. No tempo em que vivia nosso investigado, não havia outros predadores capazes de produzir tamanho prejuízo.

**Suposição plausível**

Resta uma hipótese que, se não for comprovada definitivamente, ao menos é lógica: uma briga com outra preguiça-gigante. A espécie brasileira tinha duas garras nas mãos; a argentina, *Megatherium americanum*, três. As duas garras ocorriam no terceiro e quarto dedos, o que em nós corresponderia ao central e anular. Na nossa preguiça o primeiro e o segundo dedos eram fundidos, rudimentares, e o último, correspondente ao mindinho, atrofiado.

A primeira garra córnea, correspondente ao dedo central, tinha quase o dobro do tamanho da outra (cerca de 60 cm de compri-



Figura 4. A terceira e a quarta vértebras da mesma preguiça-gigante mostram, para os cientistas, sinais (setas) de fraturas e posterior regeneração

mento). A falange óssea respectiva, recoberta por essa primeira garra, atingia 30 cm de comprimento em adultos de grande porte. Em vista lateral, era algo recurvada (figura 5) e media até 15 cm na superfície articular (oposta à ponta). Transversalmente também era triangular, com base larga e arredondada no ângulo superior.

A perfuração na escápula da nossa preguiça tem esse contorno. É provável a hipótese de que a ferida tenha sido causada por outro animal da espécie, que desferiu potente golpe de cima para baixo no lado esquerdo, quando nosso jovem estava de braços abertos em posição bípede (de briga), alçado sobre as duas patas traseiras e enfrentando o adversário. A pancada foi desferida com a garra principal dobrada perpendicularmente em relação à mão, avantajada o suficiente para produzir o ferimento descrito. Como os animais teriam se enfrentado em pé, após a perfuração da escápula a garra direita do atacante atingiu a terceira vértebra

torácica e escorregou para a seguinte, a quarta, fraturando-a também.

O jovem ferido, sangrando em abundância, recuou, voltou à posição quadrúpede e, derrotado, deu as costas ao seu opositor. Iniciava a fuga, quando o adversário voltou a atingi-lo com potente pancada desferida por trás, dessa vez com a mão esquerda aberta. O resultado não foi uma perfuração mas uma fratura de costela, a décima-terceira do lado esquerdo.

Em diversos achados pelo país afora e em outras regiões da América, há indícios de que esses animais viviam em rebanho. Não é raro encontrar na mesma jazida indivíduos de diferentes faixas etárias, inclusive animais muito jovens. A competição intragrupal seria uma explicação óbvia. Nosso jovem tentou romper estruturas? Avançou o sinal antes do tempo? Achou-se mais poderoso do que era? Ele sobreviveu aos grandes ferimentos depois de sofrer ao menos por vários meses. Com sua capacidade reduzida, foi definhando lentamente até a morte? Ou conseguiu recuperar-se completamente dos ferimentos e morreu por outras causas?

Todo animal fossilizado guarda segredos a serem desvendados. Nosso jovem tem mais esse. Será que desvendamos a causa de uma grave ferida? Se tudo fosse solucionado, não haveria a graça do mistério. ■

Figura 5. Falange do dedo maior de uma preguiça-gigante. Essa parte óssea (preservada no fóssil) era recoberta por uma parte córnea dura, formando uma garra poderosa de até 60 cm



**ECOLOGIA** Desmatamento ameaça um dos maiores símbolos de nossas florestas

# Minha terra tem palmeiras: até quando?

As palmeiras são componentes de destaque das florestas tropicais, produzindo frutos ricos em açúcares e gorduras, amplamente consumidos pela fauna silvestre. Além disso, elas fornecem vários produtos utilizados pelo homem na alimentação e na construção de utensílios e moradias. Algumas espécies, no entanto, estão ameaçadas pela fragmentação de seus habitats e pela conseqüente perda dos dispersores de suas sementes. Por **Alexandra dos Santos Pires**, da *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro* e do *Laboratório de Ecologia e Conservação de Populações da Universidade Federal do Rio de Janeiro*, e **Mauro Galetti**, do *Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp)*, campus Rio Claro.

**T**ípicas das áreas tropicais, onde alcançam elevada diversidade, as palmeiras fornecem ao homem muitos produtos não-madeireiros. Vários deles fazem parte do nosso dia-a-dia, como a piaçava, a ráfia, o sapê e alimentos como o palmito, o açaí, o azeite-de-dendê e até a tâmara, proveniente da espécie *Phoenix dactylifera*, comum em oásis da África e do Oriente Médio. Rico em açúcar e gordura, o fruto da palmeira é um recurso alimentar essencial também para a fauna silvestre. Por essas razões e por frutificar durante um longo período, em geral quando há escassez de outros frutos, a palmeira é considerada um recurso-chave nas florestas tropicais.

Entre os animais que dependem dos frutos da palmeira para sobreviver estão alguns besouros da família Bruchidae, que mantêm uma relação curiosa com esse tipo de planta. As fêmeas adultas põem ovos sobre os frutos, e as larvas que eclodem os perfuram até atingir a semente. Após se alimentar da carne do coco (o endosperma), as larvas empupam e saem do interior do fruto como besouro adulto, recomeçando assim um novo ciclo de vida.



Quando os frutos permanecem sob a planta-mãe, quase todas as sementes podem ser consumidas por besouros. Alguns roedores, como a cutia (gênero *Dasyprocta*), o esquilo (*Sciurus aestuans*) e o rato-de-espinho (gênero *Trynomys*), removem os frutos para longe da planta-mãe e os guardam em suas tocas ou enterram para consumir depois, permitindo que as sementes escapem da predação por esses insetos. Como muitos frutos não são aproveitados pelos animais, as sementes acabam germinando.

O Brasil, que já se chamou Pindorama ('terra das palmeiras', em tupi), tem cerca de 200 espécies da

Frutos da palmeira iri (*Astrocaryum aculeatissimum*) predados por besouros

FOTOS: ALEXANDRA PIRES



A cutia (à esquerda) dispersa o fruto da palmeira iri (ao cento). Nas três fotos menores, de cima para baixo, cacho de frutos da palmeira, frutos abertos e plantas ainda pequenas (plântulas)

planta, muitas das quais só ocorrem em nosso território. Uma séria ameaça a essa diversidade é a fragmentação dos ecossistemas naturais. A mata atlântica, vale destacar, é um dos biomas mais afetados por esse processo, tendo perdido mais de 90% de sua área original. Em estudo feito nesse bioma, procuramos entender os efeitos da fragmentação florestal sobre as palmeiras e o conseqüente comprometimento das interações ecológicas em que estão envolvidas.

### Perda de espécies

A diversidade de palmeiras foi estudada em nove fragmentos florestais – com áreas de 19 a 3.500 hectares (ha) – situados no norte do estado do Rio de Janeiro. As reservas biológicas União e Poço das Antas, os maiores remanescentes de mata atlântica de baixada no estado, são os fragmentos mais extensos. Foram inventariadas 10 diferentes espécies de palmeiras nativas, a maioria nos fragmentos grandes. Nos pequenos, os indivíduos encontrados eram adultos em sua maioria, um indício de que os jovens não estão conseguindo se estabelecer nesses locais. Como os fragmentos estão isolados há menos de 40 anos e as palmeiras podem viver várias décadas, é possível que a maioria dos adultos encontrados já estivesse ali antes da fragmentação. Portanto, quando esses indivíduos morrerem, a espécie poderá desaparecer. Em longo prazo, o processo deve empobrecer as comunidades de palmeiras, causando sérios danos às espécies da fauna que delas dependem para sobreviver.

Mas por que algumas palmeiras desaparecem em fragmentos pequenos? Vários fatores podem causar a extinção de uma espécie em um fragmento, como coleta excessiva pelo homem, dificuldade de adaptação a novas condições climáticas ou perda de

parceiros mutualísticos, como polinizadores ou dispersores de sementes. Em nosso estudo, espécies de áreas sombreadas no interior da floresta e espécies cujas sementes são dispersas por um número limitado de animais foram as mais sensíveis à fragmentação. Como quase toda a área dos fragmentos pequenos sofre influência do ambiente externo, o que os torna mais quentes e secos, palmeiras do interior da floresta tendem a desaparecer nesses locais. Outra pergunta: por que palmeiras com reduzido número de dispersores seriam mais vulneráveis? Um estudo feito com a espécie *Astrocaryum aculeatissimum* (conhecida popularmente como iri ou brejaúva) ajudou a responder essa questão.

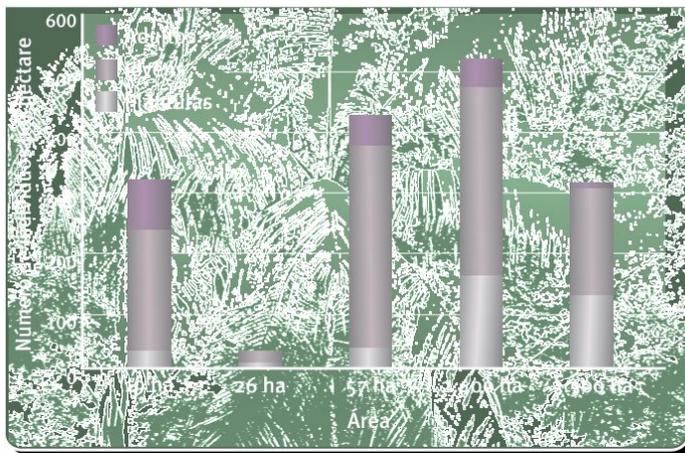
### Interações ecológicas

Chamou a nossa atenção nos pequenos fragmentos o grande número de frutos de iri que apodreciam sob as plantas-mãe, o que não se via nos fragmentos maiores. Alguns pesquisadores já haviam interpretado o acúmulo de frutos maduros no chão da mata como uma evidência da ‘síndrome da floresta vazia’ – sinal de que, embora aparentemente bem, a floresta não mais hospedava os animais que nela tinham papéis ecológicos importantes. Como esperado, a maioria dos frutos (87%) sob as plantas-mãe havia sido predada por besouros. As poucas sementes que escaparam desses insetos, por sua vez, foram consumidas por fungos ou pequenos roedores. Esse resultado está de acordo com estudos anteriores, que demonstraram que a remoção das sementes para longe da planta-mãe amplia as chances de germinação.

Para testar a hipótese de que o deslocamento de frutos por animais era menor nos fragmentos pequenos (o que explicaria o acúmulo de frutos nesses locais), fizemos experimentos comparando três frag- ▶



Palmeira juçara (*Euterpe edulis*): ameaçada pela extração ilegal de palmito



Abundância de iri em fragmentos de mata atlântica. O reduzido número de plântulas nos pequenos fragmentos indica a vulnerabilidade das populações nesses locais

mentos pequenos (de 19, 26 e 57 ha) com dois grandes (de 2.400 e 3.500 ha). Em cada um foram colocados 100 frutos de iri perfurados artificialmente e amarrados a um carretel preso a uma árvore próxima. Um mês depois verificamos se os frutos haviam sido removidos e qual tinha sido o destino das sementes. Foram deslocados mais frutos das áreas grandes (32%) do que das pequenas (12%). Mais curioso, no

entanto, foi o destino das sementes, que só foram enterradas nas áreas maiores.

O monitoramento de frutos maduros por meio de câmeras acopladas a sensores de calor e movimento que disparam quando um animal é detectado mostrou que a cutia foi o principal dispersor de frutos. Pequenos remanescentes não mantêm populações viáveis do animal, já que a cutia requer aproximadamente cinco hectares para sobreviver; além disso, está na mira de caçadores e é vulnerável à predação por cães domésticos.

A ausência de cutias nos fragmentos pequenos explica o reduzido número de iris jovens no local. O surgimento de novos indivíduos depende de cutias que enterrem suas sementes, que, deixadas sobre o solo, podem ser predadas. Embora o iri possa se reproduzir assexuadamente, a reprodução sexuada é importante para manter a variabilidade genética da espécie.

### Extinções em cascata

A mata atlântica possui 45 espécies de palmeiras, e as sementes de quase um terço delas são espalhadas principalmente por cutias. Muitas dessas espécies, incapazes de se reproduzir assexuadamente, estariam ainda mais ameaçadas pela fragmentação de seus habitats e pela perda de seus dispersores.

A extração ilegal de palmito é outra ameaça para algumas espécies. A maioria não resiste a essa atividade predatória e morre, o que reduz o número de indivíduos capazes de produzir novas sementes e dificulta ainda mais a regeneração das espécies. Esse é o caso do palmito-juçara (*Euterpe edulis*) e do palmito-amargoso (*Polyandrococos caudescens*), seriamente ameaçados nos pequenos fragmentos. A perda dessas espécies deve afetar os animais que ainda persistem nos fragmentos e dependem de seus frutos em épocas de escassez de recursos.

O valor das palmeiras geralmente está relacionado com a produção de frutos. Mas essas plantas têm outros papéis ecológicos importantes. Sua coroa foliar abriga grande diversidade de insetos, que servem de alimento para aves e mamíferos, e é usada como refúgio por diversos animais. Importantes para a fauna, atuam também na estruturação das comunidades de plantas, limitando o recrutamento de outras espécies sob sua copa e favorecendo a diversidade das comunidades vegetais. A redução da abundância e diversidade de palmeiras alterará a estrutura e o funcionamento das florestas, ameaçando a sobrevivência de outros organismos. Embora algumas espécies sobrevivam em pequenos fragmentos (que têm valor para a conservação e devem ser protegidos), a preservação da diversidade de palmeiras depende da manutenção de grandes áreas de floresta e de seus dispersores de sementes. ■

**ECOLOGIA** Uso sustentável do minhocoçu permite gerar renda e conservar a espécie

# Proteção para minhocas gigantes

Algumas minhocas podem ter mais de 1 m de comprimento. Chamadas de minhocoçus, essas minhocas gigantes existem em todo o Brasil. A espécie *Rhinodrilus alatus*, porém, só ocorre nos cerrados da região central de Minas Gerais. O animal é coletado e comercializado nessa região há cerca de 70 anos, e essas atividades cresceram nas últimas décadas. Estudos feitos entre 2004 e 2007 revelam que o uso sustentável da espécie pode ajudar a conservá-la e a reduzir conflitos decorrentes de sua extração.

Por **Maria Auxiliadora Drumond**, do Instituto Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Sustentabilidade – Sustentar.

**A**s minhocas são animais do filo Annelida (que têm o corpo dividido em anéis ou segmentos) e da classe Oligochaeta (que têm poucas cerdas). Na espécie *Rhinodrilus alatus*, os indivíduos têm em média 60 cm de comprimento e 1,3 cm de diâmetro, mas podem alcançar mais de 1 m (figura 1). Embora seja usada em certas áreas de Minas Gerais, há quase um século, como isca para a pesca amadora, a espécie só foi descrita em 1971 pelo taxonomista Gilberto Righi (1937-1999). Em 1995 e 2003 foi considerada espécie ameaçada de extinção no estado e no Brasil, devido à intensa coleta, à destruição de seus habitats e à falta de informações sobre sua distribuição geográfica (acreditava-se que só existia nos municípios de Paraopeba e Sete Lagoas).

Desde a descrição, poucos dados sobre a ecologia dessa espécie tinham sido acrescentados, e também eram escassas as informações sobre a importância de sua extração e comercialização para a população local. Já os conflitos relacionados a tais atividades foram bastante divulgados pela mídia. Mas *R. alatus* estaria mesmo sob ameaça de extinção? Quais seriam as alternativas econômicas para os extratores, se a espécie fosse substituída por outras iscas? Seu uso continuaria a ser possível se a espécie e seu habitat fossem valorizados e protegidos?



Figura 1. Os minhocoçus da espécie *Rhinodrilus alatus*, que podem chegar a 1 m de comprimento, são intensamente coletados e comercializados em Minas Gerais

## Importante fonte de renda

Um dos principais problemas associados à extração do minhocoçu é a invasão de propriedades privadas e da Floresta Nacional de Paraopeba, unidade de conservação de 200 ha situada na área urbana do município. As coletas são muitas vezes furtivas e os extratores costumam usar o fogo para remover a vegetação rasteira e facilitar a localização das câmaras subterrâneas onde o *R. alatus* pode ser encontrado. Isso permite que fiquem menos tempo nos locais invadidos, para evitar atritos com proprietários e fiscais. Para obter os minhocoçus, os extratores revolvem o solo e destroem as plantas que o cobrem, o que reduz a produtividade em pastagens e em plantações de eucalipto e afeta a reposição da vegetação em áreas naturais.

Figura 2. Minhocoçu (A) retirado de uma 'panela' (câmara de quiescência) e exemplar ainda úmido (B), na estação seca, com o muco que recobre o fundo dessa câmara e retém água



A extração e o comércio de minhocoçus são muito importantes para a economia regional. Sabe-se hoje que existem no mínimo 500 extratores, e relatos sugerem que até 5 mil pessoas estejam envolvidas, direta ou indiretamente, na coleta e no comércio da espécie. Os extratores residem nos municípios mineiros de Caetanópolis, Cordisburgo, Corinto, Curvelo, Paraopeba, Sete Lagoas e Três Marias. A comunidade quilombola de Pontinha, situada a 18 km de Paraopeba e com 2 mil pessoas, destaca-se entre os grupos que têm essa atividade como principal fonte de renda. Das 252 pessoas que se apresentaram em uma semana de campanha de cadastramento de extratores no Projeto Minhocoçu, 127 eram residentes de Pontinha.

Tentativas anteriores de eliminar o comércio da espécie (com a apreensão de enxadões usados na extração ou a prisão e condenação de extratores, comerciantes e transportadores) apenas aumentaram a intensidade dos conflitos. Como o minhocoçu é uma importante fonte de renda e há poucas alternativas de trabalho na região, o problema persiste e se agrava ao longo do tempo. Buscando uma solução alternativa, foi planejado um programa de manejo adaptativo, com responsabilidades e direitos definidos, envolvendo várias instituições públicas, organizações não-governamentais, empresas, fazendeiros, comunidades extratoras e comerciantes. O programa vem sendo elaborado de forma participativa, valorizando o conhecimento local e utilizando informações científicas sobre ciclo de vida, abundância e distribuição da espécie.

### Vida sob a superfície

O ciclo anual do minhocoçu é bastante curioso. Há um período de reprodução e alimentação, na estação chuvosa, e um de quiescência, na estação seca. Na quiescência, os minhocoçus ficam inativos durante a maior parte do tempo, enovelados em uma câmara subterrânea ("panela", na denominação local). Essa

panela é construída em média a 25 cm da superfície (mínimo de 7 cm e máximo de 45 cm, em uma amostra de 541 câmaras). Na época mais seca, o animal produz um muco e reveste com ele a base da câmara, o que ajuda a reter água e manter seu corpo úmido (figura 2).

Ao final da estação seca, os minhocoçus retomam a atividade e, nos adultos, uma estrutura reprodutora situada junto à cabeça (o clitelo, popularmente chamado de "barbela") aumenta de volume, projeta-se para o lado e ganha coloração avermelhada. No início da época chuvosa, eles deixam as câmaras de quiescência para buscar alimentos e parceiros sexuais. Sendo hermafroditas, a cópula caracteriza-se pela transferência mútua de espermatozoides entre dois indivíduos (figura 3). Esta ocorre em uma galeria próxima à superfície, detectada pelos extratores por uma 'trinca', e em seguida os animais iniciam a formação dos ovos. Nesse período, os minhocoçus, quando molestados, perdem segmentos caudais, em uma estratégia de sobrevivência denominada autotomia: ao deixar partes do corpo para os predadores, podem fugir (o corpo pode regenerar-se depois). Os ovos, em geral com dois filhotes, são liberados de outubro a janeiro e fixados em câmaras de cerca de 4 cm de diâmetro, construídas a cerca de 15 cm da superfície do solo e vedadas com fezes (figura 4).

Para se alimentar, os minhocoçus constroem galerias subterrâneas em forma de 'U', localizadas pelos extratores por meio de vestígios de alimentação, como raízes expostas (chamadas de 'comedor') e fezes frescas (os 'bosteiros'). Os animais alimentam-se até o final da época chuvosa, quando de novo entram em quiescência.

### Plano para uso sustentável

Considerando apenas a coleta de exemplares de *R. alatus* durante o estudo, a área de distribuição da espécie foi ampliada de Sete Lagoas e Paraopeba para



Figura 3. Espécime adulto preparado para a reprodução e espécime jovem (A), e dois indivíduos no momento da cópula (B), próximos à superfície do solo

outros 15 municípios. Relatos de extratores e comerciantes, porém, indicam que a área de ocorrência é maior (cerca de 30 municípios), o que será verificado em novas coletas.

De março a outubro de 2007, 14 comerciantes da área estudada venderam em torno de 22 mil dúzias de minhocaçu. Em uma estimativa bastante conservadora, se os outros 34 comerciantes (são 48, no total) vendessem a quantidade mínima declarada pelos incluídos na amostragem, cerca de 30 mil dúzias teriam sido comercializadas na região. Se cada pescador amador que utiliza o minhocaçu compra quatro dúzias por ano (número também conservador), existiriam cerca de 7,5 mil usuários desse tipo de isca. Esse número parece surpreendente, mas corresponde a 70% das licenças para pesca amadora emitidas apenas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) em Minas Gerais. Entrevistas com 150 pescadores mostraram que 82% deles usam o minhocaçu em pescarias em Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Pará e Rondônia.

Observou-se, ao acompanhar os extratores, que eles capturam um minhocaçu a cada 40 m lineares, e que obtêm 22 exemplares em quatro horas de trabalho. No entanto, apesar da coleta intensa, o estudo constatou grande abundância de *R. alatus* mesmo em áreas usadas periodicamente por extratores. Um dos fatores que ajudam a explicar essa abundância é a coincidência entre o período de reprodução da espécie com o período de proibição da pesca, para permitir a reprodução dos peixes. Além disso, os minhocaçus perdem segmentos facilmente nessa época, estão mais ativos e têm o aparelho digestivo cheio, e tudo isso reduz seu valor como isca, o que pode facilitar a aceitação de acordos que visem suprimir a comercialização nessa fase do ciclo de vida da espécie.

Embora *R. alatus* seja abundante e tenha distribuição geográfica mais ampla do que se acreditava (o que está fundamentando sua exclusão das listas de espécies ameaçadas), é necessário planejar seu uso e monitorar a extração, a comercialização e as transformações de seu hábitat, para evitar a sobreexploração ou as conseqüências de mudanças ambientais na área de ocorrência.

Foi obtido um primeiro acordo, entre as instituições públicas e privadas envolvidas, os proprietários rurais e as comunidades extratoras, para regulamentar e assegurar a fiscalização do uso da espécie. Os aspectos mais importantes desse acordo são a proibição da coleta no período de reprodução e nascimento de filhotes, a proibição do uso do fogo na extração, a rotatividade entre áreas de extração e a obrigação de recompor o solo revolvido nos locais de coleta. Esses aspectos servirão de base para a elaboração conjunta de um plano de manejo para a coleta do minhocaçu na região. A forma de uso das propriedades rurais também deverá ser regulamentada. Assim, todos os envolvidos sairão ganhando, e será garantida a conservação do minhocaçu e de seu hábitat no cerrado. ■

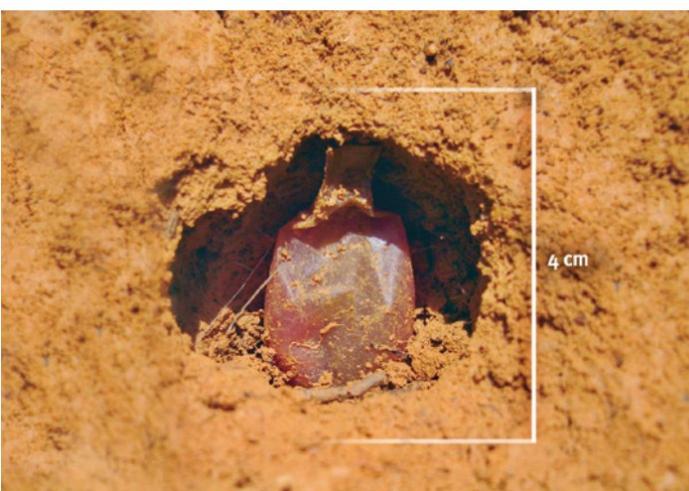


Figura 4. O minhocaçu deposita seus ovos em câmaras especiais no solo, com cerca de 4 cm de diâmetro

# Janela para o infinito

**Em 1608, o fabricante de lentes e óculos Hans Lippershey (1570-1619) solicitou ao governo holandês um pedido de patente pelo desenvolvimento do telescópio – um detalhe que acabaria por torná-lo conhecido como o inventor do equipamento. Nascido em Wesel, Alemanha, Lippershey mudou-se para a Holanda, tornando-se cidadão daquele país em 1602. Em 1608 começou a produzir e a vender telescópios, muitos dos quais foram adquiridos pelo governo holandês, que logo percebeu suas aplicações militares. Mas o pedido de patente foi negado sob a alegação de que o instrumento já era conhecido. Embora a invenção seja usualmente atribuída a Lippershey, discute-se se foi ele de fato o primeiro a construí-lo. O também fabricante de lentes holandês Jacob Metius (1571-1628) fez um pedido similar de patente ao governo de seu país algumas semanas depois de Lippershey. O matemático inglês Leonard Digges (1520-1559) teria descrito os fundamentos do telescópio no século 16, mas não o fabricou.**

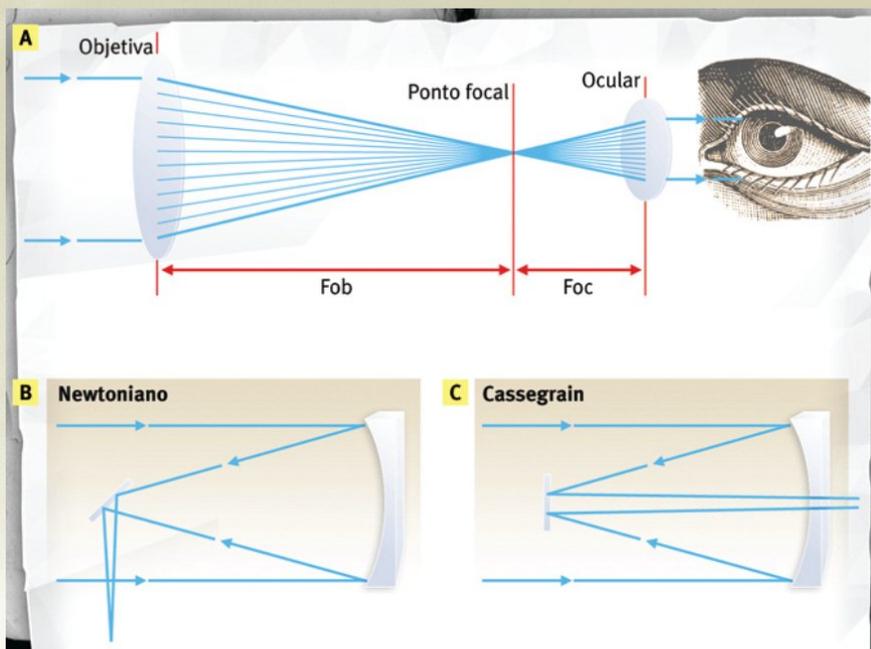
O telescópio projetado por Lippershey tinha duas lentes: uma divergente como ‘ocular’ (próxima ao olho do observador) e uma convergente como ‘objetiva’ (voltada para o objeto observado). As imagens vistas através desse telescópio eram diretas (não invertidas) e permitiam uma amplificação de três vezes (ver esquema).

Em 1608 o equipamento já estava disponível na França, onde sua importância para estudos astronômicos foi rapidamente reconhecida. O italiano Galileu Galilei (1564-1642) teria sido informado sobre a descoberta por um colega francês. Mesmo sem ver o instrumento holandês, em poucos meses construiu seu primeiro telescópio, polindo ele mesmo as lentes à mão. Em seguida, construiu outros, sendo que o melhor deles propiciava um aumento de 30 vezes (ver ‘A luneta de Galileu’).

Em 1611, o astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630) mostrou algumas vantagens práticas de se trocar a ocular por uma lente convergente. Embora essa alteração torne a imagem invertida, ela aumenta o campo de visão. Mas Kepler nunca levou essa proposta adiante. Isso veio a ser concretizado de modo eficiente pelo físico e astrônomo holandês Christian Huygens (1629-1695). Aplicando as idéias de Kepler em seus telescópios, Huygens descobriu os anéis de Saturno e seu maior satélite, Titã. Descobriu também a nebulosa de Órion e foi o primeiro a ver marcas escuras na superfície de Marte.

As imagens obtidas com o auxílio dos primeiros telescópios refratores apresentavam aberrações (deficiências). Uma delas, conhecida como ‘aberração cromática’, decorre do fato de a luz, ao se refratar na objetiva, se desviar diferentemente conforme a cor. A luz violeta desvia-se mais que a azul, e esta mais que a verde, e assim por diante até a luz vermelha, a que menos se desvia. Em consequência disso, ao focar o telescópio, o olho só vê imagem nítida para uma cor; as demais ficam desfocadas: o contorno é mal definido e o contraste, ruim. Outra deficiência, conhecida como ‘aberração de esfericidade’, deve-se ao fato de que a luz que incide próxima ao centro da ob-





Esquema dos telescópios refratores e refletores. Em A, um feixe de luz chega à objetiva e é refratado ao atravessá-la. Em seguida, alcança a ocular e refrata-se novamente antes de alcançar o olho humano. Hans Lippershey utilizou um sistema similar a esse para desenvolver seu telescópio refrator. No esquema newtoniano, em B, utilizou-se um espelho como objetiva, que reflete a luz incidente em um espelho secundário. O raio luminoso é refletido na direção lateral do tubo, onde está a ocular. O esquema de Cassegrain, em C, é similar ao newtoniano. Nesse modelo, o espelho secundário reflete o raio luminoso na direção do fundo do tubo; após atravessar um furo feito no centro da objetiva, ele chega à ocular. Note que, no telescópio refrator, a luz atravessa a lente (objetiva) e sofre refração. Já no telescópio refletor ela incide sobre um espelho (objetiva), que a reflete

jetiva tem foco mais distante desta do que os raios luminosos que passam longe do centro da lente.

O passo seguinte foi desenvolver técnicas para minimizar essas deficiências. A escolha adequada do raio de curvatura das duas faces da objetiva reduz a aberração de esfericidade. O uso de objetivas com distância focal bem maior que o seu diâmetro torna essa aberração praticamente desprezível e reduz a aberração cromática. Verificou-se então a necessida-

de de telescópios mais longos. As principais descobertas de Huygens foram feitas com um telescópio de aproximadamente 3,6 m de comprimento. O maior telescópio do astrônomo alemão Johan Hevelius (1611-1687), construído em 1673, tinha cerca de 46 m de comprimento. Um caso mais extremo foi o do telescópio de 65 m do inglês James Bradley (1693-1762), fabricado em 1722. Com instrumentos assim tão longos, surgiu a dificuldade de manipulá-los. ▶

## Uma longa história

A história do telescópio (do grego *tele* = distante + *skopein* = olhar) começou há mais de 5 mil anos, quando, cozinando sobre a areia, povos primitivos da região onde hoje está o Líbano teriam descoberto o vidro. Séculos mais tarde, artesãos egípcios utilizaram o material na confecção de réplicas de olhos para colocar nos sarcófagos onde guardavam as múmias. Nos primeiros anos da era cristã, Sêneca, o Jovem (4 a.C.-65 d.C.), observou que, por meio de um globo de vidro cheio d'água, pequenas letras podiam ser aumentadas e vistas mais claramente. A primeira refe-

rência a um 'tubo de observação' astronômico é encontrada no trabalho do astrônomo e matemático árabe Albatenus (853-929). Esse tubo, que não tinha lente, permitia que o observador focasse uma parte do céu, eliminando a interferência de luz.

No século 10, o também matemático árabe Ibn Sahl (c.940-1000) redigiu o tratado *Sobre vidros que queimam e lentes*, em que descreve lentes plano-convexas e biconvexas, e espelhos parabólicos e elipsoidais. Um texto que influiu bastante no desenvolvimento do telescópio moderno é o tratado *Kitab al-Manazir (Livro de óptica)*, escrito entre 1011 e 1021 pelo físico e matemático árabe Alhazen (965-1039). Entre 1230 e 1235, o bispo inglês Robert Grosseteste (1175-1253) afirmou

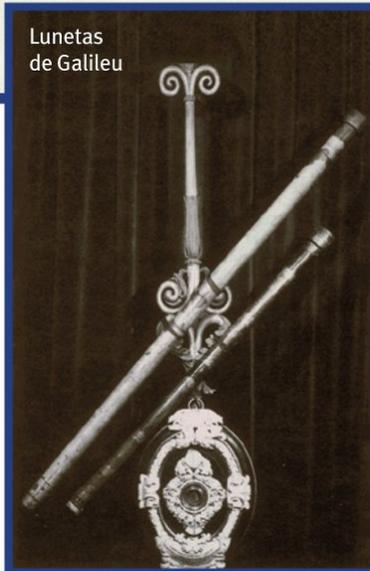
que o estudo da óptica permitia "fazer pequenas coisas localizadas a certa distância parecerem com qualquer tamanho que se queira, tal que é possível ler pequenas letras a incríveis distâncias". O inglês Roger Bacon (1214-1294), aluno de Grosseteste e um dos precursores do espírito científico do pensamento moderno, aparentemente documenta o uso de um telescópio em seu tratado *Opus majus*. Bacon também sugeriu o uso de lentes para compensar defeitos visuais.

No final do século 13, surgiram em Florença as lentes convergentes para corrigir a visão, acessíveis apenas aos mais ricos. Só por volta de 1450 apareceram as primeiras lentes divergentes. Na segunda metade do século 16, os óculos começaram a popularizar-se.

## A luneta de Galileu

Em 25 de agosto de 1609, Galileu fez uma demonstração de seu primeiro telescópio aos legisladores de Veneza. Como compensação, teve aumento salarial e garantia de emprego vitalício como professor em Pádua. Ele foi o primeiro a utilizar uma luneta (palavra de origem francesa usada como sinônimo de telescópio refrator) para observar astros no céu de maneira sistemática e, entre suas descobertas, estão os quatro maiores satélites de Júpiter (Io, Europa, Ganimede e Calisto). Depois observou o planeta Vênus e verificou que ele também apresentava, como a Lua, um conjunto de fases (cheia, minguante, crescente e nova). Para Galileu, os satélites de Júpiter e as fases de Vênus eram provas irrefutáveis de que o modelo geocêntrico não estava correto, o que o colocou em conflito com a Igreja. O sábio italiano foi o primeiro a relatar a existência de montanhas e crateras na superfície lunar e um dos primeiros europeus a observar as manchas solares. Em 1610 usou um telescópio a pequena distância para ampliar partes de insetos e, por volta de 1624, tinha aperfeiçoado um microscópio composto.

Lunetas de Galileu



eliminado. Como objetiva, Newton usou um espelho côncavo de curvatura esférica. O observador não poderia ficar entre o objeto observado e o espelho, pois impediria a chegada da luz a este último. Newton resolveu a questão colocando um pequeno espelho plano inclinado 45 graus em relação ao eixo do tubo, de modo a desviar a luz em direção à lateral do tubo, onde instalou a ocular.

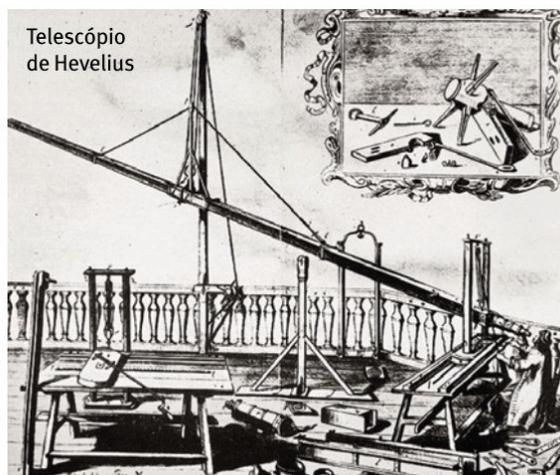
Os primeiros espelhos eram feitos de cobre polido e bronze; mais tarde começou a ser utilizada uma liga de cobre rica em estanho.

Newton empregou uma liga metálica que ele mesmo escolheu após diversos testes, e seu espelho refletia apenas 16% da luz incidente. Os espelhos dos telescópios do astrônomo anglo-germânico William Herschel (1738-1822), embora feitos com requinte, só refletiam 60% da luz incidente. Esses espelhos apresentavam dois problemas: eram muito pesados e oxidavam-se em pouco tempo. O primeiro telescópio com espelho de vidro foi construído em 1860 pelo físico francês Jean Léon Foucault (1819-1868).

Em 1672 Newton apresentou seu telescópio à Royal Society, em Londres. O equipamento era pequeno – tinha pouco mais de 16 cm de comprimento –, mas proporcionava imagens com aumento de 38 vezes, o equivalente ao que propiciava um telescópio refrator de mais de 1,2 m. A idéia de telescópios refletores já havia surgido em outras oportunidades ao longo da história. Em 1663 o matemático escocês James Gregory (1638-1675) apresentou uma proposta de telescópio refletor com objetiva côncava parabólica e espelho secundário côncavo elipsóide. Esse espelho secundário era colocado de modo a refletir

## Telescópios refletores

Por meio de experimentos com prismas, o físico e matemático inglês Isaac Newton (1642-1727) estudou a decomposição da luz branca, concluindo que não seria possível eliminar a aberração cromática dos telescópios refratores. Então, mudando o rumo de suas investigações, passou a utilizar espelho no lugar de lente como objetiva. Como em um espelho a reflexão da luz é sempre a mesma, independentemente da cor, o problema da aberração cromática estava



Telescópio de Hevelius



Telescópio de Newton



Telescópio espacial Hubble

a luz vinda da objetiva em direção ao fundo do telescópio (passando por um furo na objetiva), onde ficava a ocular. Esse telescópio, do qual Newton tinha conhecimento, só veio a ser construído 60 anos mais tarde e ficou conhecido como 'gregoriano'.

Ainda em 1672, o padre francês Laurent Cassegrain (1629-1693) propôs um telescópio refletor similar ao gregoriano, mas que utilizava como secundário um espelho convexo hiperbólico. Esse modelo e suas variações (Schmidt-Cassegrain, Maksutov-Cassegrain etc.) foi e ainda é um dos mais usados em astronomia.

Os telescópios refletores focam naturalmente a luz no infravermelho e ultravioleta. Então, com o surgimento de material fotográfico adequado, os astrônomos começaram a usar imagens nesses comprimentos de onda. Em 1937, o engenheiro norte-americano Grote Reber (1911-2002) construiu o primeiro telescópio que operava em frequência de rádio (radiotelescópio). Uma nova era na astronomia observacional surgiu após a Segunda Guerra, com o desenvolvimento e a construção de telescópios voltados para intervalos de comprimentos de onda desde rádio até raios X.

O rápido avanço tecnológico das últimas décadas permitiu superar problemas que pareciam intratáveis. O mais importante diz respeito àqueles causados pela atmosfera terrestre. Mas, para solucioná-los, ao menos duas alternativas já foram implementadas. Uma delas é instalar o observatório acima da atmosfera terrestre, em órbita ao redor da Terra. Isso ocorreu em 1990, com o lançamento do telescópio espacial Hubble. A outra solução é o uso da tecnologia de óptica ativa e adaptativa, que inclui espelhos controlados eletronicamente para melhorar a imagem refletida. O telescópio SOAR, financiado por um consórcio que envolve o Brasil e algumas instituições dos Estados Unidos, é dotado desses mecanismos.

#### **Othon Winter**

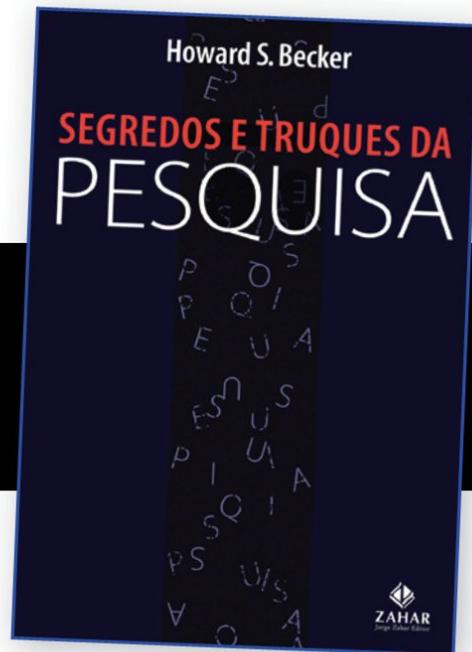
*Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia,  
Universidade Estadual Paulista  
(campus de Guaratinguetá)*

# Compreender o conhecido

## Segredos e truques da pesquisa

**Howard S. Becker**

Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 295 p., R\$ 39



**E**m *Segredos e truques da pesquisa*, Howard S. Becker cita uma brincadeira que diz que o sociólogo é alguém que gasta uma fortuna para descobrir o que qualquer um teria podido lhe dizer. Essa brincadeira sintetiza as preocupações centrais do livro: o que as ciências sociais têm a dizer sobre o mundo? E como o fazem?

A reflexão sobre o papel das ciências sociais na compreensão do mundo contemporâneo tem hoje lugar na agenda dos próprios cientistas sociais. Sua competência vem sendo posta em xeque por fenômenos tais como o “mundo da etnografia generalizada” (na expressão do antropólogo norte-americano James Clifford) – um mundo perpassado pelos ideais de respeito e curiosidade pelas diferenças que parecem transformar a todos em antropólogos amadores.

Não é então por acaso que Becker principia suas reflexões abordando o tema das representações. A fronteira entre senso comum e saber sociológico forma, juntamente com o tema da consciência do ator social (“o que o ator social sabe de si?”) e a adoção de uma atitude reflexiva (“em que tradição das ciências sociais me insiro?”), um tripé de preocupações que norteia a exposição de Becker

sobre o que é e como fazer pesquisa em ciências sociais, exposição essa que culmina com o recurso à lógica para expressar o que seria o objetivo de toda investigação sociológica: encontrar a “premissa maior” que orienta a ação do sujeito no mundo.

Há coisas que mal sabemos que ‘sabemos’: nessa formulação, utilizada para se referir ao conjunto de idéias que orienta, muitas vezes irrefletidamente, o início de uma investigação sociológica, combinam-se os temas da fronteira senso comum-saber sociológico e da consciência do ator social. As aspas não são gratuitas: que maneira de ‘saber’ é essa em que não sabemos que sabemos? ‘Ator social’ como aquele que estuda, cabe ao sociólogo procurar investigar as noções preconcebidas com que adentra seu campo, de modo a encontrar um lugar de onde falar que faça com que sua autoridade seja reconhecida; e aquilo que teria a dizer seria, justamente, o desvendar daqueles códigos, tantas vezes ocultos à consciência dos sujeitos pesquisados, que orientam o modo como estão no mundo.

Este livro é um esforço de sistematização de um conjunto de

‘truques’ reunidos pelo autor ao longo de sua carreira para auxiliar os cientistas sociais em suas pesquisas. A expressão ‘truque’, contudo, não faz jus, em sua aparente leveza, à densidade teórica subjacente à coleção de métodos e técnicas apresentados: um único exemplo, retirado da obra de outro autor de filiação teórica semelhante à de Becker, basta para ilustrar.

“Na hora, pareceu uma boa idéia.” O autor usa essa expressão para definir como um objetivo possível da pesquisa sociológica a descoberta dos significados atribuídos a suas ações pelo sujeito “enquanto age”. Tanto esforço talvez pareça indigno de um objetivo assim expresso. O exemplo seguinte pode dar ao leitor – em particular ao leitor brasileiro, por razões que ficarão óbvias a seguir – um vislumbre do poder analítico dessa perspectiva.

Jack Katz, sociólogo norte-americano também de filiação interacionista como Becker, analisa em seu *Seductions of crime* [*Seduções do crime*] depoimentos de pessoas acusadas de cometer crimes hediondos (um pai que mata seu bebê por não parar de

chorar, ou um cidadão que assassina seu vizinho por obstruir a saída de sua garagem). Katz nos mostra que a resposta para esses atos, longe de estar em causas ditas “sociológicas” (a “miséria”) ou “psicológicas” (a “monstruosidade”), está na emergência de um padrão ao qual se refere como uma “ira santa”. Ao agir assim, o criminoso pauta-se momentaneamente por uma leitura da situação em que um princípio moral fundamental parece estar sendo desrespeitado (a autoridade paterna ou o direito à propriedade). Esse exemplo ilustra bem a centralidade da busca pela “premissa maior” – aquilo que mal sabemos que sabemos – para a investigação sociológica.

Em um trabalho recente sobre a história da antropologia, os noruegueses Thomas Hylland Eriksen e Finn Sivert Nielsen afirmam que, se a antropologia brasileira tivesse sido traduzida para o francês e o inglês, a história da disciplina poderia ter sido diferente. Becker lê português e incorpora em suas reflexões as obras de autores como Antonio Candido de Mello e Souza, Gilberto Velho, Mariza Peirano e Hermano Viana. Ler sua obra nos abre uma porta para, em um movimento do tipo reflexivo mencionado antes, pensar o lugar que as ciências sociais brasileiras ocupam na cena internacional, não somente do ponto de vista de sua vinculação a tradições intelectuais, mas também em uma até certo ponto rara relação de diálogo.

**Maria Claudia Coelho**

*Departamento de Ciências Sociais, Universidade do Estado do Rio de Janeiro*

**O liberalismo igualitário – Sociedade democrática e justiça internacional**

**Álvaro de Vita**

*São Paulo, WMF Martins Fontes, 332 p. R\$ 49,80*

Com base na teoria da justiça do filósofo político norte-americano John Rawls, o professor da Universidade de São Paulo (USP) Álvaro de Vita desenvolveu uma teoria política normativa denominada ‘liberalismo igualitário’, que, como Rawls, discute a ascensão dos indivíduos até então excluídos, com o objetivo de proporcionar uma sociedade justa. Na obra, o autor aborda questões como a noção de igualdade, a moral, a pobreza, oportunidades sociais e a política de cotas raciais, criadas para enfrentar os efeitos da discriminação – tema de discussão pública, com caráter político e ideológico. Os cinco primeiros capítulos do livro são reservados aos assuntos brasileiros, enquanto os dois últimos tratam de questões de justiça internacional. A obra também analisa a perspectiva de outros autores, como Amartya Sen, Charles Taylor e Friedrich Hayek, e destaca como um governo democrático é capaz de produzir uma sociedade igualitária, onde todos têm direitos iguais.



**Operação buraco de minhoca**

**Laura Bergallo**

*São Paulo, editora Difusão Cultural do Livro, 174 p., R\$ 21*

Aos olhos de pesquisadores e especialistas no meio ambiente, o futuro guarda um cenário de caos e destruição, com desastres naturais e demais conseqüências do aquecimento global. A perspectiva pessimista apresenta um fim gradual da vida na Terra, a partir da poluição, falta de comida e água potável. Mas será que tudo está perdido? No livro de ficção científica de Laura Bergallo, a solução está no projeto ‘Arca de Noé’, desenvolvido em 2192 d.C, uma época em que nós, seres humanos, já estaríamos à beira da extinção. Para evitar o colapso da vida, o projeto propõe a fundação de uma nova humanidade, em um planeta fora do sistema solar. O sucesso do projeto está nas mãos de 14 jovens, escolhidos e preparados para representar os diferentes povos, como europeus, americanos, árabes e asiáticos. Sete meninos e sete meninas aprenderam diversas línguas e as mais distintas disciplinas para construir novos alicerces de conhecimento. Bergallo valoriza o diálogo e a conscientização a respeito do meio ambiente, levando seus personagens a uma aventura além dos temidos ‘buracos de minhoca’, fendas para uma viagem pelo tempo e pela história.

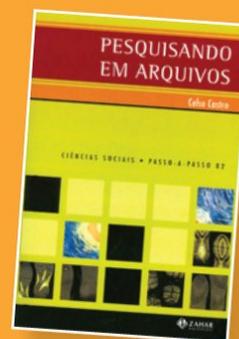


**Pesquisando em arquivos**

**Celso Castro**

*Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 64 p. R\$ 19,90*

A presença ou ausência de um livro em determinada coleção, acervo ou biblioteca tem uma razão de ser, e considerar esse fato no momento da pesquisa ajuda a abordar tais arquivos de forma crítica. Essa é a tese central defendida no livro do antropólogo social Celso Castro, diretor do Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC) da Fundação Getúlio Vargas. Mas o autor faz mais que expor o fato: oferece ao leitor ferramentas para colocar a proposição em prática. Dirigido especialmente a estudantes e jovens pesquisadores de história e ciências sociais, o livro mostra-se útil a todos os que precisam consultar arquivos em seu cotidiano de pesquisa.



## Para vestibulandos

Caros escritores da CH! Gostaria de sugerir que a revista faça matérias com assuntos cobrados em vestibulares. Poderia até criar uma parte dedicada aos vestibulandos, que tratasse de temas que caem nos vestibulares mais conceituados no país. Seria possível dedicar uma página, todo mês, aos vestibulandos, que serão os futuros profissionais?

**Franciano Andrade**

Por correio eletrônico

✉ *Muitos assuntos tratados nos artigos e reportagens da CH são temas de questões em vestibulares de várias universidades, fato já confirmado por alguns leitores. A sugestão está anotada, embora o objetivo maior da revista seja o de divulgar a produção científica brasileira.*

## Bossa nova

Prezados Santuza Cambraia Naves e Gabriel Muniz Improta França: não temos dúvida que a bossa nova é o estilo de música mais evoluído desde quando surgiu. É um movimento sério, que se debruçou no nosso repertório clássico popular – que vocês tanto denegriram – e na música erudita brasileira. Se fosse consentânea do jazz, os músicos jazzistas executariam bem a nossa bossa nova. Em minha opinião, os exemplos eficazes João Gilberto e Tom Jobim nos revelaram que a origem da bossa nova é no Brasil mesmo.

**Heraldo Alvim**

Artista plástico e colecionador de bossa nova

Por correio eletrônico

✉ *Santuza C. Naves responde: “Respeitamos a opinião do leitor, mas acreditamos que o artigo [CH 246] não denigre nenhuma das vertentes da música brasileira. Apenas procuramos mostrar, sem nenhum juízo de valor, como era a sensibilidade dos criadores da bossa nova que, congruentes com os valores culturais da época, optaram por uma estética minimalista.”*

## Legenda errada

Na condição de “assinante fundador” da CH – comprei o número 1 na banca de jornal e recebi todos os seguintes como assinante –, é frustrante para mim ver o descaso com que a redação da revista trata a revisão dos textos publicados. (...) A legenda da fotografia da página 77, no artigo ‘Nascimento da medicina brasileira’ (CH 248), contém diversos erros, alguns grosseiros: 1) É dito que a fotografia foi tirada em novembro de 1969. Como aparecem trilhos de bonde na rua, e bondes já não mais circulavam nas ruas do Rio naquele ano, ela certamente foi tirada muito antes. Fora isso, em 1969 não havia ruas desertas naquela região da cidade, durante o dia, outro indicativo do erro de data. 2) É dito que a fotografia foi tirada do bondinho do Pão de Açúcar. É evidente que ela foi tirada do nível da rua. 3) É dito que o cabo do bondinho aparece na foto. O cabo está paralelo ao nível da rua, segue seu alinhamento e está abaixo do nível do telhado do prédio. Qualquer um desses argumentos exclui a possibilidade de ser o cabo do bondinho o que aparece na fotografia. Trata-se provavelmente do cabo de energia elétrica do bonde cujos trilhos aparecem na rua. 4) É dito que o prédio foi construído em 1918 e foi acrescido de dois andares no início da década de 1940. Como a fotografia mostra um prédio de dois andares, ela foi tirada antes do acréscimo. Ou a data do acréscimo está errada, ou a da fotografia, ou ambas (...).

**José Francisco Guimarães Costa**  
Rio de Janeiro, RJ

✉ *O leitor está correto. Os erros foram causados pela troca da fotografia na diagramação final da revista. A imagem que deveria ter sido publicada foi reproduzida na seção de cartas da CH 249, juntamente com as explicações sobre a imagem de fato publicada, tomada por volta de 1920.*

## Econofísica

Gostei muito do artigo ‘O que há em comum entre a água fervente e os mercados financeiros? A econofísica

responde’. Não sou da área de economia, mas acho que essa ciência acaba interessando a toda a comunidade científica.

**Maria Lionzo**

Por correio eletrônico

## Floresta do Araripe

Conforme reportagem da emissora TV Globo, a indústria gesseira tem sido responsável pela destruição da mata na Floresta Nacional do Araripe. A madeira é utilizada em fornos para a queima e produção de gesso para todo o país. A Floresta Nacional do Araripe foi tombada pela Unesco pelo seu valor arqueológico e ambiental. A sustentabilidade dessa forma de produção industrial está comprometendo o ecossistema, contribuindo decisivamente, a exemplo das queimadas na Amazônia, para reduzir nossa qualidade de vida e aumentar o aquecimento global, possivelmente com financiamento das agências de desenvolvimento do Estado.

**Volnylson Almeida de Castro**  
Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE

## Ficção científica

O que vocês acham de fazer um concurso de contos de ficção científica? Não seria legal? A ficção científica ajuda na popularização e divulgação da ciência.

**Roque Brito**

Por correio eletrônico

✉ *A sugestão está anotada.*

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

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

Renato Lessa

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



# Sobre a invenção da política

**A** política e o pensamento político têm origem muito antiga. Seu cenário inaugural remete-nos à experiência das cidades-estado gregas, nas quais, a partir do século 7 a.C., manifestou-se uma percepção inovadora a respeito das relações entre os mundos humano e natural.

Até então, pelo que sabemos das narrativas mitopoeíticas, como as registradas nos textos atribuídos a poetas como Hesíodo e Homero, o pensamento grego vinculava à idéia de natureza a totalidade da experiência humana, a englobar tanto o 'divino' quanto o que hoje definimos como 'natural' e o 'mundo humano' propriamente dito, com suas regras, valores e rotinas. A natureza era fortemente divinizada. Quer isso dizer que as orientações para a vida social, em grande medida, dependiam da capacidade de perscrutar os nem sempre decifráveis sinais emitidos pelos deuses.

A partir dos séculos 7 e 6 a.C., com urbanização e cosmopolitismo crescentes e o desenvolvimento da filosofia (entre outros fatores), uma nova percepção surgiu. Ela trouxe uma distinção funda entre a natureza, enquanto *physis*, e a ordem humana propriamente dita, enquanto *nomos*. A *physis* envolve um conjunto de eventos que, por divinos e naturais, independem da vontade e da ação humanas. Já *nomos* refere-se ao conjunto de regras e leis inventadas pelos humanos, por convenção, com a finalidade de constituir uma forma de vida em comum.

A distinção entre 'natureza' e 'convenção', presente em vários episódios do pensamento grego – em especial em textos do filósofo Antífote –, não permitia mais

dizer que um dado regime político, ou uma lei em particular, resultava de mandamentos divinos ou realizava imperativos naturais. Ao contrário, a vontade e a ação humanas passavam a ser vistos como protagonistas exclusivos da vida social. Os ecos dessa descoberta podem ser detectados em vários pensadores políticos clássicos. Em Aristóteles, por exemplo, ética e política são definidas como atividades práticas dos humanos e que

dizem respeito a sua capacidade de ação no mundo, através da criação de formas de vida política e social.

O contexto da descoberta da política coincidiu, historicamente, com o da invenção da democracia. Tal combinação mostrou-se inovadora, radicalmente distinta dos modos usuais de dominação e de poder até então experimentados. Tais modos derivavam da crença no caráter divino dos governantes e/ou em sua capacidade de impor seu poder pela força. Quer pelo temor aos deuses, quer pelo terror aos governantes, tais formas não podem ser consideradas como propriamente políticas. No sentido originário do termo, a política implica o envolvimento da comunidade cívica na criação das normas sociais e na definição de como conduzir as questões de interesse público. Em outros termos, ela é incompatível com experimentos que se alimentam do medo.

No cenário ateniense, de modo mais claro que em outras cidades, política significaria a deliberação coletiva a respeito de questões de interesse público. O caráter coletivo sustentava-se na idéia de isonomia, segundo a qual os cidadãos têm pesos equivalentes no processo de decisão pública. O princípio de igualdade política tinha limites: não incluía mulheres, escravos e estrangeiros. Mas em nenhum outro exemplo histórico encontraremos dezenas de milhares de cidadãos ativos, a discutir e deliberar em praça pública a respeito da melhor forma de gerir os negócios da cidade.

A invenção da política e da democracia esteve associada, ainda, à promoção da palavra como meio exclusivo de deliberação. Os recursos físicos típicos do poder despótico – ligados ao uso da violência e ao terror – cedem lugar a jogos de persuasão e à expressão igualitária de opiniões. Vale dizer, portanto, que o cenário original da política, no lugar de uma relação vertical e intransponível entre soberanos e súditos na qual a força e a capacidade de impor o medo exercem papel fundamental, sustenta-se em um experimento horizontal. Igualdade política, acesso pleno ao uso da palavra e ausência de medo constituem as suas cláusulas pétreas.

Pensar a política e a democracia, em seus termos originários, parece ser uma condição necessária para interpelar a forma política do presente. Voltaremos ao ponto. ■

**A política implica o envolvimento da comunidade cívica na definição do interesse público**

