

**SHOPPING CENTERS**  
Templos de alienação  
consumista  
ou marcos da  
sociabilidade atual?

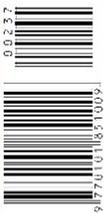
**BIODIVERSIDADE**  
Código de barras de DNA  
é alternativa para  
acelerar identificação  
de espécies

**ESTRESSE**  
Estudo sugere  
como evitar efeito  
inflamatório no  
sistema nervoso



REVISTA DE  
DIVULGAÇÃO  
CIENTÍFICA  
DA SBPC

237



VOL. 40  
MAIO  
2007  
R\$ 8,90

## Os segredos dos meteoritos

Registros de como se formaram os corpos celestes



# Por dentro dos meteoritos

**Os meteoritos – rochas primitivas**, com até bilhões de anos de idade, que atravessaram vastas regiões do espaço antes de chegar à Terra – guardam em seu interior inúmeros segredos. A análise de sua estrutura química pode nos revelar informações preciosas sobre a época da formação do sistema solar. Para compreender melhor a evolução de nossa galáxia, entra em cena a cosmoquímica – campo interdisciplinar que interage com a astrofísica, a física, a geologia e a astrobiologia. Juntas, essas áreas do conhecimento ajudam os cientistas a descrever os primeiros momentos do nascimento dos corpos celestes.

**O estresse, hoje disseminado** na população em função do ritmo e das dificuldades da vida moderna, pode ser definido como qualquer mudança fisiológica ou psicológica que altera o estado de equilíbrio do organismo. Quando a pessoa se expõe ao estresse repetido e imprevisível – em que se mantém sempre em guarda –, a resposta às inflamações pode se alterar, sobretudo no cérebro. Essa associação entre os hormônios liberados em situações de estresse (os glicocorticóides) e a inflamação cerebral foi confirmada em animais de laboratório. A compreensão dos processos danosos resultantes da ação dos glicocorticóides pode ajudar a desenvolver alternativas terapêuticas para várias doenças, sem prejudicar os pacientes.

**Nesta edição, *Ciência Hoje* propõe**, ao apresentar dois artigos, uma reflexão sobre o consumo e sobre um dos maiores templos de culto às mercadorias: o *shopping center*. Em um dos artigos, o *shopping center* é visto como um espaço de consumo e lazer alienados, onde se exclui o mundo real, a cidadania e a prática da vida pública. Já o segundo texto indica, em breve panorama, como as ciências sociais têm tratado o tema do consumo.

*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 *Ciência 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 Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (IUPERJ) • Ciências Ambientais – Ricardo Iglesias Rios (Instituto de Biologia/UFRJ) • Ciências Econômicas – Carlos Medeiros (Instituto de Economia/UFRJ) • Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) • Ciências Biológicas – Débora Foguel (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Humanidades – Ricardo Benzaquen de Araújo (IUPERJ)

**REDAÇÃO**

**Editora Executiva** • Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Setor Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado e Mariana Ferraz • **Colaboraram neste número** • Franciane Lovati, Célio Yano e Wilerson Barros (reportagem); **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@ampersandesign.com.br)

**SUCURSAIS**

**SÃO PAULO** • Correspondente • Vera Rita da Costa (verarita@cienciahoje.org.br). End.: Antiga Reitoria da USP, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, Travessa J, sala 232, Cidade Universitária, CEP 05508-900. São Paulo, SP. Tel.: (0xx11) 3814-6656 e Telefax: (0xx11) 3091-4192  
**SUL** • Curitiba • Correspondente • Roberto Barros de Carvalho (chslu@ufrpr.br). End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (0xx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná

**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

**COMERCIALE PROJETOS EDUCACIONAIS** • **Superintendente** • Ricardo Madeira; • **Publicidade** • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Clarissa Akemi. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 5083-5025 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** • **Gerente** • Andréia Marques. Telefax: (0xx21) 2109-8959 (amarques@cienciahoje.org.br)

**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** • Sinergia 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



**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

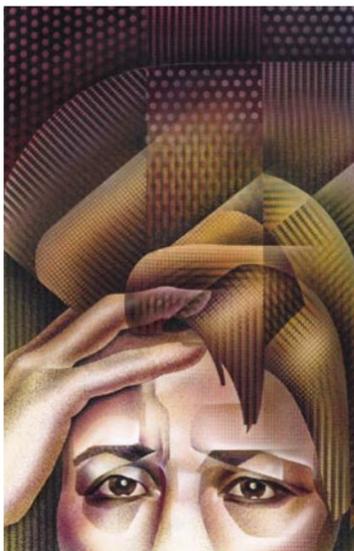
**PARA ANUNCIAR**  
 TELFAX.: (0xx11) 5083-5025  
 cienciasp@cienciahoje.org.br

## 18 A química do cosmo: segredo revelado pelos meteoritos

Muitos meteoritos – rochas que caem na superfície da Terra, depois de vagar pelo espaço – têm bilhões de anos e retêm em sua estrutura a ‘memória’ química de tempos em que todos os corpos celestes ainda estavam em formação. Extrair esses segredos é o papel da chamada cosmoquímica.

Por **María Eugenia Varela**

## 24 Controle do estresse: arma no combate à inflamação



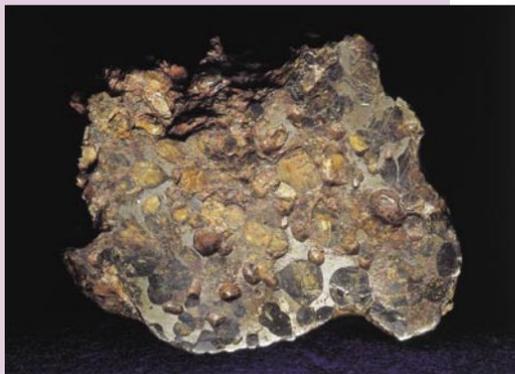
Os hormônios que nosso organismo libera durante situações de estresse, usados como medicamentos antiinflamatórios, podem ter efeito contrário no cérebro, favorecendo a inflamação. Entender como e por que isso ocorre pode ajudar a desenvolver alternativas terapêuticas que evitem danos ao sistema nervoso.

Por **Carolina Demarchi Munhoz** e **Cristoforo Scavone**

## 30 A sociologia vai ao shopping center

O que se compra nos *shopping centers* é mais do que mercadorias, serviços, alimentação e lazer. Compra-se distinção social, sensação de segurança e ilusão de felicidade e liberdade. Esses modernos templos de consumo excluem a ‘vida real’, deixando de fora a cidadania e a prática da vida pública.

Por **Valquíria Padilha**

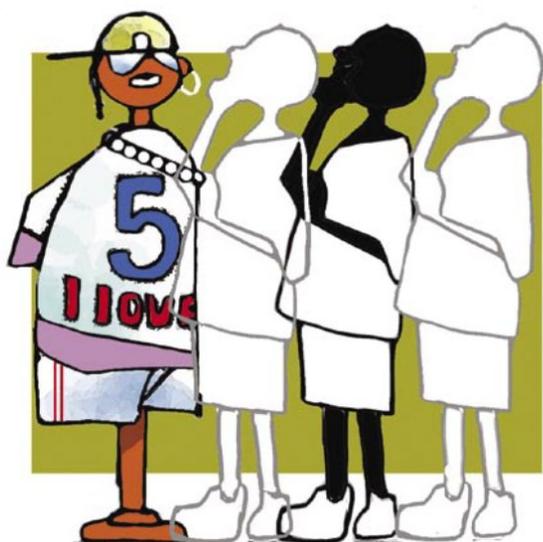


**Capa:** Fragmento de meteorito do tipo palasita, encontrado na cratera Havilland, nos Estados Unidos  
Foto DEA/C. Bevilacqua/Getty Images

## 36 Um lugar para o consumidor nos estudos sociais

Nas pesquisas mais recentes das ciências sociais, o consumidor não mais aparece como personagem passivo, e os objetos deixam de ser vistos segundo a oposição entre utilidade e futilidade. O consumo de massa é compreendido, nesses estudos, como uma relação constitutiva da sociabilidade atual.

Por **Diana Nogueira de Oliveira Lima**



- 4 **Quais são as fêmeas de mamíferos, além das humanas, que também aceitam o coito durante a gravidez?**
- 4 **Por que, às vezes, nosso olho treme?**
- 5 **Como é possível calcular o tamanho de um pterossauro, se o fóssil não estiver completamente preservado?**
- 5 **Qual o montante de água representado pelas geleiras do planeta, que estão derretendo, em relação ao total de águas marítimas?**

ENTREVISTA

Edward Witten

- 6 **O bamba das supercordas**

A trajetória e as idéias do historiador e físico teórico norte-americano

MUNDO DE CIÊNCIA

- 10 **Mosquito transgênico com bom desempenho**

Inseto que repele parasita da malária vive bem em condições naturais

A PROPÓSITO

- 17 **Justiça seja feita**

Alguns nomes importantes da ciência são esquecidos pela história

EM DIA

- 41 **A vida em alto-mar**

Trabalho em plataformas de petróleo causa problemas familiares

- 42 **Fusão de átomos e idéias**

Brasil cria rede para pesquisar nova forma de produção de energia

- 44 **Nem sempre onde há fumaça...**

Modelo atmosférico aperfeiçoado registra real poluição das queimadas

- 46 **Prejuízo chocante**

Economia brasileira tem perdas anuais de R\$ 1 bilhão com os raios

- 48 **Gestação mais segura**

Exame ocular simples detecta pré-eclâmpsia com maior precisão

- 49 **Tumores sem defesa**

Técnica de bloqueio de proteínas torna quimioterapia mais eficaz

- 50 **Paisagem única**

Projeto une ciência e turismo em área de difícil acesso do litoral

- 52 **Uma pancada e tanto**

Cratera de meteorito no Paraná torna-se área de interesse turístico

- 54 **Lembranças duradouras**

Brasileiros descobrem mecanismo químico que faz memória durar

- 55 **Luz sobre a energia escura**

Projeto investigará fenômeno envolvido na expansão do universo

OPINIÃO

- 59 **Código de barras de DNA: aderir ou não?**

Identificação genética de espécies pode ajudar estudo da biodiversidade

ENSAIO

- 62 **Aquiles, o primeiro asteróide troiano**

Mais de 2 mil corpos rochosos utilizam a mesma órbita que Júpiter

PRIMEIRA LINHA

- 64 **Cotidiano e poder na periferia da sociedade Santarém**

Pesquisa não confirma centralização política na pré-história amazônica

- 68 **Suor e exercício em clima tropical**

Estudos buscam entender processos que regulam temperatura corporal

- 72 **Madeiras amazônicas para todos**

Projeto leva acervo de xiloteca à rede internacional de computadores

RESENHA

- 74 **Uma nova teoria para salvar o planeta**

Resenha do livro *A vingança de Gaia*, de James Lovelock

MEMÓRIA

- 76 **Do DNA à proteína**

Dogma central da biologia foi proposto há 50 anos por Francis Crick

- 79

CARTAS

QUAL O PROBLEMA?

- 80 **Miniaturas**

Pequenos problemas podem exigir soluções bastante criativas

## ? Quais são as fêmeas de mamíferos, além das humanas, que também aceitam o coito durante a gravidez?

SERGIO HAMILTON LEITE BUONCORE, POR CORREIO ELETRÔNICO

As fêmeas da maioria das espécies de mamíferos apresentam o ciclo estral, caracterizado por um momento específico para a ocorrência da atividade sexual (conhecido como cio ou estro) em alternância com períodos sem interesse sexual (diestro). A expressão do cio, que se distingue pelo desejo sexual, atratividade e receptividade em relação aos machos, depende da ação de hormônios que preparam a fêmea para a cópula com o objetivo de fertilização. Em geral, nesse período, há elevação do nível de estradiol e queda da taxa de progesterona. Logo, esse estado está diretamente associado aos mecanismos neurofisiológicos que controlam a ovulação, de forma a aumentar a probabilidade de gravidez após a cópula. Em alguns casos, a ocorrência de cio é sazonal, aparecendo apenas em determinadas estações do ano (nesse caso, o período em que o ciclo é interrompido é chamado anestro); em outros, ele ocorre o ano todo, em intervalos regulares.

Fêmeas de espécies que têm como característica o ciclo estral, em geral, não aceitam a cópula fora do cio, mesmo durante a gestação, mas há variações entre as espécies e entre indivíduos da mesma espécie. Em alguns primatas, incluindo humanos, as fêmeas apresentam outro tipo de ciclo, o menstrual. Elas desenvolvem atividade sexual e experimentam orgasmo durante praticamente todo o ciclo. Também nesse caso há diminuição do interesse sexual durante a gestação. Em muitas espécies de mamíferos, as fêmeas podem aceitar o coito durante a gestação – o que varia mesmo é a intensidade com que ele ocorre. Para algumas espécies, como ratos e *hamsters*, é de rara ocorrência, e para outras, por exemplo, porcos e macacos *Rhesus*, mais freqüente. Vai depender do estágio gestacional em que as fêmeas se encontram, bem como de outros fatores que alteram a liberação de certos hormônios.

### Mateus J. R. Paranhos da Costa

Departamento de Zootecnia,  
Faculdade de Ciências  
Agrárias e Veterinárias,  
Universidade Estadual Paulista  
(campus Jaboticabal)



## ? Por que, às vezes, nosso olho treme?

LEONARDO RODRIGUES,  
POR CORREIO ELETRÔNICO

O olho parece 'tremar', mas, na realidade, é a pálpebra que treme. A origem do fenômeno não é bem explicada.

Alguns acham que se trata de um episódio de fadiga muscular e, portanto, mais freqüente quando estamos cansados.

O que se sabe é que o responsável pelo tremor é, em geral, o músculo orbicular. Esse é um músculo estriado, responsável por parte das nossas expressões faciais. Mas por que, quando sentimos o olho tremer, outras pessoas não enxergam o movimento? Isso ocorre porque não é todo o músculo que se contrai e relaxa em curtos intervalos de tempo, mas sim pequena parte dele, ou algumas de suas fibras ou fascículos (fenômeno conhecido como fasciculação).

Não existe tratamento para essa condição. É necessário diagnosticá-la e diferenciá-la de casos em que contração e relaxamento ocorrem por um motivo diverso, como a paralisia facial. Os sintomas de fasciculação são autolimitados e raramente se confundem com os da paralisia facial por serem muito mais brandos.

### Paulo Schor

Departamento de Oftalmologia,  
Universidade Federal de São Paulo

## ? Como é possível calcular o tamanho de um pterossauro, se o fóssil não estiver completamente preservado?

LÍLIAN CRUZ, POR CORREIO ELETRÔNICO

O tamanho de uma espécie representada por um organismo fóssil é um dos itens mais complexos da pesquisa paleontológica. Devido à natureza do registro fóssil, os exemplares coletados, particularmente de vertebrados, na esmagadora maioria dos casos, são muito incompletos. Não é incomum que o conhecimento de uma espécie extinta se baseie em menos da metade do esqueleto, o que se aplica aos pterossauros (grupo de répteis voadores extintos). Há casos de pterossauros conhecidos apenas por um osso, como o *Nyctosaurus lamegoi*, encontrado na Paraíba, do qual se conhece apenas um úmero (osso do braço)!

Em linhas gerais, a única maneira de se estabelecer o tamanho de um pterossauro, do qual se conhece apenas parte do esqueleto, é atra-

vés de comparações anatômicas com exemplares mais completos. O tamanho de um pterossauro geralmente é medido de uma ponta à outra das asas. A menor espécie atingia cerca de 40 cm de abertura de asa enquanto a maior atingia mais de 10 m.

O primeiro passo é classificar o animal. Se ele for um membro de Anhangueridae, por exemplo, sabemos que as asas tendem a ser mais longas em relação ao crânio. Já se for um membro de Tapejaridae, as asas tendem a ser mais curtas. Depois da classificação, compare-se o material com os exemplares conhecidos daquele grupo. Então se faz uma regra de três e se tem uma idéia aproximada do seu tamanho. Naturalmente, esta é uma maneira simplista de fazer tal estimativa,



DIVULGAÇÃO

mas, no caso da maioria dos fósseis de pterossauros, não existe outra maneira. Se um exemplar mais completo da espécie for encontrado posteriormente, essa medida pode ser revista.

Um bom exemplo é o caso de *Anhanguera blittersdorffi*. Quando encontrado, se imaginava que o tamanho de uma ponta à outra da asa desse grupo de pterossauros seria de aproximadamente 10 vezes o tamanho do crânio, o que sugeria 5 m de abertura de asas. Posteriormente, encontramos exemplares mais completos, com as asas bem preservadas. Dessa forma foi possível determinar que o tamanho da abertura alar desse pterossauro é cerca de sete a oito vezes o tamanho do crânio, ou seja, o nosso *Anhanguera blittersdorffi* teria uma abertura alar variando de 3,5 m a 4 m.

**Alexander Kellner**

Museu Nacional,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

CARTAS À REDAÇÃO

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

CORREIO ELETRÔNICO:  
cienciahoje@cienciahoje.org.br

## ? Qual o montante de água representado pelas geleiras do planeta, que estão derretendo, em relação ao total de águas marítimas?

CELSO L. SILVA, POR CORREIO ELETRÔNICO

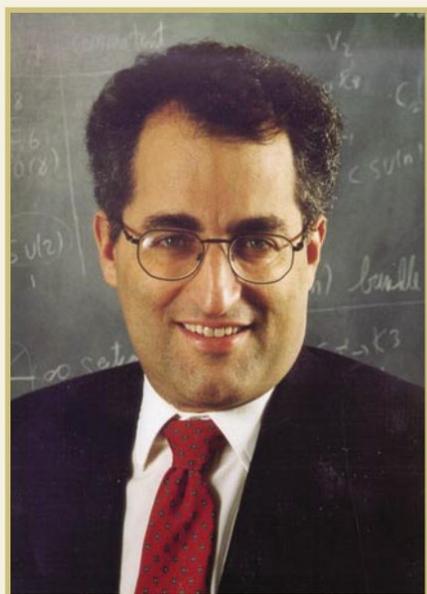
As geleiras representam 2,25% da água do mundo (enquanto os oceanos representam 97%) e somente uma pequena parte de seu gelo está derretendo. Caso se confirme um dos cenários propostos pelos pesquisadores do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), que prevê um aumento de 50 cm do nível do mar até 2100, todo o gelo derretido (0,7% do total que forma as geleiras hoje) representará aproximadamente 0,015% da água do oceano. Além disso, existem dois tipos de geleiras. As geleiras flutuantes, que ficam sobre o mar e, cujo derretimento, portanto, não afeta o nível dos oceanos, e as geleiras que ficam sobre áreas continentais ou ilhas. Neste último caso, o derretimento é preocupante, pois pode colaborar com a elevação do nível dos oceanos.

**Jefferson Cardia Simões**

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Ao fundo, a calota de gelo da ilha Rei George, ao norte da península Antártica. Essa massa de gelo, assentada sobre as rochas que formam a ilha, está derretendo. No primeiro plano, pode ser vista a pequena península Keller, com 2 km de largura, onde fica a base brasileira de pesquisa na Antártica – a estação Comandante Ferraz (ponto vermelho)

# O BAMBA DAS SUPERCORDAS



Edward Witten

Nos últimos anos, algumas das mais importantes contribuições para a física e a matemática foram dadas por um historiador que iniciou sua carreira profissional como jornalista. O norte-americano Edward Witten, um dos melhores físicos teóricos em atividade neste início de século (para muitos, indubitavelmente, o melhor), passou sua graduação esmiuçando textos de Heródoto, Tucídides, e outros historiadores. Formado, engajou-se no jornalismo político, escrevendo para publicações de prestígio, como *The Nation* e *The New Republic*.

Certo dia, Witten, graduado em 1971 pela Universidade Brandeis (Estados Unidos), decidiu seguir sua vocação precoce por números – bem, ele é filho de Louis Witten, renomado físico teórico. Foi à prestigiosa Universidade Princeton e se apresentou como candidato à pós-graduação em um dos mais concorridos cursos do planeta nessa área. Em 1976, tornou-se doutor em física e, 14 anos depois, ganhou a Medalha Fields, o ‘Nobel’ da matemática concedido aos que, com até 40 anos de idade, tenham feito contribuições importantes nesse campo.

Historiador, que vira jornalista, que se torna doutor em física e que ganha a Medalha Fields... nem o melhor ficcionista arriscaria tamanha diversidade intelectual.

Nesta entrevista, Witten, 55 anos – casado com uma física renomada, a italiana Chiara Nappi, com quem tem duas filhas –, fala sobre uma de suas especialidades: a teoria de supercordas, até agora o corpo teórico com mais chances de unificar os fenômenos do diminuto mundo atômico com os do universo dos corpos celestes gigantescos, como galáxias, buracos negros etc.

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

COLABORARAM: **NATHAN BERKOVITS**, INSTITUTO DE FÍSICA TEÓRICA, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA; **FRANCINE LOVATI**, NÚCLEO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS (RJ), E **JACK KUIPERS**, UNIVERSIDADE DE BRISTOL (INGLATERRA)

**O universo é plano, está se expandindo de modo acelerado e é ‘banhado’ por estranhos elementos denominados energia escura e matéria escura, sendo que a natureza destas duas últimas é desconhecida para os físicos. Farei, então, com uma pequena alteração, uma pergunta que o senhor usou para abrir um de seus artigos de divulgação: Pode a teoria das supercordas [no original, teoria de todas as coisas] realmente explicar toda a estranheza que o universo apresenta?**

Bem, acredito que isso ainda seja um mistério. Mesmo que a teoria das supercordas esteja correta, ainda é um mistério como poderemos usá-la para entender o universo.

**A chamada teoria final tem como objetivo reunir, em um só corpo teórico, os dois pilares de sustentação da física contemporânea, ou seja, a mecânica quântica, que vale para o mundo atômico e molecular, e a relatividade geral, que entra em cena quando estão em jogo massas gigantescas e velocidades próximas à da luz [300 mil km/s]. Para isso, Roger Penrose defende que é a mecânica quântica que deve sofrer modificações. Stephen Hawking, porém, diz que esta última é, digamos, intocável e, portanto, as mudanças terão que ocorrer na relatividade geral. Essa é uma pergunta que gosto de fazer aos físicos: de que lado o senhor ficaria nesse debate?**

Bem, eu diria que não concordo totalmente com nenhuma das duas visões que você acaba de me dar. Além disso, não acho que nenhuma teoria seja intocável. Toda teoria deve sofrer modificações, caso isso seja necessário em função de novas idéias ou resultados experimentais. Mesmo sem concordar com essas duas visões, acho que é muito importante sermos pragmáticos. Nesse sentido, há muitas idéias interessantes em relação a modificar a relatividade geral, e não muitas delas, igualmente interessantes, sobre alterar a mecânica quântica. Mas isso não é uma previsão para o resto deste século. Estou dizendo isso com base no que aconteceu no século passado.

**Vamos supor que, por alguma razão, o bóson de Higgs [supostamente responsável por ‘gerar’ a massa de todas as outras partículas, teoria proposta pelo físico britânico Peter Higgs em 1964] não seja detectado em nenhum experimento, nem mesmo no LHC [o mais potente acelerador de partículas já construído e que deverá ser inaugurado no final deste ano, em Genebra (Suíça)]. Digamos que a conclusão seja a seguinte: ‘Essa partícula não existe!’ Como isso afetaria a física de partículas neste início de século?**

Eu diria que, se o bóson de Higgs não existir, alguma coisa que desempenhe a função dele terá que existir. E a razão para isso é que sabemos que a interação fraca [força que age dentro do núcleo atômico e é

responsável por alguns tipos de radioatividade] e a interação eletromagnética [força que surge entre partículas com cargas elétricas] são diferentes, apesar de as equações básicas serem as mesmas. Podemos observar fótons [‘carregadores’ da força eletromagnética] com nossos olhos, mas para observarmos os bósons  $W^+$ ,  $W^-$  e  $Z^0$  [‘carregadores’ da força fraca] precisamos de aceleradores modernos. Bem, esse é o papel que o bóson de Higgs desempenha [ou seja, é a existência do Higgs que implica a diferença entre essas duas forças].

Portanto, se o Higgs não existir, essa outra coisa deverá necessariamente fazer o trabalho dele. Minha opinião é que essa alguma coisa tenha que existir na escala de energia [trilhões de elétrons-volt] alcançada pelo LHC. Você pode considerar isso uma afirmação incisiva, contundente, mas o fato é que, se o Higgs não for detectado, os físicos estarão em maus lençóis [risos]. O modelo padrão [a teoria atualmente empregada pelos físicos para estudar as partículas elementares] não faria sentido sem o Higgs. Essa teoria também pára de fazer sentido quando aumentamos muito a massa do Higgs. Podemos argumentar sobre qual é o limite para esse aumento, mas, qualquer que seja ele, deverá estar dentro do alcance do LHC.

Uma preocupação maior, no entanto, é que, se o Higgs existir, mas não for detectado, então outras partículas também deverão existir, pois o Higgs teria modos de decaimento [ou seja, de transformação em

**Tenho que admitir que há muitas boas razões para acreditar que o bóson de Higgs ou, como disse, outra partícula com o mesmo papel aparecerão no LHC**

outras partículas] adicionais que não são previstos pelo modelo padrão e que, portanto, seriam mais difíceis de detectar. Portanto, um cenário mais provável, caso o Higgs não seja achado, seria olhar com mais atenção para modos de decaimento inesperados dele. Bem, não estou dando nenhuma resposta em termos de um cenário no qual não exista nem o Higgs, nem outra partícula, responsáveis pela quebra de simetria eletrofraca [ou seja, pela diferenciação entre a força fraca e a eletromagnética].

**Quão surpreso o senhor ficaria se as partículas supersimétricas [previstas pela teoria das supercordas] também não fossem detectadas?**

Tenho que admitir que há muitas boas razões para acreditar que o bóson de Higgs ou, como disse, outra partícula com o mesmo papel aparecerão no LHC. ▶

Mas o mesmo não pode ser dito em relação à supersimetria [que prevê, para cada partícula hoje conhecida, uma companheira supersimétrica]. Espero que seja encontrada. Há algumas evidências de que ela poderia ser encontrada, mas ainda não há o consenso que existe em relação ao Higgs. Portanto, não diria

**Se a supersimetria for descoberta, isso será um bom avanço. Saber que ela é parte da natureza seria muito importante**

que seria frustrante, caso a supersimetria não fosse achada. Seria um problema muito sério para a física, caso o bóson de Higgs ou algo que tenha o mesmo papel não fossem encontrados. A propósito, a situação se complicará caso seja encontrada uma partícula que desempenhe o mesmo papel do Higgs, pois teríamos toda uma coleção de novas partículas.

**Um físico brasileiro, durante um período de trabalho recente nos Estados Unidos, fez a seguinte observação: depois do colapso do SSC [sigla para algo como Supercondutor SuperColisor, acelerador gigantesco cujo projeto foi interrompido por falta de financiamento do governo norte-americano], a física de partículas norte-americana parece sem rumo, principalmente no que diz respeito à parte experimental.**

**Como o senhor vê essa situação em seu país?**

Primeiramente, é preciso ser dito que esse tipo de situação tem o mesmo efeito sobre os teóricos, mas isso só leva um pouco mais de tempo para afetá-los. Vou dizer algo que acredito se aplicar ao restante dos países, além dos Estados Unidos. Nos últimos 10 anos, muitos experimentos foram feitos, seja no Fermilab [Laboratório Nacional do Acelerador Fermi, nos Estados Unidos], no CERN [Conselho Europeu para a Pesquisa Nuclear, na Suíça], entre outros. E a maioria deles confirmou o modelo padrão. Estamos bem mais confiantes nesse modelo, mas não temos muitas pistas sobre a física que está além dele. Há apenas duas ou três evidências importantes que emergiram nos últimos 15 anos. Uma das maiores é a aceleração da expansão do universo. Há também o fato de os neutrinos terem massa, bem como as observações das flutuações da radiação cósmica de fundo [ondas eletromagnéticas, na faixa das microondas, que ‘ba-

nam’ todo o universo e são tidas como um tipo de ‘eco’ do *Big Bang*].

**Em uma entrevista concedida aqui, no Brasil, em 1999, para a *Ciência Hoje*, o matemático britânico Sir Michael Atiyah [também ganhador da Medalha Fields; ver ‘O fascínio dos números’, em *CH* nº 155] disse que, naquele momento, os matemáticos estavam na frente dos físicos em relação às ferramentas necessárias para o desenvolvimento das supercordas. Os físicos, hoje, já têm ao seu alcance toda a matemática**

**de que precisam para esse desenvolvimento?**

Ele disse isso mesmo? [risos]. Bem, darei a você, então, a visão de um físico. A teoria de supercordas envolve novas idéias em geometria, mas que ainda não foram bem entendidas. E essa é a razão pela qual os físicos têm, por vezes, surpreendido os matemáticos com essas novas idéias. Ou seja, a teoria de supercordas sabe um monte de segredos que os humanos ainda não conhecem [risos].

**Um dos maiores mistérios do universo é como o senhor conseguiu fazer um doutorado em física em Princeton sendo formado em história...**

Tive algumas aulas de matemática e física antes de começar a pós-graduação [mestrado e doutorado em física] em Princeton, apesar de ser formado em história. Esse é o primeiro ponto. O segundo é que não recomendo essa minha estratégia a ninguém. Porém, nos Estados Unidos, isso é possível, porque o sistema é flexível. Na maioria dos países, isso seria impossível.

**Acho que o senhor é o segundo caso na história de um historiador que se tornou físico. Talvez, [Louis] de Broglie [físico francês, 1892-1987, formado primeiramente em história em 1910 e Nobel de Física de 1929] tenha sido o primeiro, não?**

Realmente, não sabia isso sobre de Broglie, mas estou razoavelmente propenso a acreditar que deve haver mais de dois casos [risos].

**Por que o senhor desistiu da carreira de jornalista político? O senhor ainda gosta de escrever?**

Gosto de escrever. Acho que eu estava mais inclinado a dedicar um pouco mais de tempo à física...

**O senhor aprendeu física com seu pai?**

Sim, alguma coisa, antes do Ensino Médio.

**Podemos encontrar muitos artigos de divulgação científica em sua página pessoal na internet (<http://www.sns.ias.edu/~witten/>). O senhor**

**Honestamente, acho que não teria paciência para escrever um livro de divulgação**

**já pensou em escrever um livro para o público geral?**

Já pensei sobre isso, mas decidi não fazê-lo.

**Por quê?**

Muito trabalho. Isso representaria muita distração em relação à minha pesquisa. Além disso, tenho visto que muitas pessoas estão no momento fazendo isso e o fazem com competência, mas, para isso, creio ser preciso trabalhar muito, e, honestamente, acho que não teria paciência para esse tipo de tarefa. O livro que eu gostaria de escrever, na verdade, já foi escrito pelo Brian Greene [físico norte-americano, autor de *O universo elegante*, Companhia das Letras, São Paulo, 2001].

**E o senhor chegou a rascunhar algo?**

Não. Escrever artigos ocasionalmente é o suficiente para mim.

**Está na Wikipedia que o senhor foi citado em um episódio de *Futurama* [série de desenho animado feita pelos mesmos criadores de *Os Simpsons*]. O senhor gostou?**

Não vi esse programa. Na verdade, nem sei o que é *Futurama*...

**É um desenho que se passa no futuro, e as coisas sempre estão um pouco fora de controle. É engraçado...**

Não, não vi. Mas sei que o Stephen Hawking apareceu em *Os Simpsons*, por duas vezes, e isso foi muito engraçado [risos].

**Agora, uma questão um pouco mais técnica.****O senhor acha que a teoria das supercordas pode explicar o espectro de massas dos *quarks* e léptons, ou seja, por que as massas dessas partículas elementares são tão diferentes entre si?**

Bem, sonhamos em entender isso. Mas nosso conhecimento atual ainda nos mantém longe disso, ele ainda é muito menos do que nossa ambição em entender os detalhes sobre esse espectro. Mas há uma pergunta mais básica: por que uma teoria unificada poderia ter várias gerações de léptons e *quarks* [são três, ao todo]? Acho que a teoria de supercordas dá uma explicação razoável para essa questão.

**O senhor acha que seria possível obter evidências diretas de dimensões extras? Como?**

Acho que a chance de descobrirmos a supersimetria é mais alta [quando comparada com o problema da questão anterior], mas também não há garantias de que isso vá acontecer. Obviamente, podemos ter evidências diretas das dimensões extras apenas se elas forem grandes, ou seja, grandes no sentido empregado pelos físicos. O LHC, por exemplo, detectaria eventos

de certo tipo nos quais os dariam a impressão de que a energia estaria desaparecendo. Ela, na verdade, desapareceria para dentro da quinta dimensão.

**Mas o que os físicos denominam 'desaparecimento da energia' não seria uma forma de detectar essas dimensões extras?**

Bem, isso é simplificar muito o problema, porque a energia pode nos dar a impressão de estar desaparecendo no caso em que produzimos novas partículas que são fáceis de produzir, mas difíceis de detectar. Então, essas novas partículas escapam da detecção, mas isso nos parece como se a energia estivesse sendo perdida. Portanto, se há eventos em que a energia desaparece, seria necessário estudar a natureza delas mais minuciosamente, e compará-las com teorias específicas. Então, as dimensões extras fazem certos tipos de previsões adicionais sobre como se pareceriam os eventos nos quais há a chamada perda de energia. Por exemplo, a supersimetria pode também produzir eventos em que há perda de energia em função de novas superpartículas que não serão detectadas. Mesmo as partículas antigas, já conhecidas, produzem também eventos em que se perde energia, por causa dos neutrinos [partículas sem carga elétrica e que quase não interagem com a matéria]. Quase

**Sei que o Stephen Hawking apareceu em *Os Simpsons*, por duas vezes, e isso foi muito engraçado**

sempre que produzimos um bóson W, um neutrino é gerado, e isso faz com que parte da energia pareça estar faltando nesse processo. No entanto, hoje, não mais pensamos nesse processo como um exemplo em que a energia desapareceu. Esses eventos têm certas características que podemos entender com base no modelo padrão, ou seja, podemos reconhecê-los. Portanto, há uma classe de eventos em que há desaparecimento de energia e que é compreensível para nós atualmente. No entanto, o LHC poderá descobrir novas classes desses eventos, e diversas teorias dariam descrições diferentes para elas.

**Que tipo de descoberta do LHC poderia comprovar a validade da teoria das supercordas?****A detecção de uma superpartícula, a existência de dimensões extras?**

Não estou certo se há alguma esperança real de que isso aconteça no LHC. Mas se a supersimetria for descoberta, isso será um bom avanço, pois ela é uma previsão importante da teoria de supercordas, e saber que ela é parte da natureza seria muito importante. ■

# Justiça seja feita

## Franklin Rumjanek

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



**T**alvez o nome do norte-americano Alfred Sturtevant (1891-1970) seja menos conhecido que o de seu conterrâneo Thomas Hunt Morgan (1866-1945), o descobridor dos cromossomos e do processo da recombinação gênica (processo de troca de genes entre os cromossomos). Do mesmo modo, quem já ouviu falar de Empédocles? Provavelmente poucas pessoas o associarão com o pensamento evolucionista. Esse filósofo grego, que viveu entre 495 e 435 a.C., foi o autor de uma proposta bastante parecida com a de Charles Darwin (1809-1882). Ao observar a natureza, ele concluiu, de modo semelhante ao naturalista britânico, que a grande diversidade dos animais ou plantas poderia decorrer do fato de uma espécie adotar uma mistura de partes (órgãos) que a individualizava, enquanto as outras adotavam misturas diferentes. Empédocles também enunciou que na natureza nada se criava ou se perdia. Tudo se transformava. No entanto, quem levou a fama por essa máxima da conservação da natureza foi, no século 18, o francês Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794).

E se compararmos outro grego, Eratóstenes (c.276-c.194 a.C.), aos italianos Cristóvão Colombo (1451-1506) ou Galileu Galilei (1564-1642)? Dificilmente Eratóstenes será reconhecido como o filósofo que há mais de 2,5 mil anos não só provou que a Terra era redonda, como também mediu sua circunferência com uma elegância e precisão que até hoje impressionam.

Por razões nem sempre óbvias, alguns nomes, em detrimento de outros, ficam gravados na mente popular por um suposto pioneirismo em grandes descobertas da ciência. Sturtevant, por exemplo, deu uma contribuição épica para a genética que deveria merecer mais divulgação, a começar pelos livros-texto de biologia. Ele foi aluno de Morgan, conhecido como o 'pai da genética moderna', por ter comprovado o envolvimento dos cromossomos na hereditariedade e elaborado o modelo da permuta de genes durante a meiose (processo de divisão celular que leva à formação de gametas), trabalhos que lhe deram o prêmio Nobel em 1933. Curiosamente, Morgan havia lido com certo ceticismo o trabalho do botânico austríaco Gregor Mendel (1822-1884), que propôs a existência de 'unidades de herança', depois denominadas 'genes' pelo botânico dinamarquês

Wilhelm Johannsen (1857-1927). Morgan só aceitaria a existência dos genes bem mais tarde e mesmo assim com relutância. Até seu discurso de aceitação do Nobel mostra certa dúvida sobre os genes e sua constituição. É importante lembrar que só em 1944 os genes foram associados ao DNA.

Sturtevant era um dos integrantes da 'sala das moscas', apelido do laboratório onde o grupo criava a mosca *Drosophila melanogaster*, modelo usado pela equipe nos experimentos. Morgan deu a ele a complexa tarefa de decifrar o processo de recombinação, o que foi feito em apenas uma noite heróica. Sturtevant, então com apenas 19 anos, levou para casa os dados de milhares

## Alguns nomes, em detrimento de outros, ficam gravados na mente popular por um suposto pioneirismo em grandes descobertas da ciência

de cruzamentos feitos entre as moscas, que registravam características herdadas pelos descendentes, como cor dos olhos, tamanho das asas e outras. Analisando as frequências com que apareciam essas características, ele não só determinou as distâncias relativas entre os genes como também propôs que os cromossomos tinham estrutura linear. No dia seguinte, após essa noite dedicada à elaboração do primeiro mapa genômico da história, ainda teve que pedir desculpas aos seus professores por ter negligenciado o dever de casa.

Eratóstenes, como Sturtevant, destacou-se por realizar um experimento simples, mas empregando grande sofisticação mental. O grego usou o *gnomon*, uma espécie de estaca, e determinou o ângulo formado pela sombra deste, no mesmo dia e hora, em duas cidades distantes. Com esses dados, além da distância entre as cidades e dos conhecimentos básicos de geometria, ele inferiu que a Terra era redonda e calculou em 46.230 km a sua circunferência, o que não está longe da medida atual (40.075 km, na linha do Equador). Entretanto, se perguntarmos quem descobriu que a Terra era redonda, talvez as respostas mais freqüentes sejam Pitágoras (c.580-c.500 a.C.), Colombo ou Galileu.

A história da ciência está repleta de tais situações. Quem sabe o leitor gostaria de contribuir com outros exemplos.

# Mosquito transgênico com bom desempenho

Os números da malária impressionam. A cada ano, de 300 a 500 milhões de pessoas no mundo contraem a doença (no Brasil, 540 mil casos no ano passado). Em termos globais, estima-se que o número anual de mortes chegue à casa de 3 milhões. Apenas na África, ela mata, por dia, 3 mil crianças. Agora, a luta contra a malária ganhou um resultado que reforça a esperança de que, no futuro, essa doença será combatida com mosquitos transgênicos.

Artigo publicado na *Proceedings of the National Academy of Sciences* (v. 104, n. 13, pp. 5.580-5.583, 2007) mostra que esses insetos modificados geneticamente podem, além de bloquear o parasita da malária, se desenvolver tão bem quanto os não transgênicos na natureza. Ou até de forma melhor. Além disso, a técnica de manipulação genética empregada na pesquisa – e que o Brasil já domina – poderá ser um instrumento poderoso para se chegar a uma vacina não só contra a malária, mas também contra a dengue.

A idéia de estarmos jogando conversa fora em uma tarde de verão e sermos picados por mosquitos que têm os olhos verdes fluorescentes pode parecer história de filme de ficção. Apesar de ainda estarmos muito longe de algum dia isso ocorrer, vários laboratórios no mundo estão tentando criar um mosquito que não seja vetor do parasita da malária ou do vírus da dengue, por exemplo.

No caso da malária humana – cujos sintomas são tipicamente a alternância de episódios de febre e calafrios –, quando uma fêmea do mosquito do gênero *Anopheles* pica uma pessoa infectada com o parasita (no caso, o *Plasmodium*), ela ingere as formas infectantes do parasita, que precisa passar parte de seu desenvolvimento dentro do corpo do inseto. Passada essa

fase, o plasmódio pode ser transmitido a outra pessoa pela picada do mosquito.

Já foi possível mostrar que, em laboratório, mosquitos transgênicos (ou seja, aqueles que contêm um ou mais genes que não são deles), expressando os chamados genes de bloqueio, podem barrar a infecção pelo parasita da malária. Mas essa façanha foi realizada utilizando-se modelos experimentais de laboratório, como a malária murina (com parasita que infecta roedores) ou aviária (que infecta aves).

Se alguém, algum dia, decidir liberar mosquitos geneticamente modificados na natureza, para controlar a malária, essa pessoa precisará ter certeza de que esses insetos vão poder se desenvolver tão bem quanto (ou talvez melhor

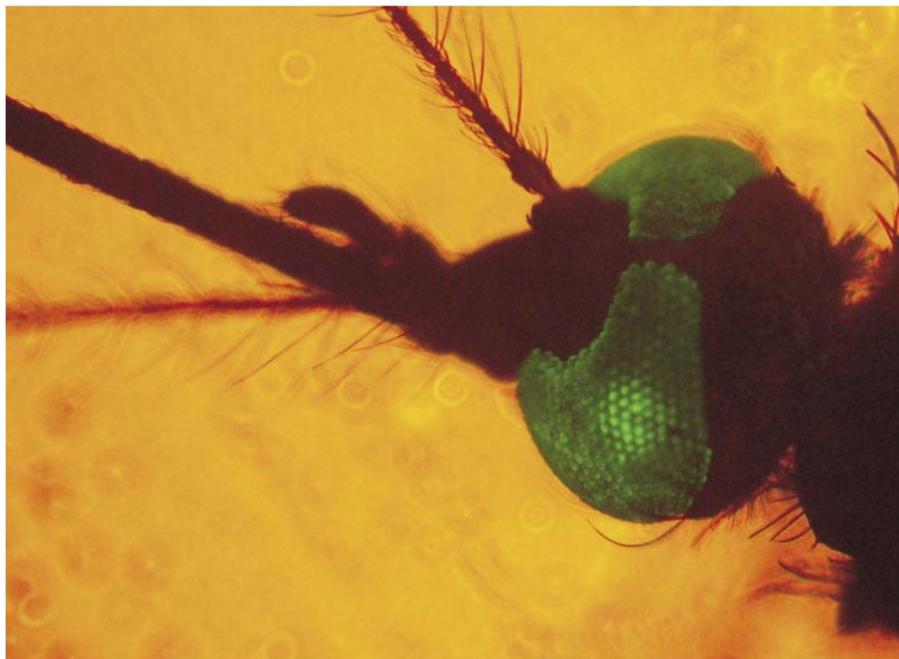


FOTO: CENDIA/PELO AUIOR

que) os mosquitos que estiverem naquele local. Para isso, têm sido realizados vários trabalhos para verificar o desempenho (ou *fitness*) dos mosquitos transgênicos.

Recentemente, pesquisadores da Universidade Johns Hopkins, em Baltimore, no estado de Maryland (Estados Unidos), realizaram um trabalho interessante em que testaram o desempenho de mosquitos que expressavam um gene de bloqueio para o plasmódio. Os autores viram que, quando esses mosquitos se tornavam infectados, eles tinham um desempenho melhor que os não transgênicos, comparação feita com base no número de ovos produzidos pelas fêmeas e na sobrevivência delas. Já foi mostrado que, quando uma fêmea está infectada pelo parasita, ela fica 'doente', diminuindo a produção de ovos e podendo viver menos tempo. Mas isso não impede que ela transmita o parasita a pessoas saudáveis.

A parte elegante desse trabalho, publicado pelo brasileiro Mauro Marrelli, atualmente na Universidade de São Paulo, e colaboradores se deve ao fato de eles terem colocado números conheci-

dos de fêmeas transgênicas com machos 'normais' (não modificados) e vice-versa, alimentando as fêmeas com sangue de camundongo infectado com duas linhagens diferentes de plasmódio. Desse modo, um grupo recebeu sangue com plasmódio que infecta mosquitos (possibilitando que o parasita se desenvolvesse no interior desses insetos), enquanto o segundo foi alimentado com sangue que continha a linhagem que causa malária somente nos camundongos (e, portanto, não infecta os mosquitos).

Com isso, eles puderam observar que, quando as fêmeas se alimentaram da linhagem de plasmódio que não infectava mosquitos, as modificadas geneticamente tinham um desempenho semelhante ao dos mosquitos normais, permanecendo em uma proporção de 50% transgênicos e 50% de não transgênicos. Por outro lado, ao sugarem sangue contendo a linhagem que infectava mosquitos, as fêmeas transgênicas se sobressaíram ao longo de várias gerações, chegando a uma proporção de até 70% na gaiola de criação, mostrando uma vantagem em relação aos insetos não modificados. Então, como discutido acima, quando o mosquito expressa uma proteína de bloqueio, ele 'sente' menos os efeitos da infecção pelo parasita da malária.

Esse achado pode ajudar, em muito, os estudos em situações controladas de campo, bem como nos dar uma idéia do que podemos esperar quando mosquitos bloqueadores forem liberados no ambiente.

É importante ressaltar que muitas pesquisas ainda precisam ser feitas para que tenhamos certeza de que seja seguro liberar mosquitos transgênicos na natureza. Além disso, nenhum trabalho ainda mostrou o bloqueio, por mosquitos transgênicos, do parasita que causa a malária humana

(*Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* ou *P. ovale*, este último não ocorrendo no Brasil). Modelos de laboratório, utilizando combinações de parasita e mosquito-vetor diferentes das que ocorrem na natureza, nem sempre podem ser reproduzidos nas condições reais, situação na qual diversos fatores (por exemplo, interação com outros organismos, temperatura, umidade e a própria diversidade genética do parasita) podem fazer com que o sistema proposto não funcione eficientemente bem no campo.

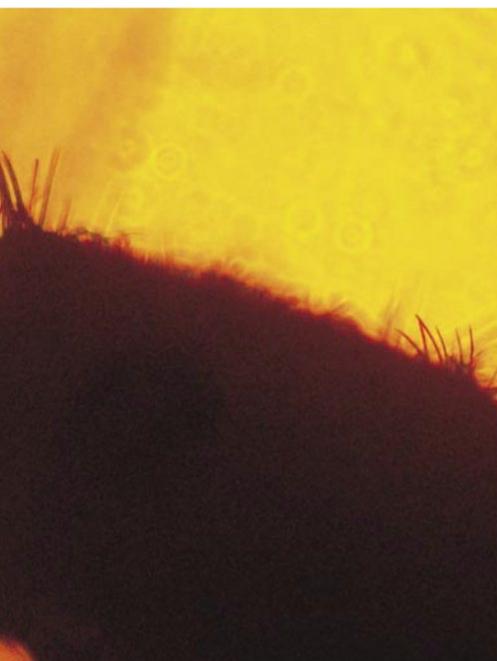
Até hoje, foi possível gerar mosquitos transgênicos que são vetores 'piorados' do parasita da malária, mas sempre em condições de laboratório – inclusive mostrando que a técnica de modificação genética de mosquitos já pode ser desenvolvida no Brasil. Apesar de todo o avanço na área, podemos ter certeza, hoje, de que a técnica de manipulação genética é uma ferramenta poderosa para estudos da interação do parasita da malária ou do vírus da dengue com seus respectivos mosquitos-vetores, podendo, inclusive, levar ao descobrimento de genes candidatos a vacinas.

Enquanto esperamos algum dia ser possível a liberação de mosquitos transgênicos na natureza, temos que conviver com a doença, aplicando outras formas de controle do seu mosquito-vetor (inseticidas, redes ao redor da cama etc.) para tentar diminuir a transmissão, bem como drogas contra a malária.

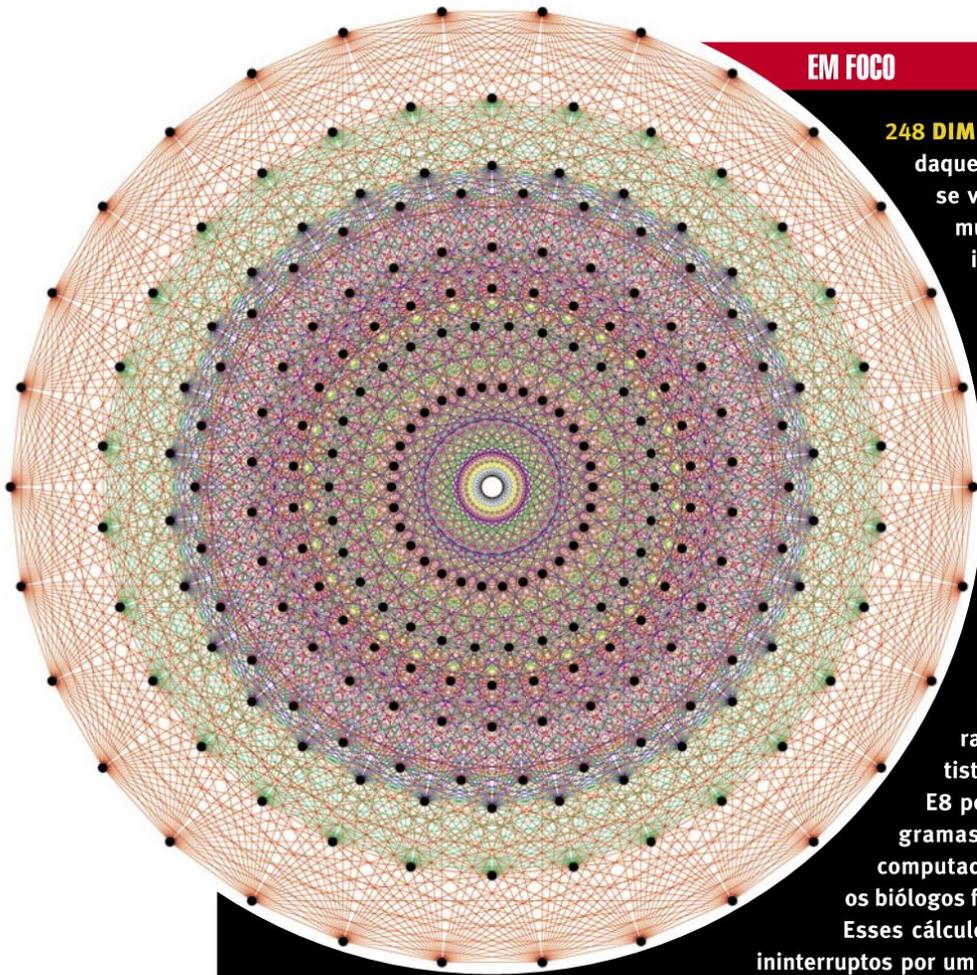
E os mosquitos de olhos verdes fluorescentes, voando ao léu, ainda continuam sendo apenas obras de ficção científica.

#### **Luciano A. Moreira**

*Laboratório de Malária,  
Centro de Pesquisas René Rachou,  
Fundação Oswaldo Cruz  
(Belo Horizonte)*



## EM FOCO



**248 DIMENSÕES** • O objeto ao lado parece um daqueles produtos (de gosto duvidoso) que se vendem em feiras de artesanato. Ele é muito mais complexo do que parece. Na imagem, é mostrada uma forma com apenas oito dimensões projetadas no plano, sendo que, na verdade, ele tem 248 delas. Em resumo, não dá para imaginá-lo como ele realmente é.

Denominada grupo E8, essa estrutura foi descoberta por volta de 1890. Seu papel na matemática é ainda enigmático, mas ela está ajudando os pesquisadores a entender problemas extremamente complexos e teorias que ajudarão os físicos a desvendar segredos dos menores constituintes da matéria.

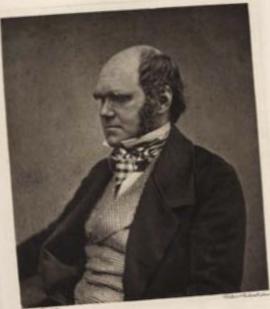
Para esmiuçar os segredos dessa figura, um grupo de 18 matemáticos e cientistas da computação investigou o grupo E8 por quatro anos, antes de elaborar programas de cálculo submetidos a um supercomputador, em um estilo semelhante ao que os biólogos fazem com os genomas dos animais.

Esses cálculos foram realizados durante três dias ininterruptos por um supercomputador da Universidade de Washington (Estados Unidos), com 64 gigabytes de memória RAM

(em geral, os computadores pessoais têm cerca de 100 mil vezes menos), e geraram cerca de 60 gigabytes de dados, que ajudam a descrever a complexidade do E8 e as várias formas como ele se manifesta (são cerca de 450 mil delas). Caso alguém decidisse imprimir esses dados, as folhas necessárias cobririam 60 km<sup>2</sup>, o que equivale a forrar com papel a área total de 300 estádios do Maracanã.

Esses resultados ajudarão a mostrar como usar computadores para 'quebrar' problemas matemáticos extremamente complexos, bem como a aperfeiçoar teorias usadas pelos físicos para estudar as partículas elementares. O que intriga alguns físicos é o fato de certas formas do grupo E8 aparecerem na teoria de supercordas, que pretende unificar as quatro forças conhecidas no universo. O nome E8 foi dado pelo matemático francês Élie Cartan (1869-1951).

**O 'ATRASSO' DE DARWIN** • Há exatos 170 anos, Charles Darwin (1809-1882) começou a escrever seu clássico *A origem das espécies*. Porém, só o publicaria 22 anos depois. É quase consenso que o naturalista britânico tenha atrasado voluntariamente a publicação por temer a reação da sociedade à obra. Agora, o historiador John van Wyhe, da Universidade de Cambridge (Inglaterra), defende que o pai da teoria da evolução pela seleção natural não postergou a publicação; ele apenas esperou que o livro estivesse pronto. Wyhe procurou nos documentos referentes àqueles 22 anos a palavra 'atraso'. Nada encontrou. A primeira menção ao dito atraso, segundo ele, só apareceria em um livro popular sobre Darwin do final da década de 1940, *Darwin: before and after*, de Robert Clark (aparentemente, sem tradução para o português). Muitos especialistas, porém, discordam da conclusão de Wyhe, em reportagem na revista *Nature* (29/03/07). Para eles, pressões culturais e sociais foram importantes na decisão do naturalista. Para quem gosta do assunto, vale passar pela página de Wyhe: [http://darwin-online.org.uk/people/van\\_wyhe.html](http://darwin-online.org.uk/people/van_wyhe.html), alojada no ótimo portal *Os trabalhos completos de Charles Darwin online*, onde estão, em inglês, artigos, resenhas e endereços interessantes, tanto para iniciados quanto para principiantes. (*Notes and Records of the Royal Society*, 28/03/07, pp. 1-29)



Charles Darwin  
1815-1882

## MEDICINA

**AMAMENTAÇÃO E TRANSMISSÃO DO HIV**

Pela primeira vez, um estudo confirmou algo de que já se suspeitava: quando mães soropositivas alimentam seus filhos exclusivamente com o peito até os seis meses de idade, os recém-nascidos têm uma chance muito baixa de contrair o HIV (vírus da Aids).

Esse risco é de cerca de 4%. No entanto, ele dobra no caso de crianças que receberam uma alimentação mista, com outros líquidos (leite em pó, leite animal etc.) antes dos seis meses de idade. O estudo, feito na África do Sul e coordenado por Hoosen Coovadia, do Centro Africano para a Saúde e Estudos Populacionais, também mostrou que, no caso da inclusão de sólidos na alimentação, antes ou depois de 14 semanas de vida, o risco aumenta em 11 vezes. A causa da variação, nesse caso, é desconhecida (suspeita-se que as proteínas maiores e mais complexas dos alimentos sólidos interfiram com as barreiras naturais contra o vírus, como a mucosa intestinal).

Também se encontrou uma relação entre a contagem de CD4 (células que coordenam a ação do sistema imune contra as infecções) das mães e o risco de transmissão. Quando as CD4 estavam abaixo de 200 unidades por mililitro (ml), o risco de transmissão era duas vezes maior quando comparado com mães com 500 CD4 por ml.

Apesar do risco de transmissão, Coovadia enfatiza que a amamentação infantil é um instrumento extremamente importante para diminuir a mortalidade infantil em regiões pobres do planeta. Até agora, estimava-se entre 10% a 20% o risco de transmissão pós-natal, porém sem se distinguir entre exclusivamente amamentação e outras formas mistas de alimentação.

Acredita-se que os resultados farão a Organização Mundial da Saúde, bem como órgãos internacionais ligados à infância (Unicef) e ao combate da Aids (Unaid), reverem seus protocolos sobre amamentação infantil. *The Lancet*, v. 369, pp. 1.107-1.116, 2007

**PLANTAR, SIM, MAS NO LUGAR CERTO** • Caso alguém decida abraçar a causa da preservação ambiental e plantar uma árvore para compensar o aquecimento global, é preciso saber o lugar certo onde fazer isso. Isso porque nem sempre as árvores, como se acreditava, ajudam a tornar o planeta mais frio, ao roubar da atmosfera o gás carbônico (o vilão do efeito estufa). Simulação de computador mostrou que, caso todas as árvores das regiões tropicais fossem cortadas, a temperatura do planeta subiria 0,7°C por volta de 2100. Agora, vem o 'porém': o desflorestamento em altas latitudes faria o planeta esfriar 0,8°C. Razão: as árvores que absorvem calor e evitam que os raios ultravioletas sejam refletidos pela neve não estariam mais lá. Plantar árvores nas regiões temperadas, segundo a simulação, não teria efeito sobre o aquecimento planetário. (*Proceedings of the National Academy of Sciences*, 09/04/07 online)



CENTRE HISTORIQUE DES ARCHIVES NATIONALES

**SINTONIA FINA**

**Pacientes terminais de câncer** estão comprando pela internet uma droga sem aprovação para uso humano. O composto é o dicloroacetato (ou apenas DCA), que apresentou, no último mês de janeiro (*Cancer Cell*, v. 11, pp. 37-51, 2007), resultados animadores contra a doença em ratos, nos quais encolheu tumores, sem aparentemente afetar células saudáveis ou causar efeitos colaterais. A droga, usada antes para distúrbios do metabolismo, agora vem sendo comprada por um grupo de pacientes terminais que prometem colocar na internet seus relatos pessoais. O autor do artigo na revista está tentando aprovação para testes em humanos. Especialistas alertam que os efeitos colaterais do DCA em humanos são desconhecidos. O site [www.thedcasite.com](http://www.thedcasite.com) traz um vasto material sobre o assunto (há possibilidade de tradução para o português). O dono do mesmo site montou outro ([www.buydca.com](http://www.buydca.com)) para vender a droga para 'uso veterinário', pois a lei norte-americana proíbe a venda para humanos sem aprovação.

**Muitos seguidores da Santa Joana D'Arc** (c. 1412-1431), que comandou tropas francesas contra os ingleses e foi canonizada em 1920, certamente ficarão decepcionados: um osso de costela tido como da heroína é, na verdade, de uma múmia egípcia. Esse foi o resultado de um estudo, liderado por Phillipe Charlier, especialista em análises forenses, noticiado pela revista *Nature* (05/04/07, p. 593). Com autorização da igreja católica, foram analisados, além do osso, pedaços de pano e um osso (fêmur) de um gato (esses felinos eram atirados à fogueira em que se queimavam bruxas e hereges, como ocorreu com a santa guerreira em 1431). A conclusão final é que eles têm origem egípcia, datando entre os séculos 3 e 6 antes de Cristo. Também trabalharam no estudo especialistas em aromas de duas importantes empresas fabricantes de perfumes. Eles reconheceram um cheiro de baunilha nas peças analisadas (o que não condiz com objetos cremados), mas sim com substâncias empregadas na mumificação. Seus supostos restos foram encontrados em uma farmácia, em 1867, em um vidro com a inscrição "Restos de Joana D'Arc, a virgem de Orleans, encontrados na fogueira". A igreja, segundo a reportagem, está pronta para aceitar as conclusões da pesquisa.

MEDICINA Técnica converte sangue de um tipo em outro

## A e B em O

Um paciente em estado grave é atendido no pronto-socorro. Seu sangue, do tipo O, está em falta. O médico que o atende liga para o hemocentro e pede para que certa quantidade seja produzida com rapidez a partir do estoque de sangue A ou B. Produzida? Sim, segundo resultados de um estudo, isso poderá ser feito, bastando a ação de algumas enzimas para que as células vermelhas (hemácias) do sangue tipo A ou tipo B sejam convertidas para as de tipo O.

Os chamados grupos ABO incluem sangues do tipo A, B, AB e O (os dois últimos conhecidos, respectivamente, como receptores e doadores universais). No sangue do tipo A, as hemácias têm em sua superfície moléculas de anticorpos (denominadas anti-B) que reconhecem hemácias do tipo B e promovem sua aglutinação. No sangue B, o anticorpo é o anti-A. Assim, indivíduos com sangue do tipo A não podem receber sangue B (nem AB), e aqueles que têm sangue B não toleram A e AB. A transfusão nesses casos pode levar à morte.

Já as pessoas com sangue do tipo O – que têm os dois anticorpos (anti-A e anti-B) – não podem receber transfusões dos outros tipos (A, B e AB), pois eles seriam reconhecidos e aglutinados. Mas podem doar para todos, porque não existe um anticorpo anti-O. Finalmente, os portadores de sangue AB podem receber qualquer tipo de sangue, pois suas hemácias não têm qualquer anticorpo (nem anti-A, nem anti-B).

No final da década de 1980, surgiram os primeiros resultados promissores de conversão de um tipo de sangue em outro, através da ação de enzimas. No entanto, foi mais fácil converter



FOTO: EVELSON DE FREITAS/FOLHA IMAGEM

B em O, empregando uma enzima extraída do grão de café. Já a conversão do tipo A não tem sido muito frutífera.

Agora, a equipe de Henrik Clausen, da Universidade de Copenhague (Dinamarca), conseguiu achar enzimas aparentemente corretas, depois de vasculhar cerca de 2,5 mil amostras de fungos e bactérias. Achados os microrganismos certos (no caso, *Elizabethkingia meningoseptica* e *Bacterioides fragilis*), eles foram colocados para ‘trabalhar’ e produzir as enzimas Gal (galactosamina) e GalNAc (N-acetilgalactosamina).

### Segura, eficaz e viável

Os resultados foram muito promissores, segundo especialistas que comentaram o trabalho. Em 60 minutos de incubação com a enzima apropriada, cerca de 200 mililitros de hemácias do grupo A e B foram convertidas para o grupo O. Na conversão, a integridade e as funções das hemácias foram mantidas, segundo os autores. E as enzimas empregadas na conversão podem ser eliminadas por lavagem, por exemplo.

Se nos testes clínicos a técnica for aprovada quanto à segurança e à eficácia, será preciso então mostrar que ela é viável economicamente.

*Nature Biotechnology*, v. 24, pp. 454-464, 2007



Gibson, o cão mais alto do mundo, e a fêmea Zoie

**DO CHIHUAHUA AO DINAMARQUÊS** • Compare o chihuahua e o dinamarquês da foto. O ‘grandão’ é Gibson. Segundo o *Guinness – Livro dos Recordes*, é o cachorro mais alto do mundo, com cerca de 1,07 m do chão ao ombro (apoiado nas patas de trás, chega a quase 2,2 m). A pequenina é Zoie, uma chihuahua com 16 cm de altura. Apesar da diferença impressionante, essas duas raças fazem parte da mesma espécie, *Canis familiaris* (ou, segundo uma reclassificação recente, da mesma subespécie, *Canis lupus familiaris*). Agora, pesquisadores acreditam ter encontrado a resposta para a questão da enorme disparidade de tamanho entre os cães – a maior entre todos os mamíferos. Investigando cerca de 3 mil cães, de 143 raças diferentes, eles descobriram que os cães de pequeno porte têm em comum uma alteração na seqüência de DNA que inclui o gene que carrega a informação para a síntese do IGF1 (sigla inglesa para fator de crescimento semelhante à insulina). A alteração afetaria a produção da molécula e tornaria ‘baixinhos’ os seus portadores. A técnica e os resultados ajudarão a estudar doenças caninas e mesmo humanas, já que o IGF1 também existe no organismo dos donos. (*Science*, 06/04/07)

DEANNE FITZMAURICE

## QUÍMICA

## CAFÉ COM FIBRA



As embalagens de café talvez tenham que mudar. Estudo mostra que a informação sobre o produto não conter fibras alimentares está errada. Já se sabia que o grão tinha fibras, mas é a primeira vez que se mostra que a bebida também as contém.

A análise de três tipos de café mostrou que a bebida – ao contrário do que os especialistas acreditavam até agora – é dotada de uma quantidade razoável de fibra: de 0,47 a 0,75 g por cada 100 mililitros (a variação se deve ao tipo da bebida). Portanto, uma média de três cafezinhos por dia (a xícara do comércio para o famoso ‘cafezinho’ tem volume aproximado de 60 ml) pode levar à ingestão de quase 1,5 g de fibra.

A idéia – certamente – não é se entupir da bebida até atingir as quantidades diárias de fibras ideais para homens (38 g) e mulheres (25 g). Mas é bom saber que o café está ajudando nesse sentido.

As pesquisas sobre os efeitos do café para a saúde têm dado resultados conflitantes: os resultados parecem indicar que a bebida diminui o risco para o mal de Parkinson e para diabetes do tipo II, mas também que contribui para a perda óssea. Em relação aos benefícios cardíacos, os resultados são igualmente conflitantes: alguns estudos concluem que a bebida é boa e outros apontam que ela é deletéria e deve ser evitada.

Em caso de dúvida, outras fontes de fibras são grãos integrais, verduras folhosas, frutas e castanhas (nozes etc.).

*Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 55, n. 5, pp. 1999-2003, 2007

**O COLÁGENO DO T. REX** • Identificar proteínas de fósseis de milhões de anos é uma tarefa quase impossível. Mas isso acaba de ser conseguido, e logo com o *Tyrannosaurus rex*, o enorme réptil carnívoro que ‘estrelou’ o filme *Parque dos Dinossauros*. Pesquisadores dos Estados Unidos obtiveram seqüências de peptídeos (pedaços de proteínas) de ossos de um *T. rex* com 68 milhões de anos, e descobriram que faziam parte de proteínas de colágeno. Além disso, comparações revelaram que tais proteínas são semelhantes às de uma galinha atual – mais uma evidência de que as aves descendem dos dinossauros. Os autores supõem que as moléculas protéicas se mantiveram intactas – elas se degradam após a morte – porque se ligaram a outras moléculas, evitando assim o processo de fossilização. A mesma equipe já havia encontrado, em 2002, proteínas de colágeno em fósseis de mastodontes, com datação entre 160 mil e 600 mil anos. (*Science*, 13/04/07)



Fêmur de *T. rex* no qual foram encontradas proteínas do colágeno

## SINTONIA FINA

A prestigiosa revista científica *The Lancet Oncology* decidiu declarar guerra ao combate contra o terrorismo, que está, segundo os especialistas, sugando as verbas da guerra contra o câncer nos Estados Unidos (e, indiretamente, no mundo). O editorial da edição de abril deste ano faz um ataque contundente contra a administração Bush. Segundo os editores, foram retirados, nos últimos cinco anos, cerca de US\$ 2 bilhões do Instituto Nacional de Câncer (INC), enquanto o orçamento da área de defesa, nesse mesmo período, levou US\$ 1,1 trilhão. Para 2008, está previsto um corte, em termos reais, de US\$ 200 milhões nas verbas para as pesquisas sobre o câncer, enquanto a área de defesa deve receber US\$ 625 bilhões. “O ataque cínico da administração Bush contra o sistema de saúde para compensar o mais alto orçamento da defesa da história demonstra tanto falta de planejamento quanto uma incrível indiferença em relação ao povo norte-americano.” O texto lista ainda os cortes em órgãos que indiretamente participam da luta contra o câncer nos Estados Unidos. O editorial pede ainda ao governo norte-americano uma visão mais realista e humanitária da alocação dos recursos. O texto termina em tom pessimista: a revista acha que esses problemas só irão se resolver em 4 de novembro de 2008, quando haverá novas eleições presidenciais no país.

**Universidades britânicas** estão oferecendo grau de bacharel em homeopatia. E isso está causando a ira de parte da comunidade científica de lá, que afirma que homeopatia não é ciência e que dar esse título para um aluno que frequenta o curso pode “fazer com que os pacientes acreditem estar sendo tratados por um profissional treinado cientificamente”. Detalhes do debate estão em *Nature* de 22 de março último. A revista tentou arrancar uma justificativa oficial das universidades, mas as três (Westminster, Central Lancashire e Salford) não quiseram comentar o assunto. Em 2005, a prestigiosa revista *The Lancet* declarou o “fim da homeopatia”, com base em um artigo publicado no mesmo número. O editorial reafirmava que essa prática não funciona, apesar de admitir que, nos últimos 150 anos, “quanto mais diluída ficam as evidências a favor da homeopatia, maior parece ser a popularidade dela”. Dois artigos muito citados pelos defensores da homeopatia (*The Lancet*, v. 350, pp. 834-843, 1997 e *The Journal of Complementary and Alternative Medicine*, v. 11, pp. 793-798, 2005) foram, desde então, muito criticados em função da metodologia empregada. No Brasil, o Conselho Federal de Medicina reconheceu a homeopatia em 1980 como uma especialidade médica.

## QUANDO OS MAMÍFEROS SE TORNARAM 'REIS'?

Um asteróide, há cerca de 65 milhões de anos, caiu sobre a Terra e os efeitos desse choque levaram os dinossauros à extinção. A partir daí, os mamíferos, até então animais pequenos que viviam escondidos, passaram a ocupar os nichos vazios, rapidamente se diversificaram e se espalharam pelo planeta, tornando-se os novos senhores do 'pedaço'. Até agora, essa parecia ser a história correta. Mas um estudo recente concluiu que a extinção dos dinossauros teve pouco efeito sobre a evolução e a diversidade dos mamíferos.

Segundo a versão da equipe liderada por Olaf Bininda-Emonds, da Universidade Técnica de Munique (Alemanha), e Andy Purvis, do Imperial College (Inglaterra), os ancestrais de todos os tipos de mamíferos existentes hoje surgiram bem antes do período em que os dinossauros foram varridos da face da Terra (conhecido como fronteira K-T, entre o Cretáceo e o Terciário), e sua diversificação não começou logo após esse evento, mas 10 milhões a 15 milhões de anos depois.

Os pesquisadores da equipe multidisciplinar apoiaram-se no grande poder de computação atual para reunir – durante 10 anos – dados sobre registros fósseis, análises genéticas (certas mutações podem ser usadas como 'relógios' evolutivos) e outros, referentes às mais de 4 mil espécies de mamíferos conhecidas atualmente, e montar uma superárvore filogenética, um tipo de resumo da história evolutiva de um grande grupo de orga-

nismos. Essa superárvore aponta quando os diferentes tipos de mamíferos apareceram e quais foram as épocas de maior diversificação, cobrindo um período em torno de 160 milhões de anos.

O resultado indica que entre 100 milhões e 85 milhões de anos atrás ocorreu um pico de diversificação (quando teriam surgido os ancestrais de praticamente todos os grupos de mamíferos atuais) e que apenas entre 55 milhões e 50 milhões de anos atrás (10 milhões de anos após o fim da era dos dinossauros) outro pico aconteceu, marcado pela ampla diversificação no interior dos grupos. No intervalo entre esses dois momentos, porém, a taxa de biodiversidade dos mamíferos chegou a cair e permaneceu muito baixa, segundo um dos autores, Robin Beck, da Universidade de New South Wales (Austrália).

Os pesquisadores perceberam também que o pico de diversificação ocorrido entre 10 milhões e 15 milhões de anos após a queda do asteróide coincide com o surgimento de novos tipos de plantas (angiospermas) e com uma redução da temperatura do planeta, mas enfatizaram que esses eventos podem não estar relacionados entre si. As explicações para o fato de os mamíferos demorarem tanto tempo para se diversificar, depois que os dinossauros 'saíram do jogo', ainda são desconhecidas. A superárvore elaborada pelo grupo poderá ter aplicações importantes em outras áreas, como ecologia, fisiologia, conservação e paleontologia.

*Nature*, 20/03/07

O mamífero herbívoro *Procavia capensis*, por vezes denominado dassie, é o parente vivo mais próximo dos elefantes africanos e asiáticos. O ancestral comum deles viveu há cerca de 83 milhões de anos, antes de os dinossauros serem extintos



## SINTONIA FINA

Em fevereiro, o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (mais conhecido pela sigla IPCC) foi incisivo: há 90% de chance de que o homem seja o culpado pelo aquecimento global nas últimas cinco décadas. Agora, em 6 de abril último, o segundo relatório (1.572 páginas) sobre os efeitos do aquecimento traça um cenário não muito otimista para o futuro do planeta, caso sejam mantidas as atuais emissões dos gases do efeito estufa (o dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, é o principal deles): aumento de secas na parte sul da Europa e na África subsaariana, bem como no sudoeste norte-americano e no México, e inundações em ilhas e deltas da Ásia. Resumo do resumo: quem pagará a conta serão os mais pobres entre os pobres do mundo, pois os piores efeitos irão acontecer nessas regiões. Destaques do relatório e dos debates: a) Os Estados Unidos, que sempre defenderam a imprecisão dos dados do IPCC, foram elogiados por terem tido, desta vez, um "comportamento construtivo"; b) a China foi criticada por tentar amenizar as conclusões do documento; c) o aquecimento terá efeitos benéficos sobre a agricultura de climas temperados, causará menos mortes por frio e trará mais chuvas e períodos mais longos de plantação nas altas latitudes. O sumário executivo (21 páginas, em inglês) está em [www.ipcc.ch/SPM13apro7.pdf](http://www.ipcc.ch/SPM13apro7.pdf)

### 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)

FOTO RICHARD GREENER

# A QUÍMICA DO C

*Antes de colidirem com a superfície terrestre, os meteoritos perambularam por vastas regiões do espaço, carregando consigo inumeráveis segredos sobre a formação do sistema solar. Muitas dessas rochas primitivas, com idades que chegam a bilhões de anos, retêm em sua estrutura a 'memória' química de tempos em que o Sol, os planetas e todos os outros corpos celestes ainda se formavam a partir de um aglomerado de gás e poeira. Extrair desses mensageiros do cosmo a informação para entender a evolução da galáxia é o papel da chamada cosmoquímica, uma área multidisciplinar que interage com a astrofísica, física, astrobiologia e geologia, para desvendar os principais momentos de uma história que começou muitas vezes a ser delineada nos primórdios do universo, quando as estrelas começavam a nascer.*

**María Eugenia Varela**  
Complejo Astronómico El Leoncito  
(San Juan, Argentina)

Parte (com 4 cm)  
da superfície  
polida do  
palasito Esquel

OSMO

# Segredo revelado pelos meteoritos



MUSEU DE VIENNA

**O que é a cosmoquímica?** O que podemos aprender com o estudo dos meteoritos, essas rochas espaciais primitivas, tão antigas quanto o próprio sistema solar? Respondendo à primeira pergunta, apresentamos aqui o que talvez seja a mais bela definição de cosmoquímica, dada pelo pesquisador norte-americano Donald Clayton, ainda em 1982: “É a ciência que mede as propriedades da evolução química da galáxia, mediante o estudo de meteoritos nos laboratórios terrestres.”

Para compreender essa definição, devemos considerar os meteoritos como o produto final de diversos objetos que, por sua vez, foram capazes de guardar em suas ‘memórias’ diferentes momentos da história que levou à formação do sistema solar. Porém, o importante – pois isso é a base da cosmoquímica – é que a transformação química pela qual passou o sistema solar não apaga a ‘memória’ das condições químicas iniciais. Em outras palavras, nos meteoritos e demais objetos extraterrestres, permanecem características relativas ao ambiente em que eles se formaram. Basta a nós encontrá-las.

Antes de prosseguirmos, vale uma observação em relação à terminologia empregada na cosmoquímica: meteoróides é a denominação para os objetos sólidos que vagam pelo espaço. Quando eles penetram a atmosfera terrestre, são denominados meteoros. Aqueles que chegam ao solo – muitos são completamente ‘queimados’ na queda – passam a ser chamados meteoritos. ▶

Figura 1. Abundância dos elementos químicos nos condritos carbonáceos (CI) e na fotosfera solar. As abundâncias são idênticas nesses dois meios

## Grande segredo

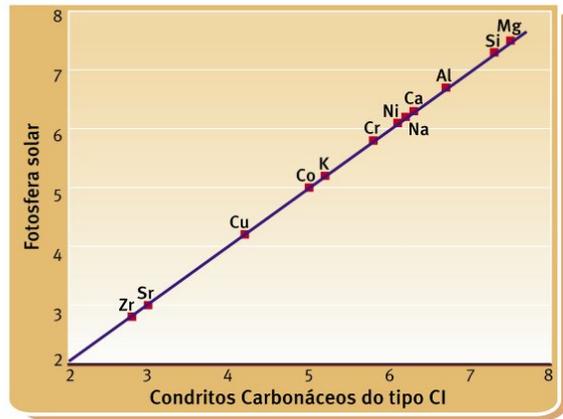
Como se determina a abundância dos elementos químicos no Sol? Essa estrela representa 99,9% da matéria do sistema solar. Portanto, uma boa análise da composição global do Sol é tudo o que precisamos para determinar uma média das abundâncias dos elementos químicos do sistema solar. Os dados da fotosfera solar (camada da estrela onde tem origem a radiação visível) são os que fornecem a informação mais confiável. Mas, para muitos elementos químicos, essas análises são muito difíceis; para outros, quase impossíveis.

Nesse aspecto, os meteoritos têm um grande segredo a revelar. Entre todos os materiais conhecidos, há uma classe especial de meteorito, os chamados condritos, que apresenta uma composição quase idêntica à da fotosfera solar (figura 1) – condritos (CI) estão entre os meteoritos mais primitivos. Portanto, o estudo desses meteoritos permite determinar a composição química do Sol com base na análise de rochas em laboratórios terrestres.

Os meteoritos não contêm apenas as evidências mais precisas das abundâncias relativas dos elementos químicos não voláteis. Eles também são um registro único do chamado fracionamento químico – conceito que discutiremos mais adiante – durante a formação dos corpos sólidos ao longo da evolução do sistema solar.

## De onde vêm os elementos?

Mas onde e como se produzem os elementos químicos? Em 1956, o químico austríaco Hans Suess (1909-1993) e o norte-americano Harold Urey (1893-1981) estimaram a abundância de núclídeos (toda espécie nuclear caracterizada por um número de prótons e nêutrons) no sistema solar primordial e perceberam a necessidade de se invocar vários processos nucleares para entender a produção dos elementos químicos. Um ano depois, em um artigo muito importante, os britânicos Margaret Burbidge, Geoffrey Burbidge e Fred Hoyle (1915-2001), bem como o norte-americano William Fowler (1911-1995), deram uma explicação para as diferentes abundâncias dos elementos. Essa teoria (que ficou conhecida como 'B2FH', letras iniciais dos sobrenomes dos autores) indica que são os diversos tipos de estrelas, em diferentes momentos da evolução delas, que fabricam a maioria dos elementos químicos, a partir do hidrogênio, por meio de reações nucleares.



CEDIDO PELA AUTORA

Nos primeiros momentos depois do *Big Bang* (a 'explosão' que deu início ao universo), foram gerados os elementos químicos mais leves, como o hidrogênio, o hélio e o lítio 7 (este último tendo o núcleo formado por três prótons e quatro nêutrons). Os demais, mais pesados, foram produzidos progressivamente no interior das estrelas.

De forma muito resumida, o processo de formação dos elementos químicos é o seguinte: a estrela consome o combustível nuclear para repor a energia que perde por radiação. Uma vez que o combustível nuclear se acaba, a estrela passa a se contrair. Essa contínua contração dá lugar a uma nova fase de ignição do núcleo estelar. Esse processo se repete, porém em uma escala de tempo menor que a da etapa anterior. E, a cada um desses ciclos de ignição, as temperaturas aumentam. Dessa forma, as estrelas produzem os elementos químicos.

O combustível principal das estrelas é o hidrogênio. As primeiras reações levam à fusão do hidrogênio (H) em hélio (He) e deste em carbono (C). As estrelas de pequena massa não vão além dessa fase de evolução. Nas de massa intermediária, cria-se o oxigênio (O), o neônio (Ne), bem como um conjunto de elementos intermediários. Nas de maior massa (por exemplo, aquelas que têm, pelo menos, nove vezes a massa solar), produzem-se os elementos até o ferro (Fe).

Os elementos mais pesados que o ferro são produzidos por dois processos diferentes, denominados 'r' (do inglês, *rapid*, ou seja, rápido), que ocorre nas supernovas (estrelas que explodem ao final da vida), e 's' (*slow*, lento em inglês), que acontece em estrelas do tipo gigantes vermelhas (figura 2).

Além das supernovas, as gigantes vermelhas, ao atingirem o final do ciclo nuclear, lançam gás e poeira para o meio interestelar. Essa matéria ejetada se condensa em grãos sólidos, que guardam em suas 'memórias' as diferentes etapas pelas quais passou a estrela-fonte. A partir desse conjunto de gás e poeira, irão se formar novas estrelas, como foi o caso do Sol, que tem origem em uma massa de gás

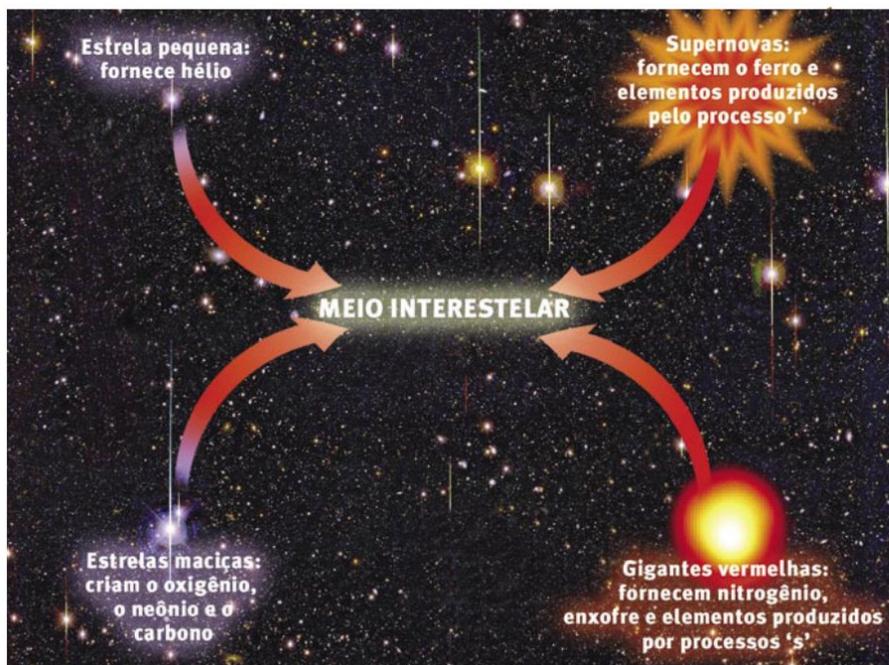
e poeira denominada nebulosa solar. Esta, por sua vez, recebeu contribuição de matéria de um grande número de estrelas que existiram antes do Sol, cuja idade é estimada em cerca de 4,5 bilhões de anos.

## Massas fracionadas

Passemos, agora, a uma breve introdução sobre o átomo, cuja massa está concentrada no núcleo, que, por sua vez, é formado por prótons (que têm carga elétrica positiva) e nêutrons (sem carga elétrica). Ao redor do núcleo, há uma nuvem de elétrons (carga elétrica negativa), que são as partículas responsáveis pelas propriedades químicas dos elementos. Cada elemento químico tem um número de prótons (que é igual ao de elétrons, caso o átomo esteja em seu estado neutro) que o faz ocupar uma posição específica na tabela periódica. Quando alteramos o número de prótons, passamos a outros elementos nessa tabela.

Mas o que acontece se mudarmos o número de nêutrons de um elemento? Nesse caso, obtemos os isótopos dele. Em outras palavras, temos o mesmo elemento químico (porque o número de prótons não variou), mas com uma massa atômica diferente, porque o número de nêutrons se alterou. Por exemplo, o deutério (um próton e um nêutron no núcleo) e o trítio (um próton e dois nêutrons) são isótopos do hidrogênio, cujo núcleo é formado por um só próton.

O estudo das pequenas variações das massas dos isótopos (o chamado fracionamento de massas) é outra ferramenta empregada pela cosmoquímica para extrair de um meteorito sua 'memória' química.



Tomemos como exemplo o oxigênio, já que ele é o principal elemento que forma rochas e água.

O oxigênio tem três isótopos estáveis:  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$  e  $^{18}\text{O}$  (o número acima do símbolo do elemento se refere à massa atômica, ou seja, à soma dos prótons e nêutrons nesses núcleos). Eles estão presentes na água do oceano, respectivamente, na relação 99,76; 0,037; 0,204. Mas processos como a evaporação, a condensação, entre outros, podem alterar essa proporção. Ou seja, levam a um fracionamento de suas massas.

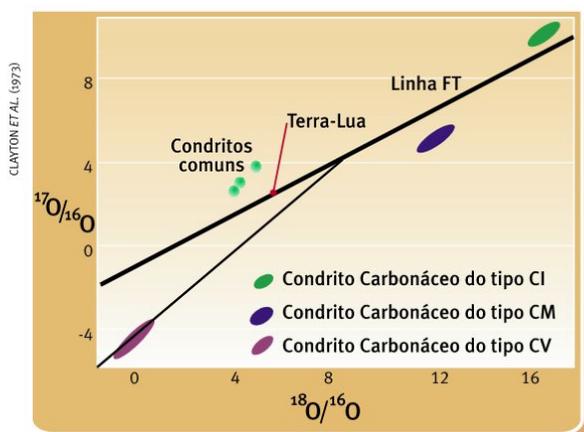
Um exemplo de um processo de fracionamento de massa ocorre na evaporação dos líquidos, como a água. Se levarmos a água à ebulição, as moléculas mais pesadas ficam no líquido, enquanto as mais leves passam ao vapor. O líquido residual estará, portanto, enriquecido pelos isótopos mais pesados ( $^{17}\text{O}$  e  $^{18}\text{O}$ ); e o vapor, pelo mais leve ( $^{16}\text{O}$ ).

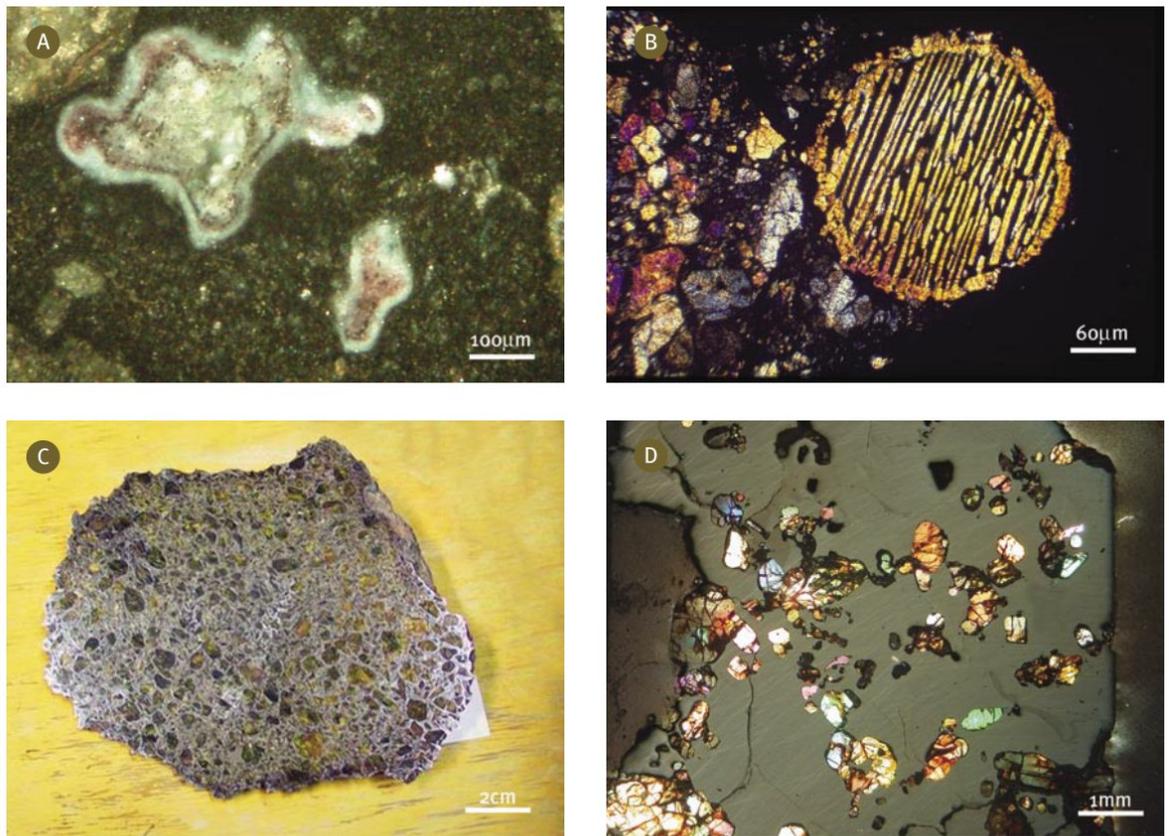
Figura 2. Contribuição dos vários tipos de estrelas para a síntese dos elementos químicos encontrados no meio interestelar

## Mensagem da nebulosa

Na superfície da Terra, a relação dos isótopos de oxigênio, em praticamente todos os materiais que contêm esse elemento (rochas, águas etc.), se ajusta a uma reta denominada fracionamento terrestre, mais conhecida pela sigla 'FT'. Se levarmos em conta que todos os objetos rochosos (incluindo meteoritos e até os planetas) se formaram do material da nebulosa solar, é de se esperar que qualquer objeto rochoso (rochas terrestres e meteoritos) se ajuste a essa reta de fracionamento do oxigênio (figura 3). Essa era a linha dominante de pensamento na década de 1960, quando se acreditava que a nebulosa solar era homogênea em qualquer direção em que fosse observa-

Figura 3. Distribuição dos três isótopos do oxigênio nos meteoritos condriticos e a comparação desta com a linha de fracionamento terrestre (FT), baseada em dados de Clayton, de 1973





FOTOS CEDIADAS PELA AUTORA

Figura 4. Os diferentes tipos de meteoritos, bem como os objetos incrustados neles, nos dão informação sobre a formação e a evolução da nebulosa solar. Em A, imagem feita por microscópio óptico de duas inclusões ricas em cálcio (Ca) e alumínio (Al) do meteorito Allende. As inclusões representam um dos primeiros objetos a se formar nessa nebulosa. Em B, imagem obtida por microscópio óptico de uma côndrula, em forma de barra, do condrito Mezó-Madaras (L3.7). Sua presença levanta a questão sobre a presença de líquidos nos instantes iniciais da formação do sistema solar. Em C, o meteorito Eagle Station, do tipo palasito, pertencente à coleção do Museu de História Natural, em Viena, consiste em cristais de olivina incrustados em metal, o que levanta a questão sobre como permaneceriam juntos materiais de densidades tão diferentes. Em D, microfotografia do meteorito de ferro Udei Station (IAB), encontrado em 1927, no rio Benue (Nigéria). Na imagem, observam-se cristais perfeitos de silicatos (no caso, objetos coloridos brilhantes) incrustados no metal

homogênea), pois seu material estava completamente quente, vaporizado e bem misturado.

Porém, em 1973, veio a surpresa. Naquele ano, uma evidência clara e indiscutível foi encontrada por Clayton e colegas. A composição dos isótopos do oxigênio nos minerais presentes no meteorito Allende (um condrito carbonáceo do tipo CV) mostrou uma relação que não se ajustava à linha FT. Foi uma prova irrefutável da presença de diferentes reservatórios de oxigênio na nebulosa solar.

Novamente, os meteoritos nos revelaram outros de seus segredos bem guardados: a nebulosa solar não estava bem misturada. Isso significa que cada tipo de meteorito se formou em um reservatório diferente. Mais importante: esses objetos celestes são capazes de guardar, em suas ‘memórias’ químicas, todas as características do ambiente em que se formaram.

Os diversos objetos incluídos nos meteoritos (figura 4) – como as esferas perfeitas chamadas

côndrulos ou as inclusões refratárias, bem como os distintos tipos de meteoritos (os de ferro, os mistos e os micrometeoritos, sendo estes últimos a matéria extraterrestre mais abundante que recebemos), todos eles nos fornecem mensagens sobre como se formou e evoluiu a nebulosa solar.

Mas essa é uma história que fica para outra ocasião.

## Grãos pré-solares

Outro grande segredo estava guardado nos meteoritos. Até pouco tempo atrás, toda a informação sobre a poeira interestelar era obtida por observações astronômicas. Hoje, sabemos que as diferentes estrelas produzem vários elementos químicos com diversas relações entre os isótopos, e que o sistema solar é

uma mistura de material proveniente de várias fontes estelares. Porém, na década de 1960, acreditava-se que o material da nebulosa solar havia perdido a 'memória' de processos anteriores a ela.

Nas últimas décadas, porém, se identificou uma nova fonte de informação sobre a poeira interestelar: os grãos pré-solares. Esses grãos estavam bem protegidos e resguardados em alguns meteoritos e foram encontrados, depois de 20 anos de pesquisa, com base em uma pequena pista: o conteúdo anômalo deles em relação a determinados gases.

Gerou-se um grande entusiasmo ao se saber que havia pequenos objetos incrustados nos meteoritos que podiam guardar informação sobre o material a partir do qual o sistema solar se formou. Mas os grãos pré-solares resultaram ser uma surpresa ainda maior: eles não só preservam as anomalias isotópicas, como também eles mesmos são uma amostra de estrelas mais antigas que o Sol. Portanto, os meteoritos primitivos, formados há cerca de 4,5 bilhões de anos, guardam 'pedacinhos' de estrelas que viveram e morreram antes do Sol (figura 5).

## Pedacinhos de estrelas

Mas como saber que essa matéria é pré-solar? Como o material que forma os meteoritos foi processado na 'infância' do sistema solar, ele nos dará informação sobre os processos ocorridos a partir desse momento inicial (há cerca de 4,5 bilhões de anos). Porém, os grãos pré-solares apresentam características únicas que não podem ser explicadas por processos solares.

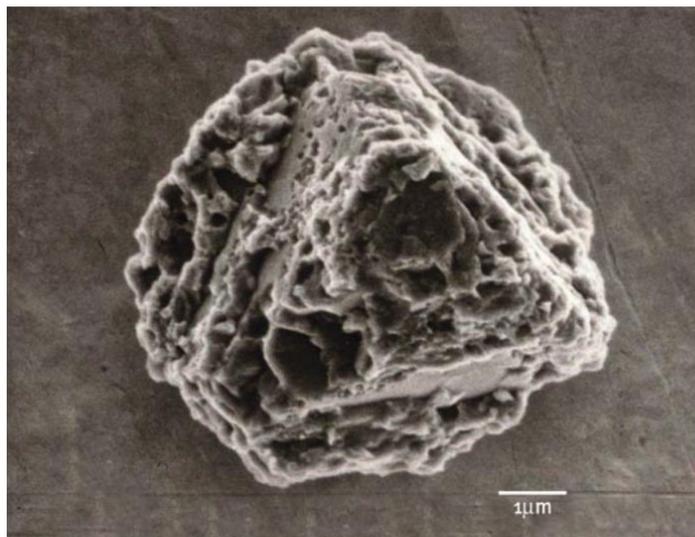


Figura 5. Microfotografia obtida por microscópio eletrônico de um grão pré-solar de carbureto de silício (SiC) isolado do meteorito Murchison (CM), um condrito carbonáceo

## PARA ENTENDER A FORMAÇÃO DOS METEORITOS

A autora se dedica ao estudo da petrologia e da química de meteoritos condriticos e acondriticos (ou seja, sem a presença de côndrulos) para entender a formação desses objetos celestes. Seu interesse, cujo foco são os vidros presentes em todos os meteoritos, lhe permite elaborar um novo modelo de formação para o material extraterrestre. Para isso, aplica técnicas modernas como microscopia eletrônica de varredura, microsonda eletrônica, microsonda iônica, microsonda nuclear, bem como a espectroscopia Mössbauer.

Essas pesquisas se dão em associação com grupos da França, Alemanha, Áustria e dos Estados Unidos. Com o Brasil, a autora mantém estreita colaboração com o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), em Campinas (SP), e especialmente com o grupo da pesquisadora Rosa Scorzelli, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), no Rio de Janeiro (RJ), com os quais se estabeleceu um acordo internacional destinado a promover e impulsionar o estudo de materiais extraterrestres em países do Mercosul.

A formação dos grãos pré-solares ocorre quando as temperaturas tanto nas camadas superiores das estrelas gigantes vermelhas quanto na matéria ejetada pelas supernovas são suficientemente baixas, a ponto de permitir a condensação de minerais. A composição isotópica de qualquer grão pré-solar reflete a da atmosfera estelar em que o grão se condensou. Portanto, esses diminutos objetos guardam a informação dos processos ocorridos em suas estrelas-fonte e, além disso, eles vêm sobrevivendo, sem se alterar quimicamente, sendo protegidos, na estrutura dos meteoritos, dos processos que ocorreram antes e depois da formação do sistema solar.

Esse descobrimento abriu um caminho muito frutífero que relaciona a ciência de meteoritos com a astrofísica e a física. A explicação para a abundância dos elementos no sistema solar requer não só considerar que houve contribuição de grãos de cada estrela da galáxia, mas também aceitar que as próprias estrelas que existiram antes do Sol incorporaram, ao longo da evolução química da galáxia, material ejetado por gerações anteriores a elas.

A cosmoquímica está em constante evolução, e seus modelos se adaptam aos novos dados que os meteoritos, como testemunhas privilegiadas dos primeiros instantes da formação do sistema solar, nos vão aos poucos entregando. ■

### SUGESTÕES PARA LEITURA

- CLAYTON, R., GROSSMAN, L., TOSHIKO, M. 'A Component of Primitive Nuclear Composition in Carbonaceous Meteorites'. In: *Science*, v. 182, pp. 485-488 (1973).
- BURBIDGE, M., BURBIDGE, G., FOWLER, W. e HOYLE, F. 'Synthesis of the elements in Stars', *Review of Modern Physics*, v. 29, pp. 547-650 (1957).
- MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE. *Les Météorites* (Bordas, Paris, 1996).
- SCORZELLI, R. 'Mensageiros do espaço'. In: *CBPF - Na vanguarda da pesquisa*, pp. 25-28, 2002. Disponível (em formato PDF) em <http://portal.cbpf.br/protected/Pages/divulgacao/pdfs/Meteoritica.pdf>.

*Os glicocorticóides, hormônios liberados pelo organismo em situações estressantes, são amplamente conhecidos e mundialmente utilizados como potentes drogas antiinflamatórias. Porém, além dos efeitos desses hormônios no combate à inflamação, estudos científicos têm sugerido que eles podem, em certas circunstâncias, ter efeito contrário e favorecer a inflamação. Este artigo discute a relação entre a exposição ao estresse repetido e imprevisível (no qual o indivíduo não pode prever quando ocorrerá e como será o estímulo estressante e por isso se mantém sempre 'em guarda') e a alteração da resposta a inflamações que ocorre principalmente no cérebro. Tal relação foi confirmada em animais submetidos a estresse repetido e imprevisível e que receberam um estímulo inflamatório. No cérebro desses animais, constatou-se a ação pró-inflamatória dos glicocorticóides. Esse assunto é de grande interesse, até mesmo clínico, uma vez que terapias que envolvem o uso crônico desses hormônios são largamente prescritas, e os efeitos delas na inflamação cerebral são pouco conhecidos. Além disso, a compreensão dos processos danosos ao sistema nervoso central provocados por esses hormônios pode ajudar a desenvolver alternativas terapêuticas que permitirão otimizar seu uso no tratamento de várias doenças, sem prejuízos para os pacientes.*

**Carolina Demarchi Munhoz (pós-doutoranda)**  
e **Cristoforo Scavone**

Departamento de Farmacologia,  
Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo

# Contro



# le do estresse

## ARMA NO COMBATE À INFLAMAÇÃO

**O estresse, hoje disseminado entre a população humana**, em função do ritmo e das dificuldades da vida moderna, foi originalmente definido como uma resposta não-específica do corpo a qualquer demanda ou exigência que lhe é feita. Essa definição, de 1936, é do endocrinologista austríaco Hans Selye (1907-1982), que introduziu o estudo do estresse como tópico científico. O conceito de estresse está intimamente associado ao de homeostasia. Fisiologicamente, homeostasia é o estado de equilíbrio que o organismo deve manter para funcionar de modo adequado. A temperatura corpórea, a taxa de batimentos cardíacos, o balanço entre ácidos e bases e os níveis de glicose no sangue, por exemplo, devem ser mantidos constantes, sem grandes alterações. Se esses parâmetros variarem em demasia, ou seja, se saírem de sua homeostasia, as consequências podem ser muito graves – às vezes, fatais.

Portanto, o estresse pode ser definido, de maneira mais precisa, como qualquer mudança fisiológica ou psicológica que altera a homeostasia do organismo. Qualquer estímulo que tire o organismo desse equilíbrio é um agente estressor. Com o crescente interesse científico sobre as respostas orgânicas em situações de estresse, novos termos foram introduzidos para facilitar o entendimento das relações entre os estressores (externos e internos), as respostas fisiológicas a esses desafios e as doenças a eles associadas. ▶

BORIS LYUBNER/GETTY IMAGES

Um desses termos é ‘alostasia’, que se refere ao processo de restabelecimento do equilíbrio orgânico diante de um desafio. Assim, alostasia significa a capacidade de se alcançar estabilidade através de mudanças, o que está relacionado às noções de que diferentes circunstâncias exigem diferentes parâmetros homeostáticos e de que a manutenção de tais parâmetros, sejam quais forem, implica alterações regulatórias amplas no organismo, e não apenas alguns ajustes locais. Esse processo, portanto, é o que nos torna capazes de responder a estímulos estressantes e a nos ajustar a eles, evitando que causem maiores danos. Através da alostasia, por exemplo, somos capazes de lidar com situações de perigo, temperaturas extremas e infecções sem colocar nosso organismo em risco de falência.

Nesse ativo processo de ajustamento, o organismo investe energia para, a cada momento de estresse, se adaptar aos desafios físicos e/ou psicológicos. O custo dessa adaptação, que os neurocientistas norte-americanos Bruce McEwen e Elliot Stellar (1919-1993), então na Universidade Yale (Estados Unidos), chamaram de ‘carga alostática’ em 1993, é o desgaste gerado no organismo forçado a, repetidamente, usar mecanismos alostáticos em resposta a estressores, ou seja, a ‘ligar e desligar’ sucessivamente as reações adaptativas ao estresse. Como resultado, pode haver uso exagerado da alostasia ou ineficiência das respostas alostáticas, o que traz a possibilidade de ocorrência de danos à saúde ou à integridade do organismo (figura 1).

## A RESPOSTA AO ESTRESSE

A resposta gerada no organismo por situações de estresse é ampla e complexa, envolvendo principalmente a secreção, pelas glândulas adrenais (supra-renais) de dois hormônios, o glicocorticóide e a adrenalina. O glicocorticóide humano é denominado cortisol ou hidrocortisona. A resposta ao estresse nada mais é que um conjunto de mudanças hormonais associadas a situações de desconforto ou perigo, provocadas por diferentes agentes. Um exemplo está na ameaça física aguda que um mamífero típico experimenta ao fugir de um predador.

Em 1914, o neurologista norte-americano Walter Cannon (1871-1945), o primeiro a reconhecer a função, na resposta ao estresse, do sistema nervoso simpático (parte do sistema nervoso que regula a atividade de vários órgãos, como o coração e os vasos sanguíneos periféricos), descreveu a reação de luta ou fuga. Essa reação caracteriza-se por um conjunto de respostas fisiológicas, desencadeadas principalmente por altos níveis de adrenalina, noradrenalina e glicocorticóides, que preparam o organismo para reagir a qualquer agente estressor e garantir sua sobrevivência.

Várias evidências sugerem que existe ligação entre o estresse (principalmente psicológico) e a ocorrência de muitas doenças, em particular as que constituem as principais causas de mortalidade na população humana e concentram os gastos com saúde pública, entre elas as doenças cardiovasculares e imunológicas e alguns tipos de câncer. As respostas ao estresse servem para assegurar a sobrevivência,

ADAPTAÇÃO DE MC EWEN, 1998

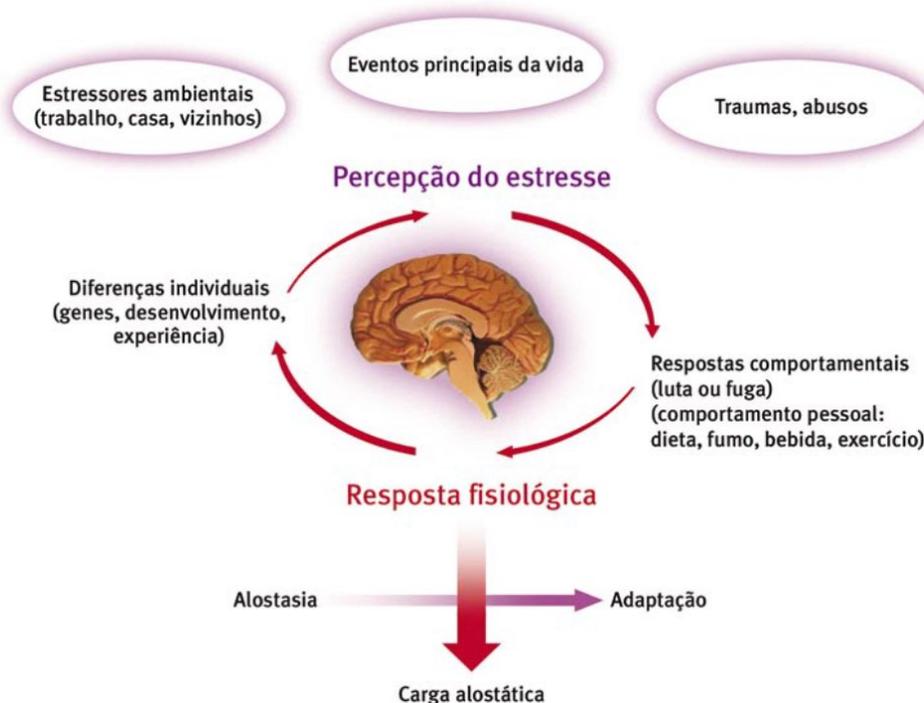
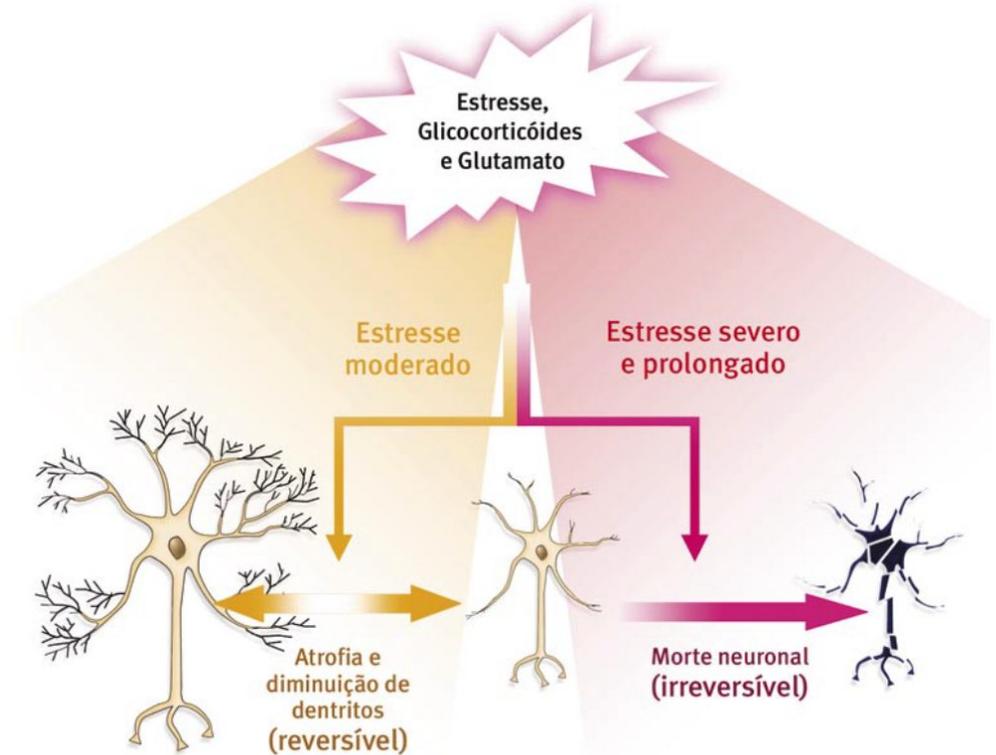


Figura 1. Representação esquemática da relação entre a percepção do estresse pelo sistema nervoso central e a carga alostática. O cérebro interpreta as experiências, determina o que representa uma ameaça (estresse) e controla os comportamentos que podem ser prejudiciais ou benéficos ao organismo. O cérebro também regula a resposta fisiológica que atua no sistema nervoso autônomo, nas glândulas endócrinas e no sistema imune. O descontrole dessa resposta adaptativa gera a carga alostática, associada ao desenvolvimento de doenças e ao envelhecimento

Figura 2. Correlação entre o estresse e o desenvolvimento de neurônios no sistema nervoso central. O estresse moderado pode causar alterações morfológicas reversíveis nos neurônios, enquanto o estresse severo e prolongado pode levar à morte dessas células



mas quando o organismo perde a capacidade de 'desligá-las' elas se tornam uma ameaça. Assim, podemos destacar que tanto a intensidade do estímulo quanto a duração do efeito são fatores importantes nos efeitos fisiológicos associados ao estresse.

Existem pelo menos dois tipos de estresse bem definidos: 1) o estresse físico, ou seja, aquele que causa risco real de morte, como hemorragia, dor, sede e fome; e 2) o estresse psicológico, que exige o processamento cognitivo da informação e não põe, de fato, nossa vida em risco. O exemplo mais claro desse segundo tipo é o estresse por antecipação. Andar por uma rua escura, imaginando que há risco de sofrer um assalto, por exemplo, já é suficiente para desencadear em nosso organismo uma resposta semelhante àquela que a zebra experimenta ao ver um leão nas proximidades, antes mesmo de ser perseguida – no exemplo humano, antes do surgimento do assaltante. Nesse caso, embora exista uma avaliação precisa do perigo, a interpretação pelo nosso organismo pode ser errada, criando um estresse psicológico forte, capaz de chegar à neurose, à ansiedade e à paranóia.

O impacto que a exposição – aguda ou crônica – ao estresse causa na função cerebral tem sido muito pesquisado nos últimos tempos, principalmente depois que se comprovou a associação entre estresse e doenças neuropsiquiátricas, neurológicas e até neurodegenerativas. Uma das primeiras evidências dessa relação veio do laboratório do neurocientista Robert Sapolsky, na Universidade Stanford, nos Estados Unidos. Os estudos de sua equipe revelaram que o estresse crônico reduz, em animais, a formação de neurônios e causa alterações morfológicas nestes, e induz, em humanos, alterações – tanto clínicas quanto anatômicas – características de danos neurotóxicos.

Nesse contexto, ficou comprovado que o neurotransmissor glutamato, bem como níveis acima dos normais de espécies reativas de oxigênio e radicais livres, têm uma participação muito importante nos danos induzidos pelo estresse no sistema nervoso

central. Uma consequência disso tudo pode ser a redução do volume de várias estruturas do cérebro, observada em pacientes com depressão ou com outras doenças associadas ao estresse (figura 2).

## CÉREBRO E RESPOSTA IMUNE

A inflamação é o resultado do recrutamento, para o local da infecção ou lesão, de células e componentes humorais do sistema de defesa do organismo (o sistema imunológico) que participam da reação (resposta imune) contra o desequilíbrio detectado.

No caso de uma infecção, microrganismos, reconhecidos como seres estranhos ao hospedeiro, reagem com os componentes humorais e as células imunológicas e induzem a produção, por essas células, de diversas substâncias, inclusive citocinas e quemocinas, proteínas com atuação importante na resposta à inflamação. Essas proteínas (e outras substâncias) promovem uma série de eventos, entre eles a multiplicação de leucócitos (glóbulos brancos) e sua migração para o local inflamado, o aumento da permeabilidade dos capilares nesse local e a liberação de fluidos que ajudam o organismo a se defender. Esse conjunto de reações resulta, no caso de uma infecção, na destruição dos microrganismos invasores pelas células do sistema de defesa. ▶

A sinalização da resposta à inflamação no sistema nervoso central parece seguir mecanismos diferentes dos que modulam o mesmo processo nos demais tecidos, em parte porque o cérebro é 'protegido' pela barreira hematoencefálica, que impede a entrada de alguns mediadores e certas células imunológicas provenientes do sangue. Por isso, e por sua inabilidade em montar uma resposta imune e processar antígenos, o cérebro era considerado um órgão 'imunoprivilegiado'. No entanto, diversos estudos geraram evidências de que, mesmo no sistema nervoso central, a resposta imunológica inata desencadeada pela inflamação é bem elaborada, assemelhando-se de várias maneiras à que ocorre nos demais tecidos. Na literatura científica, porém, ainda é bastante controversa a função da resposta inflamatória no cérebro. Não se sabe bem se essa resposta, no sistema nervoso central, protege ou danifica ainda mais os tecidos durante a inflamação.

As substâncias liberadas tanto pelos neurônios quanto por células gliais (células que exercem funções auxiliares no cérebro), durante a resposta imune ao estresse, são capazes de ativar o NF- $\kappa$ B, molécula protéica que atua como um importante fator de transcrição de genes envolvidos nessa resposta e em outros processos celulares. Isso significa que essa molécula, ao ser ativada, liga-se, no DNA celular, a uma seqüência específica de bases (unidades do material genético) presente nesses genes, controlando

sua expressão. O NF- $\kappa$ B destaca-se, entre os fatores de transcrição, por ser ativado por um grande número de estímulos e por sua vasta gama de ações: no cérebro, segundo as pesquisas, está envolvido na plasticidade e no desenvolvimento celulares e nos processos inflamatórios e neurodegenerativos, com funções essenciais e específicas em neurônios e células gliais.

No tratamento da inflamação são empregados hoje diferentes medicamentos, e entre eles estão os glicocorticóides. Tais compostos, conhecidos como os hormônios de resposta ao estresse, têm uma potente ação antiinflamatória, sendo utilizados no combate de processos inflamatórios crônicos (asma, artrite reumatóide e outros), no controle de edema cerebral induzido por tumor e como agentes imunossuppressores (para evitar a rejeição de órgãos transplantados). Um dos mecanismos pelos quais os glicocorticóides exercem essa ação antiinflamatória é sua capacidade de interagir com o fator de transcrição NF- $\kappa$ B e regular a ativação desse fator de transcrição e dos genes que ele modula.

## RESPOSTA IMUNE E ESTRESSE

Uma das primeiras evidências da influência do estresse no sistema imune foi a simples demonstração de que uma rosa artificial pode disparar uma resposta alérgica em pacientes que sofrem de alergia induzida pelo odor de rosas naturais. Exemplo mais recente vem de estudos realizados na Califórnia, nos Estados Unidos: demonstrou-se que atores profissionais que passam o dia interpretando cenas com forte carga emocional negativa apresentam, após o trabalho, um sistema imune menos eficiente. Essas evidências convenceram os cientistas de que o estresse pode também produzir alterações importantes nas nossas defesas orgânicas.

Estudo do final de 2002, envolvendo pais de crianças em tratamento contra o câncer, sugere que

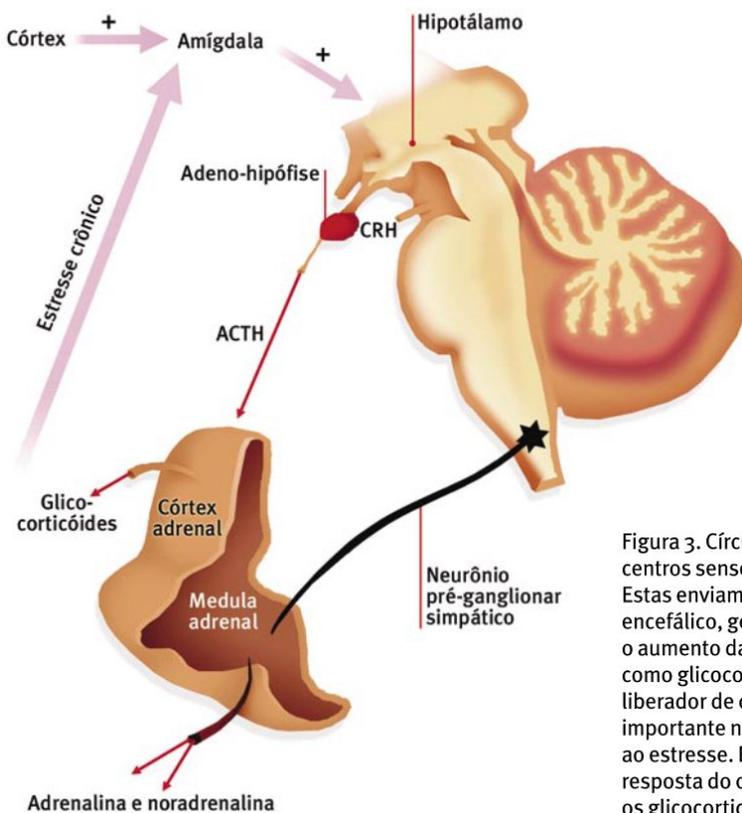


Figura 3. Círculo vicioso do estresse: uma ameaça real ou imaginária ativa centros sensoriais e áreas sofisticadas de raciocínio, no córtex cerebral. Estas enviam uma mensagem para a amígdala, que então estimula o tronco encefálico, gerando no organismo uma resposta ampla e complexa, que envolve o aumento da liberação, pela medula adrenal (supra-renal) de hormônios, como glicocorticóides, adrenalina e noradrenalina. Outros hormônios, como o liberador de corticotrofina (CRH) e o adenocorticotrófico (ACTH), têm participação importante na síntese e liberação de glicocorticóides, e portanto na resposta ao estresse. Esse circuito pode ser realimentado (às vezes amplificando a resposta do organismo) em situações como a de estresse crônico. Nesse caso, os glicocorticóides mantêm a amígdala ativada, gerando um círculo vicioso

o estresse crônico pode dificultar a resposta natural do organismo contra a inflamação. A equipe do psicólogo Gregory E. Miller, então na Universidade Washington (no estado de Missouri, nos Estados Unidos), estudou os efeitos do cortisol, o glicocorticoide humano, sobre a atuação dos leucócitos em uma região de infecção ou lesão. Os pesquisadores constataram que os leucócitos dos pais sob estresse mostravam, quando expostos ao cortisol, uma capacidade reduzida de interromper um processo inflamatório, em comparação com os de pais com filhos saudáveis. O estresse crônico, portanto, age em silêncio: não produz sinais visíveis no dia-a-dia, mas estes são detectáveis na presença de um desafio.

Foi com base nesse modelo que nosso laboratório procurou estudar a influência do estresse crônico imprevisível na resposta inflamatória, enfocando a atuação do NF- $\kappa$ B. Os ratos empregados no estudo foram submetidos a estresse crônico imprevisível, que variava a cada dia segundo um esquema definido – nadar sem descanso por 15 minutos; ficar uma hora e meia em ambiente alguns graus mais frio que o habitual; permanecer imóveis por uma hora ou ficar meio dia sem acesso a comida e água; passar a noite com as luzes acesas ou passar o dia no escuro (inversão total de hábitos, já que os ratos são animais noturnos, que procuram comida à noite, na ausência da luz, e descansam durante o dia). Esses animais receberam, por injeção endovenosa, um lipopolissacarídeo (LPS) extraído da bactéria *Escherichia coli*. Esse tipo de molécula, principal componente da membrana de diversas bactérias, foi usado como estímulo inflamatório em dois grupos de ratos, um submetido ao estresse crônico e o outro não.

A comparação do processo inflamatório no cérebro dos animais dos dois grupos mostrou que o estresse crônico potencializa a expressão de genes pró-inflamatórios em duas regiões do cérebro, o córtex pré-frontal e o hipocampo, mas não altera os efeitos desse estímulo inflamatório em outra região do sistema nervoso central, o hipotálamo, ou mesmo em órgãos periféricos (o coração, por exemplo). A expressão desses genes é promovida pelo fator de transcrição NF- $\kappa$ B, ativado pela molécula de lipopolissacarídeo injetada.

Esses resultados foram bastante interessantes porque o córtex frontal é uma área do cérebro relacionada às associações abstratas, enquanto o hipocampo está associado à memória. Essas áreas integram um circuito mais amplo, do qual também faz parte a amígdala, uma estrutura cerebral de grande importância na percepção e na resposta a estímulos que evocam medo, e que criam, como define Robert Sapolsky, o círculo vicioso do estresse (figura 3). Em uma situação de estresse imprevisível, em que o organismo não se adapta às respostas ao estresse e

responde de maneira máxima a cada estímulo estressante, seria de se esperar que o glicocorticoide estivesse atuando nas áreas que formam esse circuito, o que permite imaginar que esse hormônio estaria ligado à ativação do NF- $\kappa$ B e à potencialização da expressão dos genes pró-inflamatórios.

Para testar a hipótese, antes do estímulo inflamatório foi injetada, em ratos submetidos ao mesmo estresse (e que depois receberam o mesmo estímulo inflamatório), uma substância, conhecida como mifepristone ou RU-486, que atua como antagonista de receptores de glicocorticóides – ou seja, ela se liga ao receptor, impedindo que o glicocorticoide se ligue a este, o que não permite que esse hormônio exerça sua função. O resultado foi a redução da expressão dos genes pró-inflamatórios exatamente no córtex pré-frontal e no hipocampo, demonstrando que a potencialização da ativação do NF- $\kappa$ B pelo lipopolissacarídeo, em situação de estresse crônico imprevisível, está diretamente vinculada à ação dos glicocorticóides no sistema nervoso central. Dessa maneira, com a administração do antagonista impedimos a ação dos glicocorticóides em seus receptores e revertermos o efeito potencializador do estresse na ativação do NF- $\kappa$ B e na expressão dos genes que aumentam a resposta inflamatória.

## VALOR CLÍNICO

Portanto, nossos dados sugerem que os glicocorticóides têm também uma ação pró-inflamatória, além da clássica função antiinflamatória. Os mecanismos e/ou condições que determinam essa alternância de funções (entre benéfico e deletério ou entre anti e pró-inflamatório) ainda são pouco entendidos, mas parecem ser importantes, nesse caso, fatores como exposição prolongada a altos níveis de glicocorticóides, interações com vias de sinalização e susceptibilidade das áreas onde as respostas estão ocorrendo.

Esse tópico é de grande relevância clínica, uma vez que, além da larga utilização dos glicocorticóides na terapia antiinflamatória, esses hormônios estão elevados em vários distúrbios psiquiátricos (como a depressão e o transtorno do estresse pós-traumático) e pouco se sabe sobre o que acontece no cérebro dessas pessoas quando expostas à inflamação, seja ela local ou vinda de fora do sistema nervoso central. Por isso, muitos laboratórios, incluindo o nosso, estão concentrados nessas questões para entender melhor em que situações esses hormônios passam a ser deletérios no cérebro, de modo a contribuir para a manutenção do uso dessa extraordinária ferramenta farmacológica, sem prejuízo para os que dela necessitam. ■

### SUGESTÕES PARA LEITURA

- MUNHOZ, C.D.; LEPSCH, L.B.; MALTA, M.B.; KAWAMOTO, E.M.; DE SÁ LIMA, L.; AVELLAR, M.C.W.; SAPOLSKY, R.M. & SCAVONE, C. 'Chronic unpredictable stress exacerbates LPS-induced activation of NF- $\kappa$ B in the frontal cortex and hippocampus via glucocorticoid secretion', in *Journal of Neuroscience*, v. 26(14), p. 3813, 2006.
- SAPOLSKY, R.M. 'Assumindo o controle do estresse', in *Scientific American Brasil*, nº 17, p. 78, 2003.
- SAPOLSKY, R. M. 'Why don't zebras get ulcers? Nova York, W. H. Freeman and Company, 1998.
- MCEWEN, B. S. & STELLAR, E. 'Stress and the individual – mechanisms leading to disease', in *Archives of Internal Medicine*, v. 153, p. 2093, 1993.
- MCEWEN, B. S. 'Stress, adaptation, and disease: allostasis and allostatic load', in *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 840, p.33, 1988.

*Templo de culto à mercadoria, o modelo do shopping center, como o conhecemos hoje, nasceu nos Estados Unidos na década de 1950. São espaços privados, objetivamente planejados para a supremacia da ação de comprar. O que se compra nesses centros, contudo, é muito mais do que mercadorias, serviços, alimentação e lazer. Compra-se distinção social, sensação de segurança e ilusão de felicidade e liberdade. Munida de um ponto de vista sociológico, a autora visita este espaço encantado e mostra que, nessa exaltação ao consumo e ao lazer alienados, o shopping center exclui a 'vida real'. Pior ainda: com suas vias limpas e iluminadas, deixa do lado de fora a cidadania e a prática da vida pública.*

**Valquíria Padilha**

*Departamento de Administração,  
Universidade de São Paulo*

# A Sociolo

Um dos maiores shopping centers de Hong Kong, o Festival Walk tem sete pisos e abriga imensa quadra de patinação no gelo

# gia vai ao *shopping center*

**Quem nunca ouviu falar em *shopping center*?** Ou nunca passou pelos corredores desse centro de consumo? Quantas vezes não viajamos para outra cidade ou país e desejamos visitar o *shopping center* local? Atualmente, o *shopping center* concorre com a televisão e o computador entre as atrações mais citadas pelas parcelas privilegiadas da população como preferências de ocupação do tempo livre. Por que isso acontece? Quais são os sentidos desse sucesso?

O que conhecemos no Brasil com o nome de *shopping center* pode ser entendido como um espaço privado – que se diz público – criado para ser uma solução dos problemas da cidade onde reinam desajustes, desigualdades, contradições, imprevistos. Por isso, consideramos a cidade como o ‘mundo de fora’ em contraposição ao *shopping center* como o ‘mundo de dentro’. O ‘mundo de fora’ é a realidade-real, o espaço urbano e seu caráter público. Esse mundo contém outra realidade construída artificialmente, o ‘mundo de dentro’, limpo e isento dos fatores que agem no ‘mundo de fora’ – chuva, sol, frio, neve, mendigos, pedintes, trânsito, poluição etc.

Ao mesmo tempo em que desencadeia uma série de problemas para muitos, a cidade real possibilita alternativas para poucos, como a criação do *shopping center*, a ‘catedral’ onde uma parcela da

FOTO: KESTONE



As galerias parisienses do século 19 inauguraram um novo modelo de consumo

população idolatra as mercadorias e vivencia lazeres que se distanciam da autonomia e da criatividade. O *shopping center* é hoje um dos empreendimentos mais rentáveis e com uma das maiores taxas de crescimento em todo o mundo. A Associação Brasileira de Shopping Centers (Abrasce) afirma que, no Brasil, o número de *shopping centers* vem praticamente dobrando a cada cinco anos. Em 1966 havia apenas um *shopping center*, em São Paulo, enquanto, em fevereiro de 2006, o país já contava com 263 desses espaços em funcionamento, empregando 488.286 pessoas. Nos Estados Unidos, país onde nasceu o atual modelo de *shopping center*, já havia em 1956 cerca de mil centros comerciais inaugurados e 2

mil em construção. Segundo o urbanista escocês Witold Rybczynski, em seu livro *Vida nas cidades*, entre as décadas de 1970 e 1990, a cada sete horas, em média, um novo *shopping center* era inaugurado naquele país.

Os *shopping centers* refletem, hoje, a cultura de consumo norte-americano, mas suas raízes históricas estão nas lojas de departamento da Europa do século 19. Foi entre 1822 e 1832 que surgiram as primeiras galerias em Paris. A cultura de consumo, que se instalou no Ocidente a partir do final do século 18, torna-se reflexo da razão de ser do capitalismo quando realiza a transposição da utilidade das mercadorias para outros valores que elas passam a ter na sociedade (marca de distinção social, por exemplo). A cultura de consumo que se estabelece transforma os hábitos cotidianos, as relações entre as pessoas, as percepções dos espaços e os significados dos objetos.

O sociólogo norte-americano Richard Sennett, em seu livro *O declínio do homem público*, entende a formação dessa cultura de consumo a partir da análise histórica do declínio da vida pública, associado ao aumento da importância da esfera do privado. O capitalismo impulsionou um deslocamento do foco das pessoas para as coisas, fazendo com que elas buscassem significados pessoais em objetos. Nessa nova vida urbana, as condições materiais tornaram-se mais conhecidas e mais constantes para as pessoas enquanto a vida pública foi ficando cada vez mais frágil.

As lojas de departamentos que nasciam e marcavam a época eram uma resposta à recente produção fabril, que possibilitava baixar os preços de algumas mercadorias ao mesmo tempo em que as diversificava. E como a produção era feita em massa, havia a necessidade de formar-se também uma massa de consumidores. Essa nova forma de comércio gera o consumo de coisas supérfluas. Mas os lojistas tinham diante de si um desafio: motivar as pessoas a comprar mercadorias desnecessárias, variadas e indefinidas. Para resolver esse problema, os comerciantes inventaram espetáculos do lado de fora das lojas para “dotar as mercadorias, por associação, de um interesse que a mercadoria poderia intrinsecamente não ter”, conforme mostra Sennett.

## O desejo de comprar

Para suscitar a vontade de olhar as mercadorias e o desejo de comprá-las, suspendia-se o caráter de utilidade dos objetos, privilegiando-se o prazer de adquirir algo diferente. As vitrines das lojas e as fotografias publicitárias, que criavam ambientes fantasiosos ou

colocavam figuras públicas importantes usando tal ou qual mercadoria, criavam uma associação entre os artigos à venda e o *status* incorporado neles. Essa nova concepção de consumo moldava a personalidade dos que consumiam as mercadorias porque estavam muito bem dispostas em vitrines ou porque estavam associadas a uma duquesa qualquer.

O estímulo ao consumo presente nos *shopping centers* e na publicidade dos dias atuais originou-se nessa fase do desenvolvimento do capitalismo em que se combinaram produção industrial em massa e crescimento do mercado urbano com as lojas de departamentos e galerias. O consumo de mercadorias começou, então, a significar um mergulho em fantasia e *status* social, uma vez que os objetos passaram a ser adquiridos não pela sua utilidade imediata, mas pelo significado social de sua posse. A utilidade dos produtos passa a se submeter ao valor monetário e social que eles adquirem na complexa engrenagem da produção e circulação dos bens no capitalismo. Assim, a aparência das mercadorias passa a ser de fundamental importância para a sua venda.

Nas sociedades capitalistas, o homem não produz mais apenas para satisfazer suas necessidades originais. Existem outras necessidades em jogo que são as

necessidades de valorização do capital. A produção de mercadorias converteu-se em uma fonte de lucro, dado que cada trabalhador produz, para os donos das empresas, muito mais do que precisaria para a satisfação de suas próprias necessidades. A produção capitalista gera excedentes que não são calculados com base nas necessidades naturais do homem e sim nas do capital, o qual, por sua vez, precisa criar novas necessidades para estimular a demanda e o consumo. Assim, a produção deve visar a um consumo descartável, uma cultura do desperdício, o que reflete o princípio da 'obsolescência planejada' (os objetos são feitos para serem obsoletos). Esse sistema precisa sempre aumentar a produção de mercadorias em quantidade e variedade, mas não em qualidade e durabilidade.

## O lazer nos shopping centers

Partindo dessa concepção, também podemos refletir sobre o lazer enquanto um fenômeno social impor-

Como uma cidade cercada de vidro por todos os lados, o Toronto Eaton Center é o maior espaço fechado do Canadá e recebe um milhão de visitantes por semana

DAVE G. HOUSEN/CORBIS/LATINSTOCK





O Morumbi é um dos principais shopping centers de São Paulo

tante da dinâmica dessa sociedade. Nesse espaço, que denominamos *shopping center* híbrido – hoje com características de ser mais um centro de compra de lazer, serviços e símbolos do que um centro de compra de produtos úteis –, prevalece um certo encantamento das pessoas que ali ocupam o seu tempo supostamente livre. A subordinação do lazer a essa lógica dá-se basicamente pelas várias maneiras de mercantilização da diversão, que é produzida industrialmente, divulgada pela publicidade e trocada por dinheiro.

Os *shopping centers* são símbolos de uma sociedade que valoriza o espetáculo do consumo de bens materiais e do lazer-mercadoria e que, além disso, oferece a uma parcela da população o direito a esse consumo e a esse lazer, enquanto exclui dessa possibilidade a maioria da população. Assim, esses centros comerciais configuram-se como espaços de lazer alienado, reduzindo a identidade social ao universo do consumo, tanto dos que frequentam tais espaços quanto dos que não os frequentam mas desejariam frequentá-los.

Os diversos equipamentos de lazer disponíveis – como mais um produto à venda – levam seus

frequêntadores a encontrar diversão em torno da celebração de mercadorias, de modo que, mesmo no lazer, o ‘ser’ permanece subjugado ao ‘ter’. Não há espaços livres, vazios; cada centímetro é preenchido para direcionar a ocupação monetarizada desse centro de consumo. Assim, concebemos o lazer oferecido nesses centros como alienante porque leva ao distanciamento dos sujeitos deles próprios, da obscurecida essência humana, ao mesmo tempo em que não possibilita a livre criatividade, a autonomia, a convivência desinteressada (do ponto de vista financeiro) com os outros. O *shopping center* – e toda a complexa rede psicossocial que se forma com a ‘sociedade de consumo’ – baseia-se em uma lógica que não possibilita aos homens desenvolverem suas capacidades e seus sentidos em plenitude.

É preciso reconhecer que essa privatização do lazer nos *shopping centers* acontece porque, entre outros fatores, não existem políticas públicas que confirmem ao fenômeno do lazer o caráter de direito social. O *shopping center* vem aumentando sua participação na esfera do lazer urbano por causa da brecha que a inexistência ou ineficiência dos espaços públicos de lazer vem abrindo. A ausência

LEONARDO COLOSSO/FOLHA IMAGEM

de políticas públicas favorece também a segregação social, uma vez que o poder aquisitivo acaba sendo um dos determinantes principais para a tomada de decisões diante das escolhas existentes. Quem tem dinheiro tem mais opções.

Espaços como os *shopping centers* afastam as pessoas de qualquer experiência de “formação”, conforme nos ensinou o filósofo alemão Theodor Adorno (1903-1969). Para ele, a “formação” deveria corresponder a uma sociedade de seres livres, iguais e conscientes. Essa formação supõe uma humanidade sem exploração e, mais do que isso, a libertação da imposição dos meios e da utilidade, o que significa a autonomia do ser social. Nesse sentido, o *shopping center* dificulta ainda mais a superação do que o filósofo chamou de “semiformação” – que é a “formação” incompleta, manipulada por interesses exteriores a nós. No *shopping center* híbrido, parece-nos clara a ausência de pessoas autônomas interligadas. Nesse espaço, os sujeitos estão ainda mais destituídos de liberdade, de forma que a vida em conjunto com os outros não se articula como verdadeira. Não há possibilidade de uma sociabilidade consciente, refletida, afastada das artimanhas que acabam reduzindo cidadãos a consumidores.

Diante disso, olhamos para o *shopping center* como uma referência para pensar a ‘sociedade de consumo’ e de lazer, vista como um mundo encantado que, num interessante delírio coletivo, obscurece a consciência dos seres sociais para a plena (e difícil) vida em coletividade. Em outras palavras, nos *shopping centers* os sujeitos estão afastados de si mesmos. Mergulhados nesse universo do consumo, sentem-se autorizados a permanecer alheios à vida pública, o que se agrava ainda mais quando se percebe que seu comportamento e suas relações com o mundo são mediatizados por coisas. Nos *shopping centers*, até o lazer – que deveria ser tempo de liberdade – torna-se algo a possuir, consumir, usar e gastar. Não há espaço nem tempo para a espontânea fruição do tempo livre.

## Compro, logo existo

O *shopping center* é um centro de comércio que se completa com alimentação (normalmente do tipo *fast food*), serviços (bancos, cabeleireiros, correios, academias de ginástica, consultórios médicos, escolas) e lazer (jogos eletrônicos, cinema, internet). Ali, o consumidor de mercadorias se mistura com o consumidor de serviços e de diversão, sentindo-se protegido e moderno. Fugindo dos aspectos negativos dos centros das cidades e da busca conjunta de soluções para eles, os *shopping centers* vendem a

imagem de serem locais com uma melhor ‘qualidade de vida’ por possuírem ruas cobertas, iluminadas, limpas e seguras; praças, fontes, bulevares recriados; cinemas e atrações prontas e relativamente fáceis de serem adquiridas – ao menos para os que podem pagar. É como se o ‘mundo de fora’, a vida real, não lhes dissesse respeito...

O que essa catedral das mercadorias pretende é criar um espaço urbano ideal, concentrando várias opções de consumo e consagrando-se como ‘ponto de encontro’ para uma população seleta de seres “semiformados”, incompletos, que aceitam fenômenos historicamente construídos como se fizessem parte do curso da natureza. O imaginário que se impõe é o da plenitude da vida pelo consumo. Nesses espaços, podemos ocupar-nos apenas dos nossos desejos – aguçados com as inúmeras possibilidades disponíveis de aquisição. Prevalece a idéia do ‘compro, logo existo’.

Concluimos que esse mundo de sonhos que é o *shopping center* acaba reforçando nas pessoas uma visão individualista da vida, onde os valores propagados são todos relacionados às necessidades e aos desejos individuais – ‘eu quero, eu posso, eu compro’. Assim, colabora para uma deterioração do ser social e o retardamento do projeto de emancipação de seres mais conscientes, autônomos, prontos para a sociabilidade coletiva – que exige a capacidade da troca desinteressada, da tolerância, da relação verdadeiramente humana entre o eu e o outro, entre iguais e entre diferentes. Compreendemos que um ser social emancipado identifica as necessidades individuais com as da coletividade, sem colocá-las em campos opostos. Assim, o ser emancipado sabe agir pensando nos outros, no presente e no futuro.

O *shopping center* híbrido representa hoje o principal lugar da ‘sociedade de consumo’, contribuindo para a sacralização do modo de vida consumista e alienado, um modo de vida em que há uma evidente predominância de símbolos como *status*, poder, distinção, jovialidade, virilidade etc. sobre a utilidade das mercadorias. Vale ainda lembrar que não é somente o *shopping center* que gera emprego. Centros culturais, esportivos e de lazer, escolas, postos de saúde, teatros, cinemas, praças públicas com animação cultural também.

O que se pode concluir é que o sucesso da fórmula atual do *shopping center* híbrido como lugar privilegiado para a realização da lógica consumista traz consigo o fracasso da plenitude do ser social, distanciando-o de qualquer projeto de emancipação e de humanização do ser humano. Como diz o poeta Carlos Drummond de Andrade (1902-1987) no poema *Eu, etiqueta*: “Já não me convém o título de homem./Meu nome novo é coisa./Eu sou a coisa, coisa.” ■

### SUGESTÕES PARA LEITURA

- ADORNO, T.  
*Indústria cultural e sociedade*, São Paulo, Paz e Terra, 2006.
- FONTENELLE, I.A.  
*O nome da marca*. McDonald's, fetichismo e cultura descartável, São Paulo, Boitempo, 2002.
- PADILHA, V.  
*Shopping center: a catedral das mercadorias*, São Paulo, Boitempo, 2006.
- SENNETT, R.  
*O declínio do homem público*. As tiranias da intimidade, São Paulo, Companhia das Letras, 1998.

# Um lugar para o nos

*As ciências sociais têm produzido diferentes visões sobre a figura do consumidor. Mais recentemente, a partir da década de 1990, inaugurou-se um campo específico de estudos sobre o consumo. Nessas pesquisas, o consumidor não mais aparece como personagem passivo, assim como os objetos deixam de ser vistos segundo a oposição maniqueísta entre utilidade e futilidade. O consumo de massa é compreendido como uma relação constitutiva da sociabilidade atual e os pesquisadores contemporâneos ocupam-se com as variadas maneiras como os bens são incorporados pelos consumidores em distintos contextos sociais.*

**Diana Nogueira de Oliveira Lima**

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



Friedo

# consumidor

# estudos sociais



## O que as ciências sociais têm a dizer sobre o consumo de bens?

A antropologia moderna, já na década de 1920, época de sua fundação, conferiu importância teórica crucial à questão, com o entendimento de que a troca e o uso de objetos são práticas simbólicas que vinculam entre si os membros de uma sociedade e, ao mesmo tempo, operam para fornecer sentido e ordenar as instituições sociais em uma totalidade. Naquele período de consolidação desse campo disciplinar, voltado para a compreensão da vida social, a questão da reciprocidade – ou, em outras palavras, dos laços que mantêm os homens em coletividade – estava entre os seus principais desafios. A constatação empírica, por meio do método do trabalho de campo, da universalidade das práticas de dar, receber e retribuir objetos sob a forma de presentes foi definitivamente esclarecedora.

Embora os estudos de então tenham fornecido elementos indispensáveis para o recente desenvolvimento das investigações sobre o consumo moderno, que retornam a esses trabalhos em sua abordagem do consumo como prática socialmente inscrita, seria impreciso identificar na análise dos autores clássicos sobre os processos de circulação de objetos nas diferentes sociedades a inauguração de uma tradição conceitual especificamente voltada para a compreensão do consumo, e menos ainda do consumo tal como ele se dá na sociedade capitalista moderna. Ao contrário, no que tange aos esforços de apreensão do estabelecimento do sistema capitalista, as ciências

ILUSTRAÇÕES ALEDO

sociais têm preferido concentrar suas análises nas transformações por que passaram os modos e as relações de produção de bens. As mudanças ocorridas, desde o século 18, na maneira de consumir, descartar e buscar novos produtos fabricados pelo capitalismo foram deixadas de lado ou foram interpretadas com pessimismo, notadamente pelos autores que integram a Escola de Frankfurt, na esteira da noção marxista de alienação. A despeito da riqueza de significados elaborados na cena mercantil, a relação entre pessoas e objetos, até a década de 1990, ou bem foi abordada apenas como uma das dimensões a serem contempladas nas interrogações sobre a diversidade cultural ou, quando tratada em sua especificidade, foi obra de iniciativas reflexivas de grande relevância, porém pontuais, por parte de autores que eventualmente se debruçaram sobre esse fenômeno. Nessa etapa que antecede à configuração de um campo especificamente destinado ao estudo do consumo, três autores deixaram contribuições importantes.

## Praticidade e simbolismo

Em 1976, o antropólogo norte-americano Marshall Sahlins demonstrou como o conjunto dos objetos modernos constitui um código que deve ser apreendido na sua relação com a ordem social burguesa. Em *Cultura e razão prática*, o autor insiste no abandono de uma perspectiva que concebe os objetos como portadores de qualidades intrínsecas e argumenta que a utilidade dos bens, uma combinação indissociável entre praticidade e simbolismo, é elaborada – e permanentemente reelaborada – na estrutura das trocas de uma comunidade cultural. Ele problematiza, ainda, a idéia de ‘sobrevivência’, afirmando que não existe tal coisa, a qual se oporia à frivolidade, pois ambas ganham diferentes formas em cada sociedade. Mesmo no capitalismo, a produção e o uso dos bens nunca são automáticos ou independentes da ordem simbólica. Uma vez que os bens materiais não têm uma utilidade em si, seu valor de uso, ou seja, os tipos de uso que as pessoas farão de cada objeto, é tão social quanto seu valor de troca.

Sahlins esclarece ainda que os fatos da vida econômica, além de não serem anteriores ou independentes da vida social, também não são determinantes da estrutura coletiva. A economia é uma das esferas que constituem a sociedade e está nela enraizada. Os processos sociais obedecem a um contexto complexo de variáveis, não sendo apreensíveis, portanto, por meio de uma lógica simplista.

## Mundo dos bens

Três anos mais tarde, em colaboração com o economista galês Baron Isherwood, a antropóloga inglesa Mary Douglas propõe que os bens, o trabalho e o consumo sejam reconhecidos como parte de um mesmo sistema social. Para ela, importa compreendê-los em sua qualidade de elos interpessoais. Eles constituem veículos de interação e estabelecem limites inclusivos e excludentes entre grupos. Ultrapassando, em sua análise, os pressupostos racionalistas da economia e o clássico argumento sociológico da imitação das classes altas – o que, a seu ver, obscureceria a captura da diversidade motivacional dos consumidores –, os autores de *O mundo dos bens* se perguntam: “Por que as pessoas querem produtos?” E respondem que, fundamentalmente, a adoção de objetos deve ser pensada como um ritual investido de sentimentos e significados, conferindo sentido ao fluxo dos momentos de vida e dos eventos sociais.

O sociólogo francês Pierre Bourdieu (1930-2002) aborda o consumo como uma prática por meio da qual os agentes buscam se distinguir na hierarquia social. Na ampla pesquisa que realiza em 1979 na sociedade francesa, seu objetivo é perceber em que



valores estão ancoradas as fronteiras entre as classes. Para tanto, avalia o nível de propriedade e proporção com que o bom gosto – que, em seu estudo sobre as representações do senso comum, vai ser tomado como uma medida objetiva – informa as necessidades e escolhas culturais e simbólicas e a maneira como são manejados os bens nos diferentes estratos sociais. O bom gosto é uma qualidade daqueles que têm, além da educação escolar, educação familiar. Bourdieu considera o consumo como um ato revelador da capacidade de manipulação do código do gosto por parte dos agentes. Na explicação do autor, seguindo o critério do gosto, os bens simbólicos podem ser hierarquizados. À hierarquia dos objetos, afirma ele, corresponde uma hierarquia social de consumidores.

Nas últimas duas décadas, o progressivo aumento de recursos disponibilizados para a geração e a apropriação de produtos nos distintos mundos sociais têm despertado um interesse crescente, diversificado e renovado. No lugar de temerem uma potência de homogeneização ideológica supostamente implicada na mercantilização do mundo e avançando para além da bem-vinda compreensão de que os objetos fazem sentido como sistema e que esse sistema expressa, e mesmo contribui, para a ordenação da estrutura social, os estudos que floresceram, a par-

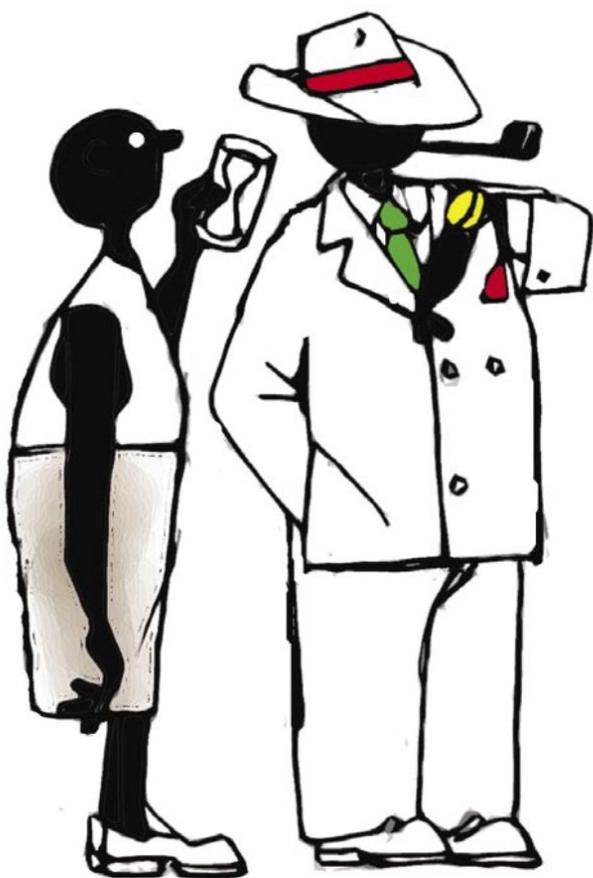
tir da década de 1990, têm usado uma perspectiva livre dos preconceitos que decorrem da crença na existência de uma oposição nítida entre utilidade e futilidade. Essas pesquisas buscam refletir sobre o consumo de massa como uma relação constitutiva da sociabilidade contemporânea. Superando postulados denunciatórios, segundo os quais, através de um sistema de objetos, são divulgadas ideologias destrutivas da consciência, esses trabalhos se beneficiam das conquistas dos autores que os antecederam: as relações sociais são mediadas por objetos; os objetos não são pura matéria, mas, ao contrário, são carregados de significados socialmente construídos; e vão adiante.

## Ponto de vista do consumidor

Os estudos sociais sobre o consumo, que vem se constituindo em um campo, ao longo dos últimos 15 anos, são também fortemente propiciados pelos encaminhamentos epistemológicos que, nos anos 80, colocam a figura do sujeito e a noção de agência em posição dianteira no debate em diferentes círculos disciplinares. Esse deslocamento na maneira de conceber os agentes sociais (de executores de padrões culturais estáticos ou alvo dos mecanismos de reprodução do *status quo*, eles passam a ser pensados como capazes de metabolizar os significados que dinamizam uma cultura) ecoa nas pesquisas que adotam os fatos econômicos como viés interpretativo, convidando à valorização do ponto de vista do nativo (o consumidor, neste caso) nas investigações que privilegiam a observação empírica direta.

A ênfase quase absoluta na esfera da produção ou da oferta de bens – concebida como responsável pelo reforço conservador e impositivo das ideologias dominantes sobre um consumidor considerado passivo – cede lugar, neste momento, à preocupação com as variadas maneiras como os bens são incorporados pelos consumidores nos distintos contextos sociais por onde se expande o capitalismo. Tendo em mente outra concepção de sujeito social, agora pensado como um agente em dialética com o mundo e cuja identidade está em constante construção, trata-se de interrogar os sentidos públicos e privados que são elaborados na relação entre sujeitos e objetos, tanto quanto entre sujeitos e outros sujeitos.

Duas vertentes principais de interpretação da realidade se abrem nesse horizonte de preocupações. De um lado, encontra-se o que vou chamar de sociologia da atualidade, que de maneira genérica e muitas vezes extrínseca aos agentes sociais, assume





que estamos vivendo uma época singular de mudanças culturais e sociais desencadeadas pela revolução nas telecomunicações e comandadas por uma economia de mercado livre dominada em escala global por corporações transnacionais que vêm ‘americanizando’ o mundo. Conforme o diagnóstico apresentado pelo crítico literário e político teórico norte-americano Frederic Jameson, em *A cultura do dinheiro*, a cultura está “descentrada”, a realidade se transforma em espetáculo, as identidades se fundem, a história desaparece enquanto o tempo se fragmenta em presentes perpétuos, a ênfase no pragmatismo mercantil em detrimento da estética solapa a fronteira entre a cultura de massa e a alta cultura, e o tecido urbano se confunde com os *shopping centers* por onde circulam pessoas cujos corpos estão cada vez mais estilizados. Finalmente, segundo ele, em prol do funcionamento do capitalismo tardio, todas as forças contemporâneas operam a serviço do dinheiro (norte-americano) e em nome do incremento do consumismo (de bens norte-americanos).

De outro lado, multiplicam-se as investigações antropológicas que buscam nuançar essa percepção assustada do mundo contemporâneo. Não se trata da assunção de uma postura acrítica ou do elogio ao sistema capitalista. As questões da desigualdade, da criminalidade, das diferentes expressões discriminatórias, dos conflitos e injustiças sociais que se perpetuam ou se acentuam no mundo contemporâneo não são ignoradas. Ao contrário, o que se pretende com a incorporação do ponto de vista do consumidor nas indagações sobre a sociedade de

consumo é ampliar a inteligibilidade acerca desses e de outros processos sociais.

No Brasil, o olhar para o consumo tem gerado avanços em uma vasta variedade de territórios temáticos. A concepção de que somos uma sociedade harmoniosa e propícia ao convívio é desafiada através da etnografia da adoção de marcas prestigiosas em espaços da elite ou, no outro extremo, a partir da observação participante em universos de circulação de mercadorias, como camelódromos. A apreensão das identidades jovens contemporâneas se sofisticou com o recurso ao trabalho de campo voltado para a aproximação com o universo material presente em bailes *funks*, festas *raves* e pontos como as lojas de conveniência que, espalhadas pelos grandes centros urbanos, atraem uma juventude em constante fluxo. As concepções sobre família, parentesco e gênero ganham novas luzes quando se escuta seriamente o consumidor de imagens de ultra-som fetal. Os estudos de gênero são confrontados quando são ouvidas manicures de mulheres executivas, que, ao contrário do que diz uma avaliação superficial de suas carreiras, não retiraram o amor romântico de suas pautas de preocupações. A idéia de corrosão dos vínculos mais profundos entre as pessoas se mostra insustentável se o processo das compras de presentes em datas festivas, como Natal, Dia das Mães ou Dia dos Namorados, é acompanhado no detalhe. As percepções sobre saúde e doença, ciência/cultura e natureza são adensadas quando analisadas pela óptica da relação entre indivíduos de camadas médias e a oferta de medicamentos para o ‘bem-estar’. Finalmente, a pesquisa sobre a forma como são recebidos os bens capitalistas percorre também a etnologia indígena para mostrar que as culturas não estão acabando, mas, em diálogo com o mundo capitalista, transformando-se, seguindo sua própria estrutura de sentidos, como sempre o fizeram.

Os estudos sobre o consumo – justamente porque penetram em um universo tão pavimentado pelo moralismo que separa e hierarquiza espírito e matéria, anterior a qualquer aproximação investigativa da realidade – colaboram para o enriquecimento das ciências sociais porque obrigam aqueles que querem ir além do senso comum ou do diagnóstico abstrato acerca da realidade a uma relativização dos sentidos religiosos que fundam a cultura ocidental judaico-cristã. Levar a sério o consumidor, essa figura moderna inescapável, significa se locomover da visão apocalíptica que enxerga vítimas nos homens modernos e futilidades em seus cenários e figurinos. Em todas as culturas, as práticas (o fazer científico, inclusive) expressivas de significados são atravessadas por objetos. O interesse pela maneira como esses objetos participam das culturas é, portanto, um passo à frente no saber sobre a vida social. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

BOURDIEU, Pierre. *La distinction: critique sociale du jugement*. Paris, Les Éditions de Minuit, 1979.

DOUGLAS, Mary & ISHERWOOD, Baron. *O mundo dos bens*. Rio de Janeiro, UFRJ, 2004.

JAMESON, Frederic. *A cultura do dinheiro. Ensaios sobre a globalização*. Petrópolis, Vozes, 2001.

LEITÃO, Débora L., LIMA, Diana N.O. e MACHADO, Rosana Pinheiro (orgs). *Antropologia e consumo. Diálogos entre Brasil e Argentina*. Porto Alegre, Age, 2006.

SAHLINS, Marshall. *Cultura e razão prática*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 2003.

# A vida em alto-mar

**O** Brasil é pioneiro na extração de petróleo em alto-mar. Para o funcionamento de suas plataformas, conta com um sistema em que os empregados ficam 14 dias seguidos embarcados e descansam 14 ou 21 dias em terra, dependendo da empresa. A possibilidade desse descanso prolongado atrai muitos trabalhadores, mas pode ser também fonte de estresse e causa de divórcios. É o que revela uma pesquisa realizada com o objetivo de avaliar as repercussões do confinamento a que estão submetidos esses trabalhadores.

Salvador Marcos Ribeiro Martins, técnico da Petrobras e mestre em políticas sociais pela Universidade Federal do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (Uenf), conduziu o estudo sob orientação de André Laino, da área de sociologia do trabalho. Ele aplicou questionários e realizou entrevistas para entender a relação entre confinamento e estresse. Os resultados revelaram que o estresse pode ser causado por diversos fatores ou ainda pela combinação deles: a distância do convívio com a família, a sensação de falta de liberdade, a preocupação com segurança e a falta de espaço individual foram alguns dos problemas apontados pelos petroleiros.

A questão familiar mereceu destaque. Segundo Martins, a alteração do modelo familiar, causada pela transferência de responsabilidades para o cônjuge que permanece em terra (na maioria dos casos, mulheres), leva a um grande número de divórcios. “O índice de separações de casais em que um dos par-

ceiros trabalha embarcado é o dobro daquele encontrado em casais ‘normais’, onde os dois trabalham em terra”, afirma. A insegurança em relação à infidelidade do parceiro também apareceu como um dos fatores que estimulam as separações.

Outro problema identificado foi a chamada ‘tensão pré-embarque’. Caracterizada por grande nervosismo e ansiedade aproximadamente três dias antes do embarque, a ansiedade provoca ainda mudanças de humor que tornam o trabalhador mais agressivo. “Eles vêem o embarque como um momento de perigo, pois precisam usar helicópteros para chegar às plataformas. Além disso, o próprio trabalho é perigoso e eles percebem que estão transferindo responsabilidades para a família e não se sentem bem”, diz o pesquisador, lembrando que cada pessoa lida com a situação de forma diferente. Segundo ele, as reações vão desde buscar alternativas de lazer ou tentar ignorar o problema até a procura de refúgio na bebida.

O desgaste mental também é causado por aspectos intrínsecos à vida nas plataformas. A convivência com os colegas de trabalho é intensa, os dormitórios são coletivos e os locais de lazer muitas vezes são próximos ao local de trabalho. “Isso gera a sensação de que se está sempre trabalhando,

de que não há descanso”, conta Martins.

Para amenizar esses problemas, algumas medidas já vêm sendo adotadas. Martins observa que escalas alternadas e mais folgas foram algumas das soluções encontradas. A Petrobras, empresa em que trabalham os funcionários focalizados pelo pesquisador, promove momentos de integração com as famílias – que são convidadas a conhecer as plataformas – e dinâmicas de grupo para que os parentes colaborem para uma melhor qualidade de vida dos trabalhadores.

Mas Martins acredita que é possível fazer mais. “É preciso que a sociedade conheça esse trabalho para que os embarcados se sintam mais integrados quando estiverem em terra.” Ele afirma que uma sociedade que depende tanto do petróleo deveria valorizar mais os trabalhadores que tornam possível a utilização desse produto. “O governo deveria dar mais atenção ao assunto, determinando políticas públicas e uma legislação que contemple as situações a que estão expostos os trabalhadores embarcados. Afinal, investir no ser humano é investir no produto final”, conclui.



Mariana Ferraz  
Ciência Hoje/RJ

# Fusão de átomos e idéias

**E**nergia abundante, limpa e segura, como a produzida pelas estrelas, é a principal promessa da tecnologia de fusão nuclear controlada. Para explorar essa fonte, o Brasil criou, no final de 2006, a Rede Nacional de Fusão (RNF), que coordenará estrategicamente as pesquisas realizadas atualmente em 17 instituições por 70 cientistas do país. O objetivo é promover o avanço dessa área e a participação eficaz em colaborações internacionais, principalmente na do Reator Termonuclear Experimental Internacional (ITER, na sigla em inglês, que também significa ‘caminho’ em latim). O acordo que estabeleceu o ITER também foi assinado em novembro do ano passado por um consórcio de vários países e tem por finalidade determinar a viabilidade tecnológica da fusão para gerar energia

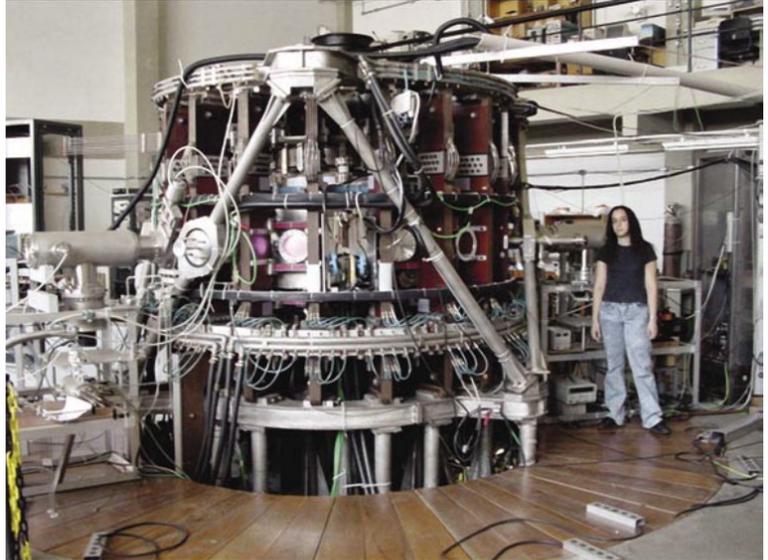


FOTO RICARDO GALVÃO

Desenvolvidos por pesquisadores russos na década de 1960, os *tokamaks*, como o da USP (na imagem), mostraram a viabilidade científica da fusão em 1991

para a humanidade. A RNF é o primeiro passo para formalizar a colaboração do Brasil com o projeto internacional e seu êxito pode le-

var à criação de um Laboratório Nacional de Fusão.

A RNF e o ITER estão intimamente ligados. Quando o consórcio

## O QUE É A FUSÃO?

Diferentemente da fissão, na qual a produção de energia se dá partindo núcleos pesados, como o do urânio, na fusão o processo ocorre pela união de átomos leves de trítio e deutério. Esses isótopos (versões do mesmo elemento com números diferentes de nêutrons) de hidrogênio geram, além do elemento hélio, sete vezes mais energia que a fissão. Como os núcleos possuem a mesma carga elétrica, fazer com que se fundam requer vencer a repulsão entre eles, chamada de coulombiana. Para isso, é preciso que os núcleos cheguem a uma distância de  $10^{-15}$  m (equivalente a 1 trilionésimo do milímetro) um do outro, o que só pode ser feito quando os isótopos estão sob a forma de gás ionizado (plasma), em temperaturas acima de 600 milhões de graus centígrados. Em 1991, o laboratório Toro Europeu

Conjunto (JET, na sigla em inglês) conseguiu, com a participação de cientistas brasileiros, efetuar a fusão controlada em um *tokamak*, aparelho desenvolvido pelos russos na década de 1960.

O ITER vai tentar resolver o ‘problema da primeira parede’ – danos causados pelo plasma superaquecido quando entra em contato com a parede da câmara de vácuo do reator – de cuja solução depende a viabilidade da produção de energia por fusão. Segundo o físico Ricardo Galvão, diretor do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), a fusão apresenta vantagens em relação à fissão. “Não há resíduos radioativos; o combustível é abundante, já que o deutério pode ser retirado da água e o trítio do lítio, que ocorre em grande quantidade no planeta”, esclarece.

cio estava sendo elaborado, o Brasil foi convidado a participar como membro integral. O físico Ricardo Galvão, diretor do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), explica quais os motivos para o grande interesse na participação do país. “Primeiro, temos um grande capital científico na área, realizamos pesquisas desde 1975. Além disso, cerca de 12% a 15% do orçamento do ITER é voltado para a construção de bobinas magnéticas de nióbio, cujo maior produtor é o Brasil.”

A proposta original – feita após as visitas ao Brasil do assessor científico do governo britânico e chefe do Escritório de Ciência e Tecnologia, o químico David King, e de uma comissão de cientistas da Comunidade Européia, liderada pelo físico Pascal Lallia, para avaliar a capacidade dos laboratórios e da indústria nacionais – era que o país assumisse 10% do custo do ITER, o que equivaleria a US\$ 1 bilhão, a serem pagos em 10 anos. Segundo Galvão, essa quantia não era tão vultosa assim já que seria usada para encomendar componentes do reator a empresas brasileiras e pagar o salário dos pesquisadores. Como o cálculo foi feito com base no salário médio europeu e os salários pagos aqui são inferiores, o custo na prática seria menor.

No entanto, o governo considerou o preço muito elevado, pois geração de energia não é uma área deficitária para o Brasil. Mesmo assim, o interesse pela participação brasileira se manteve alto. A alternativa foi o país participar, inicialmente, de colaborações internacionais ligadas ao consórcio, principalmente com Portugal e Inglaterra. “É como se fôssemos observadores, mas que também trabalham em vez de apenas observar”, conta o físico Odair Dias Gonçalves, presidente da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e coordenador da RNF. Ele acrescenta que

esse nível de participação não permitirá que o Brasil tenha acesso a patentes a serem desenvolvidas pelo ITER. “No entanto, há chance de no futuro nos tornarmos membros integrais do projeto, com todos os benefícios que isso acarreta”, completa Galvão.

O relatório da comissão de cientistas europeus destacava que a comunidade científica nacional de fusão precisava ter mais gente e ser mais coordenada. “É necessário um programa de governo para a área, algo que se estenda ao longo dos anos”, destaca o diretor do CBPF. A RNF surgiu em resposta a essa demanda, mas, para Gonçalves, ela permite ainda que o Brasil se mantenha competente na área, forme mão-de-obra qualificada e possa dominar a tecnologia. Segundo ele, o orçamento inicial de R\$ 1 milhão garantirá os meios para levar a cabo a interação entre os grupos.

Tanto Galvão quanto Gonçalves acreditam que esse é um passo importante para a nação. “A demanda mundial por energia continua aumentando e nenhuma das fontes alternativas é capaz de supri-la, só a fusão”, alerta o diretor do CBPF. “O Brasil tem que participar de todas essas iniciativas. Não pode ficar alheio ao futuro”, conclui o presidente da CNEN.

**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ



CARDIOLOGIA

## DENTES SAUDÁVEIS, CORÇÃO SEGURO

Pacientes com problemas de coração que tomam anticoagulante oral e são também portadores de periodontite têm agora um protocolo de tratamento, estabelecido por pesquisadores do Instituto Nacional de Cardiologia (INC), no Rio de Janeiro, que permite a realização do tratamento odontológico sem a suspensão do anticoagulante. A periodontite é uma doença infecciosa que atinge a raiz e o osso que suporta o dente e, de acordo com diversas evidências, ocasiona perda da eficácia de anticoagulantes – medicamentos muito utilizados por portadores de cardiopatias.

O dentista com mestrado em ciências cardiovasculares Paulo Moreira, que atua no INC, diz que o problema para pessoas que estão em tratamento de doenças cardíacas é que a evolução da periodontite provoca uma descarga bacteriana na corrente sanguínea que interfere na parede dos vasos sanguíneos. “Pacientes cardiopatas com periodontite em geral não respondem adequadamente ao tratamento cardíaco, mesmo quando submetidos a altas doses de varfarina, anticoagulante usado para evitar o entupimento dos vasos sanguíneos e das válvulas do coração (trombose). Dessa forma, eles ficam vulneráveis a novos problemas cardíacos”, explica.

A solução encontrada pelos pesquisadores foi estabelecer um atendimento diferenciado. “Dentro do INC temos um setor de tratamento odontológico, que prepara a cavidade oral dos pacientes encaminhados para a cirurgia cardíaca. Lá realizamos a remoção da placa de bactérias que fica aderida à raiz do dente e que se transforma em cálculo. Fazemos uma desinfecção através de raspagem e alisamento da parede radicular sem precisar parar o tratamento com o anticoagulante”, afirma Moreira.

Antes da aplicação do protocolo, os cardiopatas com periodontite suspendiam o uso de anticoagulantes para poder fazer o tratamento dentário, ficando assim sob risco. “Desde que começamos a tratar os dentes dos pacientes, vários deles mostraram melhora no tratamento da trombose e alguns tiveram, inclusive, a dose de varfarina reduzida”, comemora o pesquisador.

# Nem sempre onde há fumaça...

**P**ense em uma imagem que illustre os danos provocados pela queima de áreas de floresta. A visão que virá à mente da maioria dos leitores são chamas consumindo árvores e animais fugindo. Mas as queimadas provocam efeitos mais complexos a quilômetros de distância do foco do fogo: são mudanças no balanço radiativo e na química da atmosfera, resultantes, principalmente, da coluna de fumaça que se forma nessas ocasiões. Essa variável, até há pouco tempo subestimada, foi incorporada aos modelos usados para estudar os processos atmosféricos, tornando-os mais fiéis à realidade. Após a incorporação da variável, os cientistas perceberam que as partículas de fumaça permanecem na atmosfera por mais tempo do que se pensava até en-

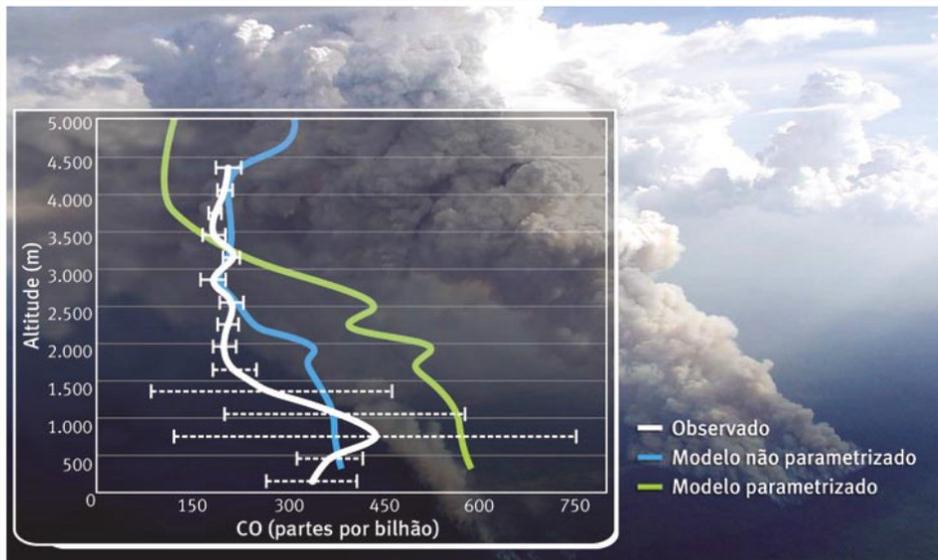
tão, e seus efeitos, portanto, também têm maior duração.

A fumaça liberada pelas queimadas tem três ações principais sobre a atmosfera, explica Saulo Freitas, geocientista do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), que desenvolveu a nova parametrização, incluindo as nuvens de fumaça nos cálculos de química atmosférica. A primeira delas é a modificação do balanço radiativo. “A nuvem de fumaça devolve a radiação solar para o espaço, restando menos energia para a realização de processos como a evaporação da água”, afirma o pesquisador.

A segunda é a inibição de chuvas por dois mecanismos diferentes: a restrição da ascensão de massas de ar e a diminuição do tamanho das gotas de água for-

madas dentro das nuvens. “A coluna de fumaça liberada pelas queimadas promove, na camada mais próxima ao solo, uma estabilização da atmosfera, dificultando o movimento de ascensão vertical das massas de ar que formariam as chuvas. Além disso, o aumento do conteúdo de material particulado (fuligem) faz com que as gotas de água não atinjam o tamanho mínimo para cair em forma de chuva. Isso porque a presença de mais partículas na atmosfera, mas com a mesma quantidade de água, faz com que as gotas formadas sejam menores e essas não tendem a se associar para formar gotas de chuva”, explica.

Por fim, a fumaça também predispõe à formação de ozônio, pois, além do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), as queimadas emitem metano ( $\text{CH}_4$ ) e óxidos nitrosos ( $\text{NO}_x$ ). Na presença de radiação solar e altas concentrações de  $\text{NO}_x$ , a oxidação do monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) e de hidrocarbonetos (compostos constituídos apenas de carbono e hidrogênio) é acompanhada de formação de ozônio ( $\text{O}_3$ ). Essa substância é benéfica apenas na estratosfera, onde compõe a camada que protege o planeta de raios ultravioletas e outras radiações solares nocivas ao homem. Na atmosfera mais próxima da superfície, o ozônio é prejudicial por ser uma substância tóxica quando absorvida por animais e plantas. “Portanto, apesar de provocar certo resfriamento ao diminuir a intensidade da radiação que atinge a Terra – o que, em princípio, diminuiria o efeito estufa –, a fumaça liberada pelas queimadas tem conse-



Perfil vertical de CO na atmosfera. A linha branca representa o perfil observado durante medições científicas na Amazônia em 2002. O resultado do modelo matemático que não incluiu o mecanismo de transporte da fumaça (linha verde) aponta maior quantidade de CO na camada atmosférica mais próxima da superfície. Já o modelo que utiliza a nova parametrização (linha azul) mostra maior presença de poluentes em níveis mais altos e está mais de acordo com as medições

## QUEIMADAS NO BRASIL

**Queimadas provocam danos diversos: perda da biodiversidade, empobrecimento do solo, poluição do ar, prejuízos à saúde humana e à aviação. Além disso, no Brasil, são consideradas a principal fonte emissora de gás carbônico, um dos causadores do efeito estufa (em outros países a atividade que mais colabora com o aquecimento do planeta é a queima de combustíveis fósseis).**

**De acordo com dados do CPTEC, ocorrem, em média, cerca de 200 mil focos de queimada por ano no país, a maioria deles na região amazônica, onde a prática é comum para limpeza de terrenos a serem utilizados para agricultura e pecuária.**

qüências negativas no balanço hídrico e químico do planeta (aumenta as concentrações de CO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> na atmosfera) e libera fuligem prejudicial à saúde humana”, conclui o cientista.

Antes do trabalho de Freitas, os modelos globais para estudo de química atmosférica, em geral, não consideravam as nuvens de fumaça e, quando consideravam, não tinham capacidade de representar a alta velocidade com que elas sobem para camadas mais altas da atmosfera. “A fumaça de uma queimada é como uma bóia em uma piscina que, quando trazida até o fundo, por ser menos densa que a água, retorna rapidamente para a superfície. A fumaça, por ser constituída de ar mais quente que a atmosfera ao redor, tende a subir rapidamente. Isso era algo que os modelos não conseguiam incorporar”, conta o geocientista.

Análises comparativas confirmaram que as partículas emitidas em casos de fogo na mata são carregadas para regiões mais altas da atmosfera. Dali, elas podem se espalhar, atingindo locais distantes da fonte emissora. Como os modelos anteriores não previam essa elevação, acreditava-se que o tempo de permanência das partículas na atmosfera era menor. “Em baixas altitudes, a própria gravidade e uma maior umidade fazem com que as partículas se-

jam removidas mais rapidamente; no entanto, percebemos que, no caso das queimadas, as partículas emitidas migram para partes mais altas da atmosfera, permanecendo por mais tempo nessas altitudes.”

Para se ter uma idéia, a combustão de 1 hectare de floresta gera uma coluna de fumaça que pode atingir vários quilômetros de altura (aproximadamente 10 km, região conhecida como alta troposfera). Essa fumaça é dispersa por ventos e outros processos atmosféricos, podendo se espalhar por uma área de milhões de quilômetros quadrados. Isso faz com que os efeitos sobre a radiação e as chuvas, por exemplo, sejam sentidos não só em escala local, mas também em escala regional, em locais distantes do foco do fogo, ou até global.

A parametrização desenvolvida por Freitas foi incluída no programa de acompanhamento de queimadas e de poluição atmosférica do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do Inpe, e também nos modelos usados pelo Centro Nacional para Pesquisa Atmosférica (NCAR, na sigla em inglês), principal entidade de pesquisa meteorológica dos Estados Unidos.

**Mariana Ferraz**  
*Ciência Hoje*/R]

## QUÍMICA

### ENERGIA A PARTIR DE DEJETOS SUÍNOS

Os porcos, sempre associados a sujeira e falta de higiene, começam a ser vistos como uma nova fonte de energia alternativa, limpa e renovável. Um grupo de cientistas do Centro de Pesquisas em Energias Alternativas e Renováveis (CPEAR), da Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul), acaba de desenvolver um processo que permite obter energia elétrica a partir de dejetos suínos sem liberação de gases poluentes.

O Biogás-H, como é chamado o sistema, funciona em três etapas. Primeiro, os dejetos são lançados em um biodigestor anaeróbico, que decompõe a matéria orgânica digerível por bactérias e a transforma em biogás. A segunda etapa é a de limpeza do biogás. Dali sai o gás metano puro, que vai para um reformador, misturado a vapor d'água. No reformador é extraído o gás hidrogênio, que poderá, finalmente, ser injetado em uma célula combustível.

A célula combustível gera energia elétrica a partir de uma reação química que usa como reagentes apenas hidrogênio e oxigênio. “Por ser muito eficiente e não poluir, poderá ser a fonte de energia do futuro”, prevê o engenheiro João Luiz Alkaim, coordenador do CPEAR.

Alkaim conta que a energia gerada pelos dejetos de um rebanho de mil suínos foi estipulada em 2,5 kW (quilowatts) por hora, em média – o suficiente para atender à demanda de uma escola ou três casas. O projeto, que tem a parceria da Eletrosul e da iniciativa privada, deve pôr o primeiro protótipo em funcionamento ainda neste semestre.

**Porco, fonte de energia alternativa, limpa e renovável**



FOTO: ARTUR MILANI/BENTO

O Brasil é alvo de 60 milhões de raios por ano, segundo levantamento realizado pelo Inpe



FOTO: ELAT/INPE

**FÍSICA** Raios elétricos causam R\$ 1 bilhão em danos à economia brasileira

## Prejuízo chocante

**O**s 60 milhões de raios que caem anualmente no Brasil resultam em cerca de R\$ 1 bilhão de gastos para as indústrias e empresas nacionais. Só o setor elétrico arca com 60% do prejuízo, concentrado principalmente nas áreas de distribuição e transmissão, sendo seguido pelas empresas de telecomunicação, com R\$ 100 milhões em perdas, e as seguradoras e os cidadãos, com gastos da ordem de mais de R\$ 50 milhões. As conclusões constam em um levantamento feito pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica (Elat) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

A primeira versão desse relatório ocorreu em 1995. Os resultados foram publicados em 1996, no primeiro livro sobre relâmpagos feito pelo Inpe. Na época, o acesso às informações era bem mais limitado e o grupo estimou as perdas em R\$ 500 milhões. “Nos últimos 10 anos, aprimoramos a metodologia, aumentamos o conhecimento e melhoramos a precisão da análise, além de expandir o número de

setores pesquisados”, conta o engenheiro eletrônico Osmar Pinto Jr., coordenador do Elat. Os pesquisadores se valeram das informações obtidas a partir de vários projetos entre o Inpe e empresas nacionais para cruzarem os dados. A imprensa também serviu de fonte para o levantamento.

### Grande e pequeno

Segundo Pinto Jr., há vários tipos de prejuízo para o setor elétrico, o campeão em perdas (R\$ 600 milhões). Eles vão desde a queima de equipamentos, como transformadores de distribuição, até a perda de faturamento por interrupção do fornecimento de energia. “Aproximadamente 70% dos desligamentos da rede de transmissão e 50% das quedas na distribuição são causados por raios”, informa o coordenador do Elat. Além disso, se o bloqueio da oferta de energia demorar muito, as empresas podem estar sujeitas a multas da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

Outro fator que pode afetar

é a flutuação de suas ações nas bolsas de valores. Quando o dano causado por um raio leva a uma queda dos índices de qualidade do serviço prestado, a cotação das empresas cai, acarretando uma perda maior de dinheiro. “É possível que o prejuízo para o setor seja ainda maior do que o calculado, mas não podemos afirmar isso, porque não conseguimos quantificá-lo”, explica Pinto Jr., acrescentando que há dificuldades em se obter essas informações, pois muitas são de caráter sigiloso.

Além dos setores com grandes gastos, há ainda outros com prejuízos menores, como o da aviação. Em média, um avião é atingido por um raio uma vez por ano. Embora seja muito difícil uma aeronave ser derrubada, a descarga danifica a fuselagem e força o avião a ficar parado para reparos, o que custa dinheiro para a companhia.

### Dois alertas

Um dado interessante surge quando se compara o levantamento brasileiro ao norte-ame-

ricano: os Estados Unidos são alvo de 30 milhões de raios por ano, metade da média do Brasil, mas gastam quatro vezes mais com os danos causados por eles. Para o coordenador do Elat, há dois motivos para isso. O primeiro é a intensidade dos incêndios florestais resultantes das descargas que assolam aquele país, onde esse problema ocupa o segundo lugar entre as fontes de prejuízo. A segunda razão é a diferença tecnológica da sociedade norte-americana, muito mais dependente de equipamentos avançados.

“Ambos são motivo de alerta para o Brasil”, declara Pinto Jr. Se as previsões sobre o aquecimento global se concretizarem – clima mais seco, solo mais suscetível etc. –, o Inpe projeta um aumento de 30% no número de raios que caem no país para cada grau centígrado que a temperatura subir. Com um aumento médio de 4°C a 5°C, o Brasil pode ter a incidência de raios mais que dobrada. “Daqui a 30 ou 40 anos, pode ser que tenhamos incêndios de grandes proporções”, alerta o coordenador do Elat.

Em sua opinião, o Brasil segue um modelo tecnológico igual ao dos Estados Unidos e mudar isso agora é muito difícil. Por isso, para o engenheiro, é preciso atacar o problema pelo outro lado, conscientizar a sociedade brasileira da necessidade de se pesquisar os raios e de se adaptar ou desenvolver tecnologias de proteção adequadas. “A maior parte dos dispositivos protetores que usamos foi construída no exterior, onde a climatologia é diferente. Ou seja, eles foram projetados para funcionar em condições distintas das nossas”, observa. “O Brasil é grande e tem áreas diversas. Temos que conhecer a realidade nacional”, afirma.

**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ

**DESMATAMENTO ZERO** • O governador de São Paulo, José Serra, apresentou, no mês passado, sua política ambiental, anunciando um pacote com 21 projetos estratégicos. Entre as metas, incluem-se desmatamento zero no estado, maior fiscalização em áreas de mananciais e na Serra do Mar, produção sustentável de etanol e repressão à circulação de madeira extraída ilegalmente da Amazônia. O governador cobrou maior ‘agressividade’ dos ambientalistas, citando a poluição do rio Tietê e as queimadas das lavouras de cana no interior do estado como exemplos da falta de mobilização desses grupos. Segundo Serra, São Paulo deverá se tornar “a vanguarda ambiental do país”.

## TECNOLOGIA

### SISTEMA IDENTIFICA PARASITOS INTESTINAIS

Um sistema para identificação de parasitos intestinais, mais preciso e seguro do que os métodos tradicionais, está sendo desenvolvido por pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O sistema fechado, no qual a amostra fecal processada só circula dentro de tubulações plásticas – eliminando o risco de contaminação do técnico –, consiste de um microscópio óptico equipado para automação, com aumento de 400 vezes, câmera digital, bomba peristáltica e um computador que controla esses equipamentos e executa a análise das imagens, identificando os parasitos da amostra.

Atualmente, o material coletado pelo paciente é processado no laboratório, resultando em um sedimento fecal do qual é retirada uma alíquota, que é transferida para uma lâmina microscópica convencional e analisada por técnicos no microscópio óptico. “É comum fazer uma primeira análise com aumento de 100 vezes; quando há algum indício de parasitos menores, a amostra é examinada com aumento de 400 vezes. A primeira visualização é capaz apenas de evidenciar a presença de helmintos (vermes), enquanto a segunda detecta também a presença de infecções por protozoários”, diz o engenheiro elétrico Alexandre Falcão, da Unicamp e coordenador do projeto.

A nova tecnologia possibilita a inspeção de todo o sedimento fecal processado (e não só de uma alíquota da amostra) com o aumento de 400 vezes. Além disso, o material permanece em tubos durante todo o processo, garantindo a segurança do técnico. “Uma bomba peristáltica suga o material fecal processado para uma lâmina tubular, que é acoplada na base do microscópio. O microscópio com câmera, por sua vez, está ligado a um computador que detecta e produz uma imagem com os parasitos isolados. É essa imagem que é avaliada pelo técnico”, explica Falcão. O sistema trabalha com 97,36% de precisão na detecção de parasitos.

Entre as próximas etapas a serem vencidas está o desenvolvimento de um banco de imagens maior para que o sistema possa também ser validado para identificar o gênero e a espécie do parasito detectado. Falcão ressalta que o aparelho detecta 17 dos cerca de 20 parasitos mais comuns no Brasil e acredita que estará no mercado em dois ou três anos. O trabalho é resultado de uma parceria entre os Institutos de Computação e Biologia da Unicamp, com o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).



FOTO ALEXANDRE FALCÃO

# Gestação mais segura

**P**rimera causa de morte materna no Brasil e uma das principais causas de parto prematuro, a pré-eclâmpsia agora pode ser diagnosticada de forma mais precisa. Utilizando o ecodoppler orbitário – método normalmente empregado para avaliar o fluxo sanguíneo ocular por meio de ultra-som –, foi possível detectar as alterações de fluxo sanguíneo que ocorrem nas pacientes com pré-eclâmpsia, identificando a presença e o estágio da doença, que se manifesta pelo aumento da pressão arterial na gestação e por

alterações generalizadas no organismo materno.

A principal descoberta que permitiu ao oftalmologista Alexandre Simões Barbosa, do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais, utilizar o exame na pré-eclâmpsia foi a constatação de que, ao contrário do que era relatado na literatura, o fluxo sanguíneo ocular em pacientes com pré-eclâmpsia aumenta. “A princípio esperávamos confirmar a redução do fluxo sanguíneo ocular. No entanto, após ter realizado o exame nas primeiras pacientes com pré-eclâmpsia, verificamos que ocorre exatamente o contrário”, explica Barbosa.

A diferenciação entre a pré-eclâmpsia e outras formas de hipertensão arterial durante a gestação, especialmente a hipertensão crônica, é um dos pontos fortes da nova técnica. Muitas vezes a diferenciação entre as duas condições é confirmada apenas após o parto. Além disso, com o estudo, foi possível demonstrar que o aumento do fluxo sanguíneo ocular ocorre antes do aumento da pressão. “Agora é possível distinguir com mais segurança as pacientes com pré-eclâmpsia daquelas com hipertensão crônica”, afirma o pesquisador.

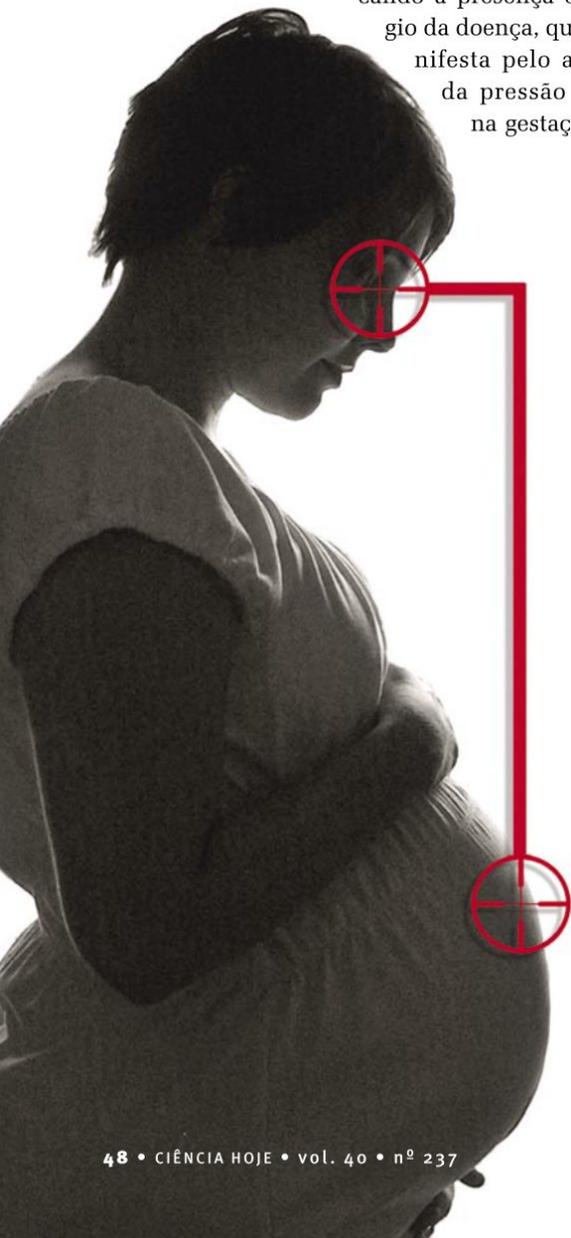
Outras vantagens do novo método são a agilidade no diagnóstico e a possibilidade de acompanhamento da gestante. Antes, o diagnóstico era baseado na medida da pressão e na pesquisa de proteínas na urina – condição conhecida como proteinúria – mas esses procedimentos podem levar mais de um dia e, segundo Barbosa, podem não ser suficientes para o

diagnóstico e acompanhamento do progresso da doença. “A agilidade no diagnóstico é muito importante, pois a pré-eclâmpsia pode se desenvolver rapidamente. Uma gestante que apresente a forma leve da doença pode desenvolver sua forma mais grave a qualquer momento. O comportamento da doença é imprevisível”, enfatiza.

A dopplerfluxometria das artérias oftálmicas, como o exame é chamado, é um procedimento simples, não invasivo, e pode ser repetido quantas vezes forem necessárias sem riscos para a paciente. Um aparelho é colocado sobre os olhos da paciente, produzindo imagens do globo ocular e dos vasos sanguíneos que permitem a obtenção dos chamados parâmetros de fluxo. Os resultados são obtidos durante a execução do exame.

A pré-eclâmpsia, em geral, causa nas gestantes dores de cabeça, alterações visuais como *flashes* luminosos e diminuição da visão, tontura e vômitos, entre outros sintomas, mas pode provocar também convulsões, acidente vascular cerebral e até a morte. Nos bebês, ela provoca o chamado sofrimento fetal – causado principalmente pela deficiência da placenta em suprir o feto – e pode levar ao baixo peso no nascimento e à prematuridade.

**Mariana Ferraz**  
Ciência Hoje/RJ





# Tumores sem defesa

**A** quimioterapia – um dos tratamentos mais utilizados para combater o câncer – apresenta uma grande desvantagem: na maioria dos pacientes, as células cancerígenas, com a repetição do tratamento, adquirem resistência aos medicamentos utilizados. Um grupo específico de proteínas fosfatases, porém, pode estar envolvido na aquisição de resistência a quimioterápicos. Segundo pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que estudaram o assunto, o bloqueio dessas proteínas é capaz de reduzir tal resistência.

A descoberta desse processo, patenteado em outubro passado, foi fruto de resultados independentes obtidos em anos de investigação. A bioquímica Carmen Veríssima Ferreira, uma das pesquisadoras à frente do estudo, junto com Hiroshi Aoyama, do Instituto de Biologia da Unicamp, lembra que muitas pessoas contribuíram para a descoberta. Ela cita a doutoranda Karla Cristiana Queiroz, a aluna de iniciação científica Maria Augusta Sartori da Silva e a bióloga Marilena Bezerra Jucá. “Foram elas que perceberam as diferenças entre o nível de fosfatase de uma célula leucêmica e uma célula leucêmica resistente, oferecendo-nos o indício de que estávamos no caminho certo”, diz a pesquisadora.

Segundo Ferreira, o objetivo é dar início à formulação de um medicamento que diminua a resistência aos quimioterápicos – agentes que dificultam os processos metabólicos relacionados à multiplicação das células doentes, pois, devido a mutações, elas

crescem a uma velocidade muito maior que as normais.

Os fatores que provocam a resistência, porém, continuam desconhecidos. “A única coisa que sabemos é que a célula encontra uma forma de ‘jogar’ o fármaco para fora. Por isso o tratamento exige uma dosagem de remédio cada vez maior para a obtenção dos mesmos efeitos. Como consequência, aumenta a intensidade dos efeitos colaterais, como queda de cabelos, febre e enjoos”, explica Ferreira.

O medicamento em teste na Unicamp, ao mesmo tempo em que diminui a resistência das células cancerígenas, ou seja, faz o tumor voltar a responder ao tratamento, é capaz de reduzir a quantidade de quimioterápicos necessária para a ação terapêutica. “Conseguimos diminuir em 20 vezes a concentração necessária do remédio, e seu efeito também se produz em menos tempo”, afirma a pesquisadora, acrescentando que um dos objetivos da próxima fase do estudo é esclarecer como as fosfatases influenciam nesse mecanismo. A ação desse grupo de proteínas foi estudada apenas em células leucêmicas e de câncer de próstata.

Ferreira diz que, nas próximas fases do estudo, o câncer de pâncreas também será investigado. Os testes *in vivo* (experimentação em animais) já começaram, mas ainda não são conclusivos. “Confirmamos completamente nossas hipóteses sobre a ação das fosfatases nos testes *in vitro* (experimentação feita diretamente nas células em cultura). No entanto, os experimentos feitos em animais são bastante

preliminares. Não podemos ainda afirmar com absoluta certeza que os resultados confirmarão a ação benéfica dos inibidores das proteínas fosfatases na reversão da resistência, embora tudo indique que sim”, observa a bioquímica.

Como o mecanismo foi testado em apenas três tipos de câncer, não é possível dizer se funcionará em todos. Ferreira alerta que ainda não se pode prever quando o medicamento estará pronto. “Estamos desenvolvendo testes com animais. A seguir, passaremos a testes com humanos, o que é complicado e exige tempo.”

Em função dos resultados obtidos, os pesquisadores supõem que os inibidores de fosfatases podem ser úteis também na diminuição da resistência a antibióticos, uma vez que o processo de aquisição de resistência das bactérias aos remédios é parecido com o que acontece nas células cancerígenas. “Mas essa hipótese precisa ser verificada com estudos mais aprofundados”, completa a pesquisadora.

**Franciane Lovati**

Especial para *Ciência Hoje/RJ*





Área do litoral de São Paulo e Paraná abrangida pelo projeto Cruzeiros Científicos. O traçado em vermelho e amarelo mostra o caminho percorrido pelos pesquisadores

**OCEANOGRAFIA** Projeto Cruzeiros Científicos explora uma das áreas de mais difícil acesso da costa brasileira

# Paisagem única

**H**á pouco mais de um ano, todo mês um barco deixa a cidade de Cananéia, no litoral sul de São Paulo, para percorrer importantes unidades de conservação e espaços geográficos isolados da civilização na fronteira entre a costa paulista e paranaense. Não se trata de turismo. São pesquisadores do projeto Cruzeiros Científicos que encararam o desafio de desvendar os segredos da biodiversidade da região. As atividades se concentram por ora

no levantamento da fauna local. A iniciativa se deve a um esforço conjunto da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e do Instituto de Pesquisas Cananéia (IPEC). A cidade de onde a equipe parte fica acima de um grande estuário (nome dado à região onde um rio encontra o mar) e, por isso, reúne elevada variedade de espécies exclusivas. “Em breve, teremos um mapa específico da distribuição das espécies que estamos identificando”, prevê o biólogo do IPEC Renato Garcia Rodrigues, responsável técnico e coordenador do projeto. “Como a região é pouco conhecida, estamos mapeando as zonas perigosas e as áreas onde é possível navegar.” A meta é capacitar pessoal de nível superior para trabalhar na área, já que, segundo o biólogo, há enorme carência nesse sentido. Outro objetivo é viabilizar a realização de



No verão, mudanças bruscas de clima são comuns na área explorada pelo projeto Cruzeiros Científicos. A recompensa vem em forma de belas paisagens. Uma das idéias do projeto é interagir com a população caiçara (ao lado) para conhecer as carências da comunidade local



FOTOS: RODRIGO HYPOLITHO

pesquisas de interesse de cada um dos integrantes do grupo.

Estímulo para isso é o que não falta. Afinal, além da possibilidade de coletar dados novos para a ciência, os pesquisadores trabalham em meio às mais deslumbrantes e inacessíveis paisagens de nossa costa. As expedições são feitas de forma extremamente econômica, gastando-se apenas com alimentação, material de pesquisa e combustível para os deslocamentos da embarcação. Até agora já foram concluídos estudos sobre o boto-cinza (*Sotalia guianensis*), o jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), lontras, tartarugas e aves aquáticas, entre outras espécies.

### Roteiro exuberante

O grupo sai da praia de Cananéia, a 272 km da capital paulista, e segue para a ilha do Bom Abrigo, referência na região para a prática de mergulho. Dali, parte em direção à porção sul da Estação Ecológica dos Tupiniquins, que abrange as ilhas Cambriú, Castilho e Figueira, em São Paulo. “Nessas ilhas, monitoramos cetáceos e tartarugas, entre outras espécies marinhas”, conta Rodrigues.

O destino seguinte é a ilha das Peças, localizada no Parque Nacional do Superagüi, já em território paranaense, onde os pesquisadores passam a primeira noite. Enquanto um grupo sai à procura de jacarés, os demais descansam para, ao amanhecer, ir em busca de aves. O revezamento se deve ao tamanho da embarcação principal, o barco Lobo-marinho, de 10 m de comprimento, com capacidade para oito pessoas. Uma voadeira e dois caiaques servem de apoio. A equipe percorre os rios da região para monitorar a fauna. Como as águas são pouco profundas, só os barcos menores são utilizados com essa finalidade.

Energias repostas, os pesquisadores seguem em direção à



RENATO GARCIA RODRIGUES

comunidade do Tibicanga, passando pela baía das Laranjeiras, para um novo pernoite e uma nova rodada de estudos. No início do terceiro dia, o Lobo-marinho ruma em direção à Vila Fátima enquanto monitora a baía dos Pinheiros. Após a última noite, o barco atravessa o canal do Varadouro, que liga o litoral norte do Paraná à região de Cananéia, e os canais que margeiam o Parque Estadual da Ilha do Cardoso. Daí retornam ao ponto de partida.

### Cruzeiro sociocultural

Rodrigues conta que o projeto tem ainda outro objetivo, de interesse social. “Durante as viagens, procuramos interagir com a população caiçara, para conhecer suas necessidades”, conta. A partir de demanda da própria comunidade, a equipe vai oferecer programas de capacitação técnica para monitores ambientais, que permitirão ao morador local trabalhar como guia turístico. A tentativa de aliar conservação da natureza e respeito às comunidades tradicionais está na base das ações do projeto Cruzeiros Científicos.

A interação entre visitantes e nativos se firma também a partir de atividades culturais, que ocorrem semestralmente, como exibição de filmes e documentários, e apresentação de teatro de bonecos. Os cruzeiros rendem também trabalhos artísticos que registram a natureza e a cultura



FOTO RODRIGO HYPOLITHO

Praias arenosas do complexo de ilhas visitadas pela expedição servem de local de descanso e alimentação para diversas aves, algumas delas migratórias. O jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) vive em rios e canais do complexo formado na fronteira do litoral paulista e paranaense

locais por meio de ensaios fotográficos e documentários audiovisuais, posteriormente apresentados ao grande público. “Em algumas das próximas viagens, é nossa intenção levar artistas plásticos a bordo do Lobo-marinho, para que a beleza da região possa ser captada de forma mais livre.”

Segundo Rodrigues, no início as comunidades ribeirinhas recebiam a equipe com certo receio e desconfiança. Possivelmente porque outros pesquisadores que passaram antes pela região não se preocuparam em criar vínculos com a população. O cruzeiro sociocultural surgiu, portanto, para melhorar a relação entre os integrantes do projeto e a comunidade local. “Um aprende com o outro, e todo mundo sai ganhando”, comemora o biólogo.

### Wilson Barros

Especial para *Ciência Hoje*/PR

# Uma pancada e tanto

**I**dentificada no final de 2004, a cratera de Vista Alegre, localizada no município de Coronel Vivida, a 340 km de Curitiba, acaba de se transformar no mais novo destino turístico do Paraná. Pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e da Mineropar (empresa estatal de recursos minerais) que participam do projeto elaboraram painéis explicativos sobre a cratera com o objetivo de divulgar estudos na área de geociências.

Dois painéis, com informações em inglês e português, já foram erguidos no local, e está prevista a construção de um mirante na



Localização da cratera de Vista Alegre, no Paraná – na imagem em detalhe, a linha branca mostra a feição perfeitamente circular dessa formação, uma evidência de que ela se formou por impacto de meteorito

borda da cratera que permitirá que ela seja visualizada em toda a sua extensão. A idéia é despertar o interesse do grande público para as formações geológicas, associando turismo e divulgação científica.

A cratera de Vista Alegre, a quinta descoberta no Brasil, tem 9,5 km de diâmetro e se formou pelo impacto de um meteorito que caiu há dezenas de milhões de anos no local. O geólogo da Unicamp Alvaro Penteado Crósta, que lidera as pesquisas na área desde a identificação da cratera, explica que ainda não é possível

IMAGEM CEDIUA POR ALVARO PENTEADO CRÓSTA

## CRATERAS NO BRASIL

Na Terra, já foram descobertas 172 crateras de impacto até agora. No Brasil, antes da identificação da cratera de Vista Alegre, em 2004, eram conhecidas apenas quatro formações comprovadamente desse tipo: o Domo de Araguinha (MT/GO), as crateras do Riachão (MA) e da Serra da Cangalha (TO), e o Domo de Vargeão (SC). Existem ainda no Brasil sete outras estruturas circulares suspeitas de terem sido formadas pelo impacto de corpos celestes: Colônia (SP), São Miguel do Tapuio (PI), Cerro Jarau (RS), Piratininga (SP), Santa Marta (PI), Inajah (PA) e Curuçá (AM). A cratera de Vista Alegre (PR) fica a apenas 100 km do Domo de Vargeão (SC), o que sugere a possibilidade de serem 'crateras gêmeas'. Estruturas desse tipo se formam quando um asteróide ou cometa se rompe em dois corpos menores ao entrar na atmosfera terrestre.

determinar com precisão a época de ocorrência do impacto. “São necessários mais estudos para ter esse dado”, diz. “Mas, pela idade das rochas afetadas, é possível dizer que a queda se deu há aproximadamente 120 milhões de anos.”

O desnível entre a borda e o fundo da cratera é de até 150 m, e dentro dela surgiu o bairro rural de Vista Alegre. O interior relativamente plano da formação favoreceu a agricultura, e diversas famílias vivem no local.

A identificação da feição geológica aconteceu de forma curiosa. Ao ler uma notícia sobre os estudos de Crósta em outra cratera no Sul do Brasil, em Vargeão (SC), um engenheiro florestal que havia trabalhado perto de Vista Alegre procurou o geólogo para contar que conhecia uma formação semelhante à de Santa Catarina. Crósta deu crédito à informação recebida. “Após analisar algumas imagens de satélite e visitar o local, vimos que se tratava de uma estrutura formada pela queda de um meteorito.” Uma evidência disso, segundo o geólogo, é o fato de a deformação ser perfeitamente circular. A análise das rochas revelou ter havido uma liberação de energia típica dos choques de corpos celestes.

Crósta explica que as crateras de Vargeão e Vista Alegre têm um traço comum: ambas se formaram em basalto (rocha vulcânica de que há extensos e espessos deramamentos no Sul do Brasil). Antes de sua descoberta, conhe-

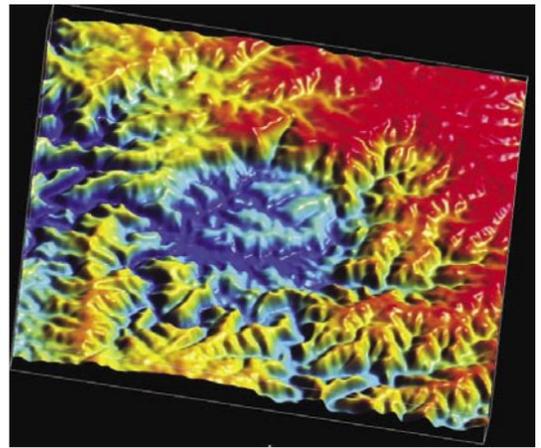
cia-se apenas uma cratera de impacto formada em rocha basáltica. Mas essa formação, localizada na Índia, é recente e pequena, com cerca de 500 m de diâmetro.

O geólogo salienta que as rochas predominantes na Lua e em planetas sólidos como Marte e Vênus são de composição basáltica. Segundo ele, tanto a Terra e a Lua quanto esses planetas foram, ao longo da história do universo, atingidos por corpos celestes. “As crateras de Vista Alegre e Vargeão podem, então, servir de modelos análogos para o estudo da evolução de outros corpos planetários”, diz Crósta. O pesquisador prevê o avanço de estudos internacionais graças à nova descoberta.

### Fenômeno raro

Impactos de meteoritos de grande porte são fenômenos raros na Terra. Estudos feitos em todos os continentes a partir da identificação de crateras abertas por esses corpos celestes apontam que o número de casos não chega a duas centenas (ver ‘Crateras no Brasil’). Os choques de meteoritos com a Terra e outros planetas são cada vez mais raros porque hoje, diferentemente do que ocorria no passado, há um número muito menor de corpos celestes vagando no espaço. Há bilhões de anos um grande número desses corpos bombardeava a superfície de planetas, mas diminuíram com o passar do tempo, absorvidos pelas forças de gravitação em ação no universo.

Crósta lembra que um impacto



semelhante ao ocorrido no Paraná e em Santa Catarina – mas de proporções muito maiores – levou os dinossauros à extinção. “Há 65 milhões de anos, mais de 60% das formas de vida se extinguiram na Terra por causa da queda de um monumental asteróide no Golfo do México, que formou a cratera de Chicxulub, hoje submersa.”

“No caso de Vista Alegre, certamente houve extinção de vida local e regional”, afirma o geólogo. Segundo ele, boa parte do sul da América do Sul foi afetada, senão pela onda de choque, ao menos por seus efeitos posteriores, como mudanças climáticas e queda de chuva ácida. De acordo com os estudos da Unicamp, a energia liberada na colisão foi equivalente à explosão de aproximadamente 250 mil bombas atômicas como a lançada sobre Hiroshima, Japão, no fim da Segunda Guerra Mundial.

### Célio Yano

Especial para *Ciência Hoje*/PR

Cratera de Vista Alegre em imagem de satélite que mostra o relevo (em azul, as áreas mais baixas; em vermelho, as mais altas)

Imagem panorâmica (abaixo) da cratera de Vista Alegre, no oeste do Paraná. Ao centro, o bairro rural que dá nome à cratera

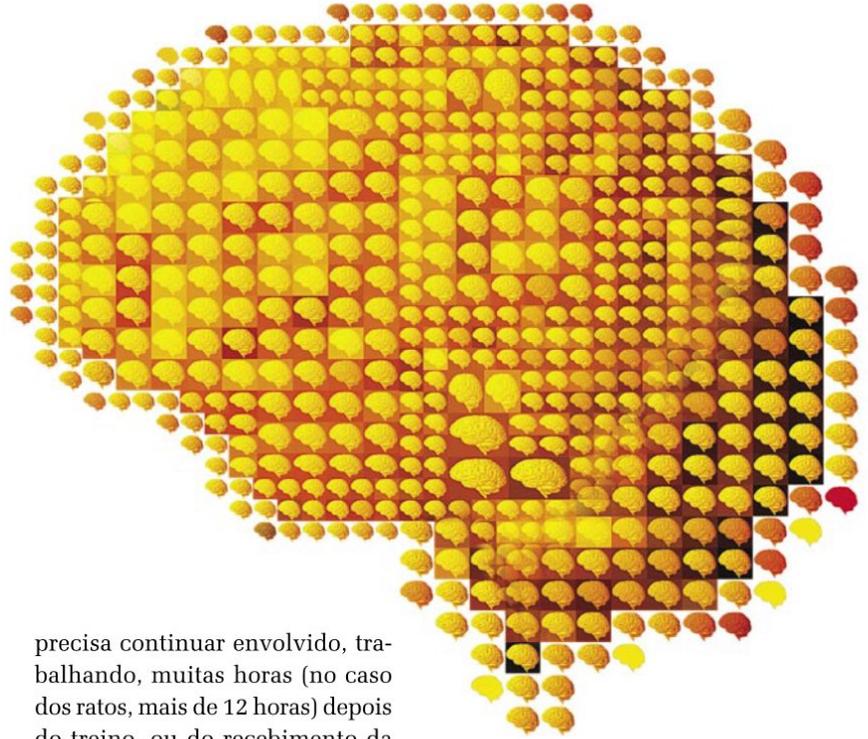


# Lembranças duradouras

**A** capacidade do cérebro de guardar informações e de recordá-las no momento desejado sempre intrigou os cientistas. Como, afinal, isso acontece? A resposta parece estar, em parte, na expressão de uma proteína na área do cérebro conhecida como hipocampo, segundo conclusões de um estudo feito em parceria por pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) e da Universidade de Buenos Aires, na Argentina.

A proteína em questão é a BDNF, um fator de crescimento do cérebro, ou seja, uma proteína que envia sinais para que os neurônios cresçam e estabeleçam ligações entre si. Os neurocientistas Martín Cammarota e Iván Izquierdo, ambos da PUC-RS, desenvolveram junto com suas equipes um estudo no qual ratos foram treinados para não descer de uma superfície. “Os animais ficavam sobre uma plataforma e, caso descessem, levavam um pequeno choque”, explica Cammarota. Após 12 horas do término do treino, eles eram recolocados no local e testados quanto à permanência do aprendizado enquanto tinham a atividade cerebral monitorada. “Percebemos que a expressão da BDNF aumentava quando o rato precisava lembrar do que aprendera.”

Para testar a influência da proteína, os pesquisadores usaram métodos moleculares que impediam a síntese ou a ação da BDNF. “Quando fizemos isso, os ratos esqueceram que não podiam descer de onde estavam”, conta o biólogo. Esse resultado foi interpretado da seguinte maneira: o cérebro



precisa continuar envolvido, trabalhando, muitas horas (no caso dos ratos, mais de 12 horas) depois do treino, ou do recebimento da informação, para que ela realmente se consolide na memória.

A principal implicação dessa descoberta, segundo Cammarota, é a dissociação dos fenômenos de formação e permanência da memória. Ele diz que, normalmente, o conceito de construção inclui o de permanência, mas a experiência realizada mostra que, para a memória, isso não é verdadeiro. “Ao ‘apagarmos’ uma memória formada, através do bloqueio da ação da BDNF, mostramos que o mecanismo de persistência da informação no cérebro é um fenômeno mais complexo do que se imaginava”, afirma.

O pesquisador observa ainda que a memória não é unidimensional e que a maioria dos estudos aborda o quanto é lembrado de determinado acontecimento, uma dimensão conhecida como amplitude. “Até hoje se achava que,

quanto maior a amplitude, maior a durabilidade, ou seja, quanto mais intenso um fenômeno, mais tempo nos lembraremos dele”, afirma. Os resultados da nova pesquisa mostram, no entanto, que amplitude e durabilidade são dimensões distintas e sugerem que é possível modificar uma independentemente da outra, inclusive por meio da aplicação de fármacos. Mas Cammarota enfatiza que o objetivo de sua equipe não é intervir em nenhum desses fenômenos, nem mesmo criar novos remédios: “Fazemos pesquisa básica, somos movidos pela curiosidade de entender como o cérebro armazena informação”, conclui.

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

ASTRONOMIA Estudo procura desvendar fenômeno que está acelerando expansão do universo

# Luz sobre a energia escura

O universo não está apenas em expansão – está em expansão acelerada. A causa disso seria a energia escura, fenômeno descoberto em 1998 e cujo entendimento completo ainda escapa aos pesquisadores. Isso pode começar a mudar a partir de 2010, quando se inicia um dos maiores projetos de cosmologia observacional – óptica e do infravermelho próximo – já empreendidos: o Mapeamento de Energia Escura (DES, na sigla em inglês), um esforço científico envolvendo quatro países (Brasil, Espanha, Estados Unidos e Reino Unido). Participam da iniciativa 20 instituições de pesquisa, incluindo o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), o Observatório Nacional (ON) e os institutos de física das universidades federais do Rio de Janeiro e do Rio Grande do Sul. Em março último, os cientistas envolvidos na parte brasileira do DES realizaram um encontro no ON para apresentar o trabalho para as outras áreas da comunidade científica.

Atualmente na fase de pesquisa e desenvolvimento, o DES utilizará o telescópio Blanco, do Observatório Interamericano Cerro Tololo (CTIO, na sigla em inglês), no Chile, para varrer cerca de 25% do céu noturno do hemisfério Sul, o que corresponde a cerca de 10% do espaço celeste visível a partir do planeta. As imagens digitais serão obtidas durante 525 noites, ao longo de cinco anos, empregando cinco filtros, que cobrem preferencialmente a região vermelha do espectro visível. Estima-se que serão identificadas 400 milhões de galáxias, 40 mil aglomerados

de galáxias e mil supernovas, que formam a base dos testes a serem realizados na exploração da natureza da energia escura.

Ao todo, o projeto deve gerar 500 terabytes de informação bruta e 2 petabytes (1 terabyte equivale a mil gigabytes e 1 petabyte equivale a mil terabytes) de produtos que ajudarão a desvendar a natureza da energia escura. “O grande destaque do DES é que, apesar de cobrir uma área do céu menor que a de uma iniciativa anterior, ele o fará com maior profundidade, captando objetos mais tênues, o que resultará em um volume de dados quatro vezes maior”, conta o cosmólogo Martín Makler, do CBPF.

Os dados produzidos pelo DES serão analisados por quatro métodos distintos e complementares que, quando combinados, darão uma estimativa mais robusta da

densidade da energia escura, bem como de uma possível variação no tempo da sua equação de estado. Os métodos incluem a distribuição de galáxias em grandes escalas, a distribuição de aglomerados, o efeito de lentes gravitacionais e a distância de supernovas. “Foi através da observação de supernovas do tipo Ia que se descobriu a energia escura em 1998”, explica o físico Ioav Waga, do Instituto de Física da UFRJ (ver ‘Acelerador do universo’).

## Desenvolvimento e participação

As preparações do DES envolvem simulações numéricas da evolução do universo e a modernização do CTIO. O telescópio ganhará uma nova câmera digital, atualmente em construção, com 60 sensores, chamados dispositivos de carga acoplados ou CCDs, ▶



As imagens do céu noturno produzidas pelo DES permitirão determinar com mais precisão a densidade da energia escura e servirão ainda para vários outros estudos cosmológicos, como a estrutura da nossa galáxia e a identificação de objetos frios, como as anãs-brancas

## ACELERADOR DO UNIVERSO

A expansão acelerada do universo foi descoberta em 1998 por dois grupos de pesquisa astronômica que estudavam supernovas (explosões de estrelas em fase final de evolução) do tipo Ia. Estrelas dessa categoria têm a peculiaridade de emitirem quantidades de energia similares. Essa característica é tão marcante que passou a funcionar como uma ferramenta de pesquisa e as Ia ganharam o título de vela-padrão.

Com base nas observações de supernovas próximas da Terra, das quais se sabia a distância, os pesquisadores puderam determinar o quanto de energia, tipicamente, essas estrelas emitem por unidade de tempo. Sabendo isso e medindo o quanto de energia chega à Terra, bem como o deslocamento para o vermelho (o desvio da luz em direção ao vermelho do espectro), é possível determinar a distância da estrela. Estudando as Ia distantes do planeta, os pesquisadores descobriram que elas eram mais tênues, ou estavam mais longe, do que se esperava. Isso levou à conclusão de que o universo não está apenas se expandindo, mas também acelerando.

“A energia escura é a causa dessa aceleração e, embora não saibamos exatamente o que é, temos algumas possíveis explicações”, conta o físico Ioav Waga, do Instituto de Física

da UFRJ. Aquela com mais respaldo dos dados observacionais é a da constante cosmológica, proposta pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955). Einstein acreditava que o universo era estático, por isso sugeriu a existência de uma força repulsiva que compensava a atração da gravidade em grandes distâncias. “Com a descoberta da expansão do cosmos, Einstein considerou sua idéia da constante cosmológica o maior erro científico de sua vida, mas, aparentemente, ele não estava tão enganado assim”, explica Waga.

Outras explicações para a energia escura envolvem a existência de uma partícula hipotética de massa muito pequena e com propriedades específicas (no jargão da física, com *spin* zero), modificações na teoria da gravitação ou, simplesmente, a idéia de que o efeito seria aparente, causado por diferentes taxas de expansão para diferentes regiões do universo. Waga acredita que, com o DES e os avanços teóricos paralelos à iniciativa, os pesquisadores deverão progredir consideravelmente em direção ao conhecimento da natureza da energia escura. “Reduziremos bastante o número de explicações, especialmente com experimentos futuros, como o LSST e o satélite SNAP, que deverá observar 2 mil supernovas Ia por ano”, observa.

que equivalem a 500 megapixels (milhões de pontos que formam uma imagem em uma tela) de resolução e cuja nova tecnologia os torna mais sensíveis ao espectro vermelho do que os disponíveis atualmente. Outra área sob o foco da etapa inicial do DES é a de gerenciamento e controle de dados. “Estima-se que cada noite de observação gerará 300 gigabytes (GB) de informação”, revela o físico Luiz Nicolaci da Costa, do ON e coordenador do DES-Brasil.

Segundo ele, a transferência e armazenamento desses dados é uma das responsabilidades do Brasil na parceria. “Inicialmente, o CTIO mandará as informações coletadas para o Centro Nacional de Aplicações de Supercomputação [NCSA, na sigla em inglês] da Universidade de Illinois, nos Estados Unidos. Nós, então, teremos que transferi-los para cá para nosso uso e, depois de um ano, quando eles se

tornarem públicos, disponibilizá-los para a comunidade científica que não está afiliada ao DES”, informa Nicolaci.

Uma das contribuições do DES-Brasil para o projeto é o desenvolvimento de um programa de computador para esse gerenciamento dos dados. O trabalho usa elementos do sistema desenvolvido por Nicolaci e sua equipe para os levantamentos de imagens realizados pelo Observatório Europeu do Sul (ESO, na sigla em inglês) entre 1997 e 2005. No futuro, o programa servirá para a criação do sistema Astrosoft, que poderá ser usado não só para administrar, processar e distribuir a informação gerada pelo DES, mas também para explorar as bases de dados espalhadas pelo mundo.

### Reunir esforços

Para Nicolaci, o DES tem um escopo muito grande e envolve vários campos da astronomia e da

tecnologia da informação, como processamento de imagem, banco de dados e computação em grade. “A idéia é ser abrangente e agregar. Queremos atrair profissionais de outras áreas e reunir esforços”, declara. Ele acrescenta que o grande volume de informação gerado pode ser usado para uma gama enorme de aplicações e não apenas para o estudo da energia escura. “O DES produzirá um banco de dados gigantesco que poderá ser aproveitado para o estudo de galáxias e a identificação de objetos frios, como estrelas anãs-brancas, entre outras atividades”, completa Makler.

O coordenador do DES-Brasil vê o projeto como uma maneira de modernizar a astronomia brasileira e investir no capital humano nacional. “É difícil ser competitivo internacionalmente quando os projetos giram em torno de bilhões de dólares. Nosso trabalho com o desenvolvimen-

to de programas de computador fará com que não venhamos a depender de terceiros para conduzir esse tipo de pesquisa”, afirma. Para Waga, os desafios de se participar de uma colaboração internacional dessa escala ajudarão no desenvolvimento e amadurecimento da comunidade científica. “A troca com pesquisadores do mundo inteiro será muito importante, bem como a união de astrônomos e físicos teóricos para elucidar mistérios”, comenta.

“O Brasil não participa diretamente de qualquer outro projeto internacional de cosmologia na área óptica, por isso sua presença no DES, uma das maiores iniciativas desse gênero, é tão significativa para os cosmólogos”, acrescenta Makler. A participação no DES serviria ainda para capacitar a comunidade nacional para o projeto seguinte, o do Grande Telescópio Sinóptico de Pesquisa (LSST, na sigla em inglês). O LSST irá cobrir o céu visível a cada três noites e seus dados serão publicados em tempo real.

Nicolaci ressalta que o aproveitamento dos dados do DES e do LSST depende de redes e grades de computadores, área conhecida como *e-science*. Segundo ele, esse tipo de iniciativa está se tornando mais comum entre os grupos de pesquisa brasileiros, mas ainda não existe uma política bem definida por parte do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) para articular essa infra-estrutura. Para o coordenador do DES-Brasil, isso é indispensável para ampliar o escopo da pesquisa brasileira. “Assim como o céu é o mesmo para todos, sem barreiras, a ciência deve ser sem fronteiras”, conclui.

**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ

## AGRONOMIA

### SENHORES DAS MOSCAS

Uma fábrica de moscas da espécie *Ceratitis capitata*, a mosca-do-mediterrâneo, pode reduzir o prejuízo de US\$ 120 milhões por ano causado por esse inseto às culturas frutíferas do Brasil, como as de goiaba, manga e uva. Para combater a praga, substituindo o uso de agrotóxicos, o Ministério da Agricultura e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) importaram a tecnologia, que por enquanto só existe no exterior.

Instalada em Juazeiro (BA), com apoio dos ministérios de Ciência e Tecnologia, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Integração Nacional, a fábrica usa linhagens que só produzem machos da *C. capitata*, os quais são esterilizados por raios X e liberados no ambiente em quantidade superior à dos machos selvagens. “Assim, as fêmeas livres na natureza acabam copulando mais com os espécimes estéreis e produzem ovos inférteis, reduzindo a população”, explica o biólogo Aldo Malavasi, presidente da Moscamed Brasil, empresa sem fins lucrativos criada para gerenciar a iniciativa.

O projeto-piloto obteve uma redução de 80% da infestação de *C. capitata*. Os machos esterilizados, que vivem cerca de



Machos estéreis da mosca-do-mediterrâneo (*Ceratitis capitata*) são usados para conter a praga causada por esse próprio inseto

um mês, são liberados semanalmente. “Esse processo continua indefinidamente, pois, como há migração da mosca de outras áreas para a região tratada, não é possível erradicá-la”, conta o biólogo. No momento, a fábrica produz 5 milhões de moscas por semana destinadas à região do vale do São Francisco, entre Juazeiro e Petrolina (PE). Há planos de expandir a produção para outras espécies de praga, como a lagarta-da-maçã (*Cydia pomonella*) e a mosca-do-chifre (*Haematobia irritans*), que ataca o gado. “O sistema é o mesmo, criar machos estéreis que são liberados na natureza, mas ainda não desenvolvemos linhagens para a sua produção”, conclui Malavasi.

**LAGOAS DA BARRA** • Para reparar as dramáticas condições ambientais das lagoas da Barra da Tijuca, no Rio de Janeiro, é preciso adotar um conjunto de ações que envolvem desde urbanização e saneamento básico à dragagem para recuperação do espaço aquático perdido com o assoreamento. A afirmação é de Paulo César Rosman, do Programa de Engenharia Costeira e Oceânica da Coppe da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Ele propõe também a construção de canais interligando as lagoas de Jacarepaguá e da Tijuca ao Canal de Sernambetiba, o que aumentaria o fluxo das águas do sistema lagunar, evitando a atual estagnação das lagoas. As chuvas do início deste ano agravaram o quadro de poluição, com a presença de algas cinco vezes acima do nível máximo permitido. Rosman admite, no entanto, que a situação é crônica e, por isso, não se deve esperar uma solução a curto prazo.

**PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS** • Para organizar ações estratégicas, coordenadas entre os setores científico e produtivo do país, com vistas ao desenvolvimento científico e tecnológico na área de proteção de sistemas elétricos contra os efeitos das descargas atmosféricas, foi criada em abril a Rede Brasileira de Sobretensões Atmosféricas (Resat). Fruto de uma iniciativa da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica, em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), a Resat busca a participação de todos os segmentos envolvidos nessa área, incluindo entidades de pesquisa, fabricantes de produtos e o setor de energia e comunicação, que podem se cadastrar no portal [www.resat.com.br](http://www.resat.com.br).

# Doenças do sangue têm causa desvendada

A descoberta de uma nova mutação em um dos genes envolvidos na produção de células do sangue revela que a síntese desses tipos celulares é mais complexa do que se imaginava. O gene em questão se chama GATA-1. Ele codifica as proteínas GATA-1 e GATA-1S, importantes na diferenciação das células-tronco do sangue em glóbulos vermelhos (hemácias) e plaquetas. A novidade é a constatação de que, em humanos, uma mutação hereditária no gene GATA-1, capaz de provocar a ausência da proteína GATA-1, causa anemia e alterações nas plaquetas. Experiências feitas em camundongos indicavam que a falta da proteína não gerava nenhum tipo de patologia.

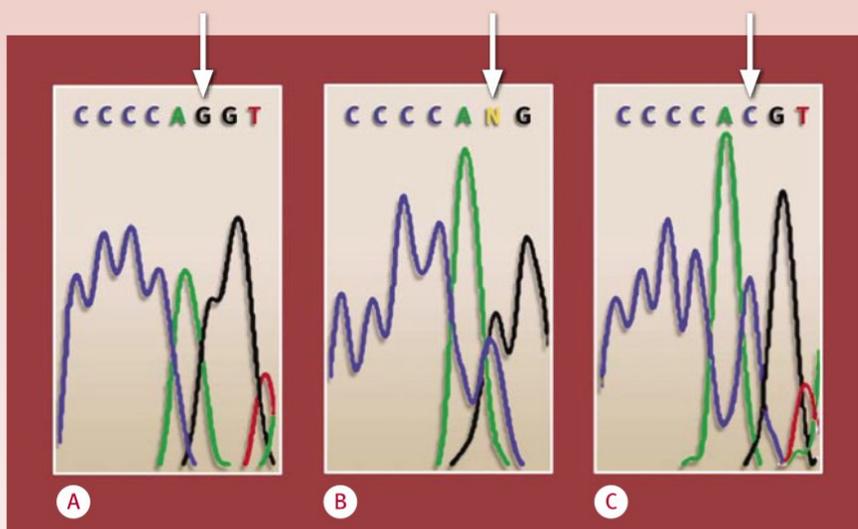
A conclusão, que resultou de uma pesquisa liderada pelo médico Fernando Ferreira Costa, do Hemocentro da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), foi publicada na revista *Nature Genetics*, de 18 de junho de 2006. Ele e sua equipe estudaram uma família do interior de São Paulo que apresentava anemia macrocítica (caracterizada principalmente pelo aumento do volume das hemácias) e alterações nas plaquetas. A análise do DNA dos integrantes da família revelou a causa das doenças: uma mutação no éxon 2 do gene GATA-1. “Os genes têm regiões distintas, chamadas íntrons e éxons. Os éxons são as partes que codificam a informação para a síntese das

proteínas, enquanto os íntrons não participam diretamente desse processo”, explica Costa.

Esse gene tem seis éxons, e já haviam sido descritas mutações no éxon 4 e no próprio éxon 2. Mutações no éxon 4 resultam em anemia e/ou plaquetopenia (diminuição do número de plaquetas) e podem ser herdadas. Já para o éxon 2, antes da publicação do estudo brasileiro, só eram conhecidas mutações adquiridas pelo bebê durante a gestação, quase sempre associadas à existência da síndrome de Down, resultando na ausência da proteína GATA-1 e no aparecimento de leucemia megacarioblástica ou de uma proliferação celular transitória. A novidade da pesquisa é ter mostrado que a mutação no éxon 2 é hereditária e suas conseqüências se manifestam em indivíduos sem síndrome de Down e apresentam características distintas.

Algumas questões, no entanto, permanecem em aberto. “Não sabemos precisamente como funcionam em conjunto as proteínas GATA-1 e GATA-1S nem como atua essa última em indivíduos normais. Não sabemos também por que portadores da síndrome de Down adquirem a mutação e como essa alteração pode levar ao aparecimento da leucemia.” Para esclarecer essas dúvidas, a equipe continuará trabalhando com culturas de células que apresentam a mutação.

**Mariana Ferraz**  
Ciência Hoje/RJ



Eletroferogramas (gráficos de eletroforese que permitem identificar as bases nitrogenadas que compõem o DNA) do seqüenciamento do éxon 2 do gene GATA1: (A), indivíduo normal – a seta mostra a base normal ‘G’ (guanina) na posição 332 desse éxon; (B) mulher heterozigótica (com alelos diferentes desse gene) da família analisada – a seta indica a letra ‘N’ (que representa a heterozigose, revelada pela presença de dois picos, um preto e um azul, no gráfico) na posição 332; (C) paciente com anemia e neutropenia – a seta mostra a alteração da base normal para ‘C’ (citosina) nessa posição

**Paulo B. Chaves**

Programa de Pós-graduação em Zoologia,  
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul



FERNANDA BRITTO DA SILVA

# Código de barras de DNA: aderir ou não?

**Estima-se que existam pelo menos 10 milhões de espécies na Terra. Mas até agora só 1,7 milhão foram descritas pelo homem – e muitas já podem ter se extinguido ou serão extintas antes mesmo de se tornar conhecidas. É objetivo de um grupo de especialistas em biodiversidade das Nações Unidas (Iniciativa Global de Taxonomia) elevar a taxa de descoberta de novas espécies de 25 mil para 100 mil por ano até 2020. Como os métodos taxonômicos tradicionais podem ser insuficientes para desvendar toda a biodiversidade do planeta nos próximos anos, o uso de códigos de barras de DNA surge como alternativa rápida e valiosa.**

**A**s estimativas mais realistas indicam que entre 10 milhões e 15 milhões de espécies vivem em diferentes ambientes do nosso planeta, excluindo-se os microrganismos. Estimativas mais otimistas chegam a sugerir que esse número gire em torno de 50 ou até 100 milhões. Desse total, o homem descreveu apenas 1,7 milhão. Por outro lado, a perda de biodiversidade caminha a passos largos, tendo sido registradas, de 1500 para cá, 784 casos de extinção de espécies animais e vegetais no mundo. Mas esse número é provavelmente muito superior, uma vez que a maior parte das extinções ocorre antes mesmo de as espécies serem conhecidas. Sugere-se que estamos passando por um sexto evento de extinção em massa, com perda de 3 mil a 30 mil espécies por ano e com a provável participação humana no processo.

Através da taxonomia tradicional, que identifica e nomeia espécies com base sobretudo em caracteres morfológicos, o homem levou cerca de 250 anos – desde que o naturalista sueco Carl Lineu (1707-1778) introduziu o sistema binomial de nomenclatura – para descrever as espécies hoje conhecidas. Para se ter um inventário de toda a biodiversidade do planeta até 2050, é preciso que a velocidade de descrição aumente cerca de

20 vezes. Isso significa descrever mais de 180 mil espécies novas por ano, ou 493 por dia, desde já. Hoje essa taxa é de 25 mil espécies/ano, e a Iniciativa Global de Taxonomia (GTI, na sigla em inglês) almeja atingir 100 mil espécies/ano em 2020. Ainda que a descoberta de novas espécies aumente no ritmo proposto, a correta identificação de plantas e novos agentes infecciosos, para uso na pesquisa médica, por exemplo, dependeria de uma comunidade perpétua de 10 mil taxonomistas, considerando-se que cada um deles identifica, em média, mil espécies.

Não se questiona aqui a importância do trabalho dos taxonomistas. Ao contrário, a correta descrição de novas espécies depende em grande parte desses pesquisadores. Mas, se os objetivos da GTI se confirmarem, só em 2020 teremos 10 mil taxonomistas no mundo, quando de 42 mil a 420 mil espécies estarão extintas, se a taxa atual de extinção se mantiver.

Desde 2003, quando o biólogo canadense Paul Hebert e colaboradores propuseram que a taxonomia moderna deveria usar ferramentas moleculares para identificar mais espécies, com maior velocidade e menor grau de subjetividade, teve início um grande debate científico. Hebert propõe que a identificação de ▶

espécies seja feita com base em uma pequena seqüência de DNA (ácido desoxirribonucléico), que varia segundo a espécie e serviria, portanto, como um código de barras de DNA específico. De acordo com os proponentes dessa nova taxonomia – denominada taxonomia molecular –, cada indivíduo de uma espécie carrega no DNA de suas células um código identificador, assim como cada produto à venda em supermercados possui um código de barras que o identifica e distingue dos demais.

Em animais, um segmento de 648 nucleotídeos (unidades formadoras do DNA) do gene *COI*, contido no DNA mitocondrial, foi proposto como a seqüência universal para identificar espécies. A mitocôndria (organela celular envolvida na produção de energia) tem genoma próprio, com cerca de 16 mil nucleotídeos. Esse pequeno genoma tem sido amplamente usado para propor relações evolutivas entre espécies nos últimos 20 anos.

Entretanto, os taxonomistas tradicionais, que classificam espécies por meio de outras caracterís-

ticas (morfológicas, fisiológicas, ecológicas, comportamentais etc.), saíram em defesa dos métodos baseados em chaves de identificação e argumentam que não é possível encontrar uma ferramenta única de identificação de espécies e que a taxonomia molecular pode ser muito dispendiosa. Já os defensores desta última alegam que é necessário um método mais rápido para identificar espécies e menos dependente de especialistas, isto é, que seja menos subjetivo e mais universal. Paralelamente, surgiram argumentos falaciosos, segundo os quais o método proposto por Hebert pretendia substituir a taxonomia tradicional e a sistemática (estudo das relações evolutivas entre os táxons, como espécies, gêneros, famílias). Esse cenário instigou a formação de dois grupos de pesquisadores: de um lado, os que atacam o uso do código de barras de DNA na taxonomia; de outro, os que defendem e aplicam o método.

Os defensores dos códigos de barras argumentam que a taxonomia molecular pode ser um item a

mais na caixa de ferramentas do taxonomista – além do paquímetro, da régua e da câmera fotográfica –, que dinamizaria e modernizaria a taxonomia. Alguns chegam ao extremo de prever que no futuro haverá um equipamento manual, que qualquer um poderá levar a campo para identificar espécies a partir de uma pequena amostra biológica (sangue, pêlo, fezes, folhas, flores ou qualquer parte que contenha DNA), democratizando a taxonomia (figura 1). Um passo nessa direção está sendo dado pela Universidade de Washington, nos Estados Unidos, que recebeu US\$ 1,6 milhão para desenvolver um seqüenciador portátil. Vale ressaltar que outras áreas da biologia, como a ecologia, têm utilizado técnicas moleculares para resolver problemas antes insolúveis, como determinação de paternidade, identificação de sexo e procedência geográfica de espécies.

As maiores críticas ao método estão relacionadas com sua suposta baixa eficiência para distinguir espécies que se diversificaram recentemente, não tendo havido, portanto, tempo suficiente para que as seqüências de DNA se tornassem diferentes. Com a vasta quantidade de seqüências disponíveis na internet no banco mundial de seqüências, o GenBank, e com o auxílio de alguns trabalhos publicados, foi possível verificar que a técnica não é 100% eficaz e que, de fato, é difícil diferenciar as espécies surgidas mais recentemente. Entre as alternativas propostas para resolver o problema estão a análise de outras seqüências de DNA (como o do núcleo das células) e o uso de dados morfológicos e ecológicos que deverão ser depositados em bases de dados.

Desde sua criação, em 2004, o Consórcio para os Códigos de Barras da Vida (CBOL, na sigla em inglês) – associação de mais de 130 instituições que fazem pesquisa

Figura 1. Reconstrução hipotética do *barcode*. Há previsão de que no futuro um taxonomista poderá, com o auxílio do equipamento, identificar rapidamente espécies a partir de uma pequena amostra biológica

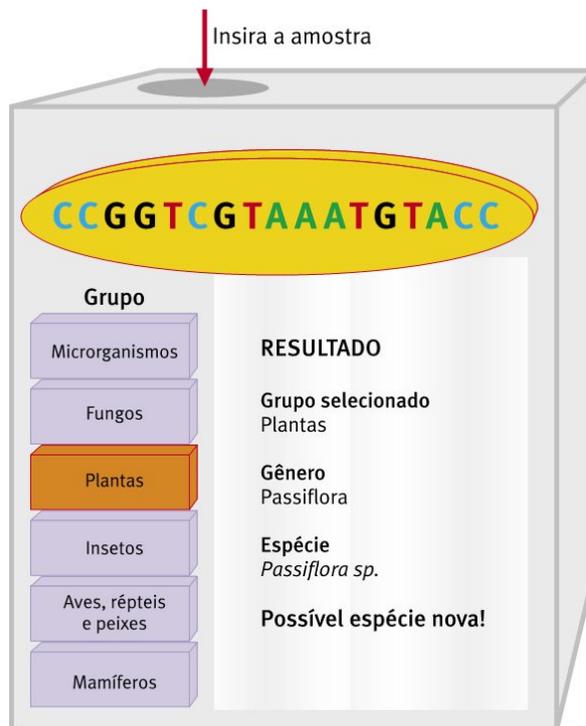
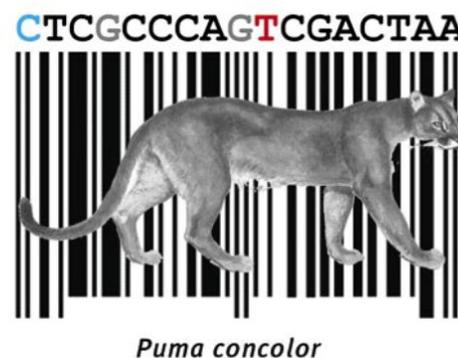


Figura 2. Na Faculdade de Biociências da PUCRS o código de barras de DNA está sendo usado para distinguir fezes de onça-pintada (*Panthera onca*) e onça-parda (*Puma concolor*) a partir de DNA fecal. Com isso, é possível saber que espécie ocorre em uma localidade e, depois, realizar estudos genéticos (e potencialmente parasitológicos e hormonais). Nesse exemplo real, as espécies são diferenciadas por 4 nucleotídeos em um total de 17. Em outros grupos de seres vivos, será preciso padronizar diferentes segmentos de DNA para uma identificação acurada. Já se sabe que o fragmento usado para identificar animais não é eficiente para identificar microrganismos e plantas



com aplicação direta do código de barras genético – disponibiliza em seu sítio (<http://barcoding.si.edu/>) informações sobre o tema para esclarecer a comunidade e dar orientações sobre o método. Na base de dados do consórcio ([www.barcodinglife.org](http://www.barcodinglife.org)) estão catalogados até agora códigos de barras de aproximadamente 26 mil espécies.

Grande parte dessas seqüências foi gerada em aparelhos automáticos, que permitem a obtenção simultânea de 96 seqüências diferentes. Mas a tecnologia só se tornou amplamente acessível no Brasil há cerca de 10 anos, quando o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) comprou 25 seqüenciadores e os distribuiu a centros de pesquisa brasileiros. O investimento levou o Brasil a figurar em pesquisas genéticas de ponta, que culminaram com a publicação do genoma da bactéria *Xylella fastidiosa* na revista científica *Nature* em 2000.

Hoje, graças a subsídios do governo federal, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, em Brasília, fornece serviço de seqüenciamento à comunidade científica nacional por R\$ 4,60 a seqüência. O custo total de um espécime é R\$ 9,20, já que devem ser lidas as duas fitas do DNA. Outras instituições também oferecem o serviço, como o Centro de Estudos do Genoma Humano da Universidade de São Paulo (USP). Como nesse caso não há subsídio, cada seqüência sai por R\$ 27. Assim, os pesquisadores brasileiros podem ter acesso a essa tecnologia

mesmo sem dispor de um seqüenciador em seu laboratório.

Uma interessante aplicação do método, que está em franca expansão, é a análise de DNA ambiental. Nesse tipo de investigação, extrai-se o DNA de uma amostra de água marinha ou doce, ou de qualquer substrato onde possa haver vida (sobretudo formas microscópicas), identificam-se os códigos de barras da amostra e em seguida eles são comparados com os de espécies já descritas. Assim, muitas espécies novas de microrganismos têm sido sugeridas nesses ambientes, onde a biodiversidade é pouco estudada. Um importante trabalho nessa linha, feito pelo grupo do agrônomo brasileiro Marcio Lambais, da USP, foi publicado em junho de 2006 na revista *Science*. A equipe mostrou que nas folhas de certas espécies de árvores da mata atlântica havia de 95 a 671 espécies de bactérias, das quais 97% eram desconhecidas.

As análises de Lambais se restringiram a poucas espécies de árvores e sugerem que a extrapolação dos dados para as mais de 20 mil espécies de plantas vasculares da mata atlântica resulta em uma estimativa de 2 milhões a 13 milhões de espécies de bactérias não descritas só nesse bioma, de que restaram apenas 8% da área original. Assim, a técnica ajuda a revelar regiões do planeta com elevados índices de biodiversidade ‘escondida’, para as quais se devem direcionar esforços de pesquisa e conservação. Veja outra aplicação na figura 2.

O debate sobre o uso do código

de barras de DNA na taxonomia ainda está em aberto e, no caso do Brasil, o emprego do método deve ser acompanhado da formação de mais taxonomistas. O CNPq deu um importante passo nessa direção em 2006 ao destinar bolsas de pós-graduação para projetos exclusivamente de taxonomia. Ao mesmo tempo, a identificação de espécies por DNA ganha cada vez mais adeptos no mundo e pode contribuir sobremaneira para acelerar o processo de descoberta e identificação de espécies. O Brasil, país de maior diversidade biológica do planeta, conta oficialmente com apenas quatro instituições no CBOL. Uma vez que a maior parte dessa riqueza ainda é desconhecida, participar de projetos de tal magnitude coloca em questão novamente, como já ocorreu em outros momentos, se estaremos ou não na vanguarda da pesquisa mundial. É preciso lembrar que as espécies, patrimônios nacionais, só podem ser exploradas economicamente e conservadas de modo consciente se tomarmos conhecimento de sua existência. ■

# Aquiles, o primeiro asteróide troiano

Othon Winter\*

Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia,  
Universidade Estadual Paulista, em Guaratinguetá

**A**credita-se que os asteróides – pequenos corpos sólidos que giram em torno do Sol – sejam em sua maioria objetos remanescentes do disco proto-planetário que teria dado origem aos planetas do sistema solar. Em 2006 completou-se um século da descoberta do primeiro asteróide troiano, que recebeu o nome de Aquiles. As características desse grupo de asteróides, que descrevem órbitas peculiares, serão apresentadas a seguir. Centenas de milhares de asteróides já foram detectados até agora, e hoje mais de mil são identificados a cada mês. Mas até meados do século 19 apenas 300 desses corpos celestes eram conhecidos.

Em 1891 o astrônomo alemão Maximillian Franz Joseph Cornelius Wolf (1863-1932) introduziu o uso da fotografia na detecção de asteróides. A técnica consistia em expor a placa durante um longo tempo, de modo que os asteróides, que se movem rapidamente em relação às estrelas, nela produzissem pequenos traços. A partir do emprego dessa técnica, o número de novos asteróides cresceu enormemente. O próprio Wolf descobriu 248.

Um problema clássico de mecânica celeste está relacionado com a questão dos chamados ‘três-

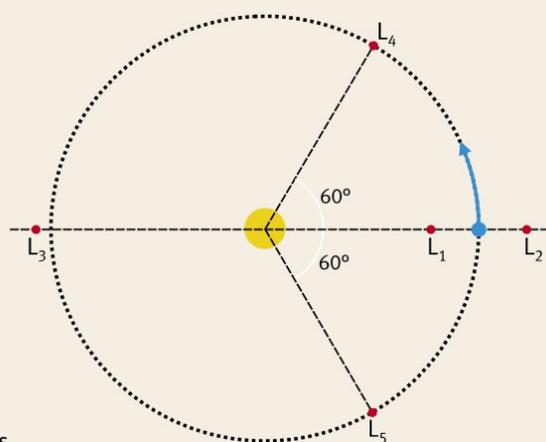
corpos’, que envolve a órbita de um asteróide sujeito às forças gravitacionais do Sol e de outro planeta, como Júpiter, por exemplo. Do ponto de vista matemático, o problema não apresenta solução analítica. Dependendo da posição e da velocidade inicial dos três corpos envolvidos, a órbita do asteróide pode evoluir de modo completamente diferente.

Em 1772, Joseph Lagrange (1736-1813), considerado o maior matemático do século 18, estudou o problema dos ‘três-corpos’ e encontrou soluções para casos especiais, conhecidos hoje como pontos lagrangianos. Ele considerou uma situação em que os dois corpos maiores se movem em órbitas circulares, em torno do centro de massa do par formado por ambos (no caso de Sol e Júpiter, o centro de massa do par praticamente coincide – como mostra a figura – com o centro do próprio Sol, que tem 99% de toda a massa do sistema solar). Nesse sistema, encontrou cinco soluções estacionárias, que são posições nas quais o corpo menor (asteróide) permanece a distâncias fixas dos outros dois corpos (figura 1). Três desses pontos (L1, L2 e L3) se encontram na linha que une os dois corpos maiores e são denominados colineares. Os outros dois (L4 e L5), chamados triangulares, se localizam nos vértices dos triângulos equiláteros formados pelos três corpos. Assim, um asteróide que compartilha a mesma órbita de Júpiter (chamado coorbital), estando 60 graus à frente (L4) ou atrás (L5) do planeta, estará em um ponto lagrangiano e permanecerá nessa configuração ao longo do tempo.

## A descoberta e seu descobridor

Só em 1906, 134 anos após a publicação do trabalho de Lagrange, se descobriu o primeiro asteróide próximo ao ponto lagrangiano L4 do sistema Sol-Júpiter. A detecção foi feita por Wolf, que utilizou para isso a técnica de placas fotográficas. A esse asteróide ele deu o nome de Aquiles, um dos heróis da Guerra de

Figura 1. Pontos lagrangianos. O ponto amarelo corresponde ao corpo central (Sol, por exemplo) e o azul ao corpo secundário (Júpiter, por exemplo). Os pontos de equilíbrio estão em vermelho, sendo L1, L2 e L3 os pontos colineares e L4 e L5 os pontos triangulares



## Quem teria sido Aquiles?

Segundo a mitologia grega, Aquiles era filho da ninfa marinha Tétis e de Peleu, rei dos Mirmidões da Tessália. Assim que nasceu, sua mãe o mergulhou no Estige, o rio infernal, para torná-lo invulnerável. Mas as águas não alcançaram seu calcanhar, onde sua mãe o segurava, tornando-se este o seu ponto fraco. Tétis criou Aquiles como menina para salvá-lo da profecia que o condenava a morrer jovem no campo de batalha (figura 2).

A Guerra de Tróia teria se originado no fato de Páris, filho do rei troiano, ter raptado Helena, esposa de Menelau, rei de Esparta. Agamenon, irmão de Menelau, comandou um exército que atravessou o mar Egeu para atacar Tróia. Aquiles, o melhor dos guerreiros, avançou com os gregos em direção a Tróia. Ao longo do décimo ano de luta, Agamenon toma de Aquiles sua escrava Briseida. Ofendido, Aquiles se retira da guerra com os valentes Mirmidões. Pátroclo pede a Aquiles, seu melhor amigo, que o deixe comandar os Mirmidões na batalha. Aquiles o autoriza a fazê-lo e lhe empresta suas armas, inclusive a armadura. Em combate, Pátroclo é morto por Heitor, irmão de Páris. Sedento por vingança, Aquiles se reconcilia com Agamenon e retorna enfurecido às batalhas. Em confronto com Heitor, não se contenta em matá-lo; amarra-o pelos pés à sua biga (carro puxado por cavalos) e o arrasta pelo campo de batalha. Na luta final, Aquiles é morto por Páris, que lança uma flecha envenenada que atinge seu calcanhar.



Figura 2. *Tétis consolando Aquiles*, afresco de Giovanni Battista Tiepolo, pintado em 1757

Tróia segundo a clássica obra *Ilíada*, do poeta grego Homero, que viveu no século 8 a.C. (ver 'Quem teria sido Aquiles?').

Desde cedo Wolf demonstrou interesse pela astronomia, tendo descoberto, aos 21 anos, um cometa que hoje leva seu nome. À caça de asteróides, em 1891 ele adaptou uma câmera a um telescópio movido a motor, demonstrando que o rápido movimento desses corpos produzia uma linha em fotografias, ao contrário das estrelas, que seriam apenas pontos de luz. Foi o primeiro a usar o estéreo comparador (um tipo de visualizador estereoscópio que ajudou a identificar objetos variáveis ou que se movem) e, através de estudos fotográficos, observou nuvens escuras de matéria interestelar na Via Láctea.

A peculiaridade da órbita de Aquiles foi percebida poucos meses após sua descoberta, muito antes da detecção de outros asteróides em sua vizinhança. Os asteróides que descrevem tais órbitas são genericamente chamados de troianos (em referência à Guerra de Tróia), por influência de Wolf, que escolheu esse critério para denominá-los. Mas os que foram descobertos em órbitas próximas do ponto L4 receberam nomes de heróis gregos e os que estão próximos de L5 receberam nomes de heróis troianos.

## Atualidades

Pouco mais de um século após a descoberta do primeiro troiano, são conhecidos mais de 1.100 asteróides do gênero no entorno de L4 e mais de 700 no entorno de L5. O maior deles é Heitor, com área aproximada de 72 mil km<sup>2</sup>. Observações recentes revelaram que Heitor deve constituir um sistema binário: dois asteróides bem próximos girando um ao redor do outro.

Acredita-se hoje que em 1904, dois anos antes da descoberta de Aquiles, o astrônomo norte-americano

Edward Emerson Barnard (1857-1923) teria feito a primeira observação de um asteróide troiano. Mas à época isso não foi comprovado. Barnard acreditava ter visto Phoebe, um satélite de Saturno, que estaria um pouco fora da posição prevista. Esse asteróide veio a ser redescoberto em 1999, quando então definiram sua órbita e verificaram que era de fato ele que Barnard tinha observado.

Além dos asteróides troianos de Júpiter, também são conhecidos asteróides troianos dos planetas Marte e Netuno. Algo similar ocorre com alguns satélites de Saturno. Nas imediações dos pontos L4 e L5 dos sistemas Saturno-Tétis e Saturno-Dione foram observados pequenos satélites cujas órbitas se assemelham às dos troianos.

Os asteróides do tipo troiano podem ter tido papel importante no processo de formação da nossa Lua. Segundo as teorias mais aceitas recentemente, a Lua teria se formado a partir dos restos de uma colisão ocorrida entre a Terra e um corpo do tamanho de Marte. Essa colisão, que teria acontecido no início da formação do sistema solar, não pode ter sido frontal nem foi muito forte; do contrário, ambos teriam sido completamente destruídos. Mostrou-se, então, que esse objeto do tamanho de Marte pode ter se formado a partir de planetesimais (pequenos corpos de rocha e/ou gelo originários do disco protoplanetário e utilizados na formação dos planetas) acumulados no ponto lagrangiano L4 do sistema Sol-Terra. Diante de algumas perturbações, esse objeto teria escapado aos poucos da órbita próxima a L4, seguindo um caminho que levaria a uma colisão com o corpo que teria sido o progenitor do planeta Terra. ■

\*Colaborou Mariana Giuliani Winter.

ARQUEOLOGIA Centralização política era incomum em comunidades da pré-história tardia na Amazônia

## Cotidiano e poder na periferia da sociedade Santarém

Desde a década de 1980 os arqueólogos discutem a emergência de sociedades complexas na Amazônia (também chamadas de cacicados) durante a pré-história tardia, que se estende do século 11 até pouco antes da chegada dos primeiros europeus, no século 16. Bem diferentes das sociedades indígenas atuais, marcadas por um princípio de igualdade, os cacicados teriam sido hierárquicos e centralizados politicamente. No entanto, pesquisas desenvolvidas entre 2001 e 2005 no baixo Tapajós documentam a presença de comunidades – algumas contemporâneas da sociedade Santarém – que não exibiam qualquer traço de dominação ideológica ou política. Por **Denise Maria Cavalcante Gomes**, do Programa de Pós-graduação em Antropologia Social do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

**D**e acordo com os primeiros europeus que chegaram a Santarém, no Pará, de meados do século 16 ao início do 17, o local teria sido densamente habitado pelos índios tapajós. Canibais e guerreiros – alguns cronistas falam em até 60 mil – que usavam flechas envenenadas, eram temidos pelas nações vizinhas. Indícios de hierarquia política foram reconhecidos, uma vez que, além dos chefes de aldeias, há referências a um chefe principal que governava toda a nação. Quanto aos rituais do grupo, havia cerimônias nas praças das aldeias, com danças e consumo de

bebidas fermentadas, adoração de ídolos e costumes funerários

que envolviam a prática de endocanibalismo (trituravam os ossos dos parentes mortos e ingeriam o pó misturado à bebida). Praticava-se a mumificação de ancestrais, cujos corpos eram reverenciados em cerimônias coletivas.

A partir das pesquisas feitas pelo etnólogo alemão Curt Nimuendaju (1883-1945) nos anos 1920, estabeleceu-se uma associação da cerâmica arqueológica da sociedade Santarém com a dos tapajós. Nimuendaju identificou 65 sítios na região. Com base em informações históricas sobre os tapajós, em dados levantados por Nimuendaju e em estudos de coleções museológicas, a arqueóloga norte-americana Anna Roosevelt interpretou o tipo de sociedade existente em Santarém durante a pré-história tardia como um cacicado (formação presente em outras áreas da América do Sul cujo principal traço é a hierarquia social e política). Uma das premissas de Roosevelt é a existência de um sistema regional e de comunidades satélites governadas por um poder central. Em termos arqueológicos, um modo de testar esse modelo seria encontrar ao redor de Santarém e ao longo do rio Tapajós vestígios de antigas aldeias que revelassem uma dependência política e ideológica em relação à capital desse cacicado.

Peça cerimonial típica da cultura Santarém. O vaso, com cariátides (colunas com formas humanas) faz alusão, em geral, a figuras femininas



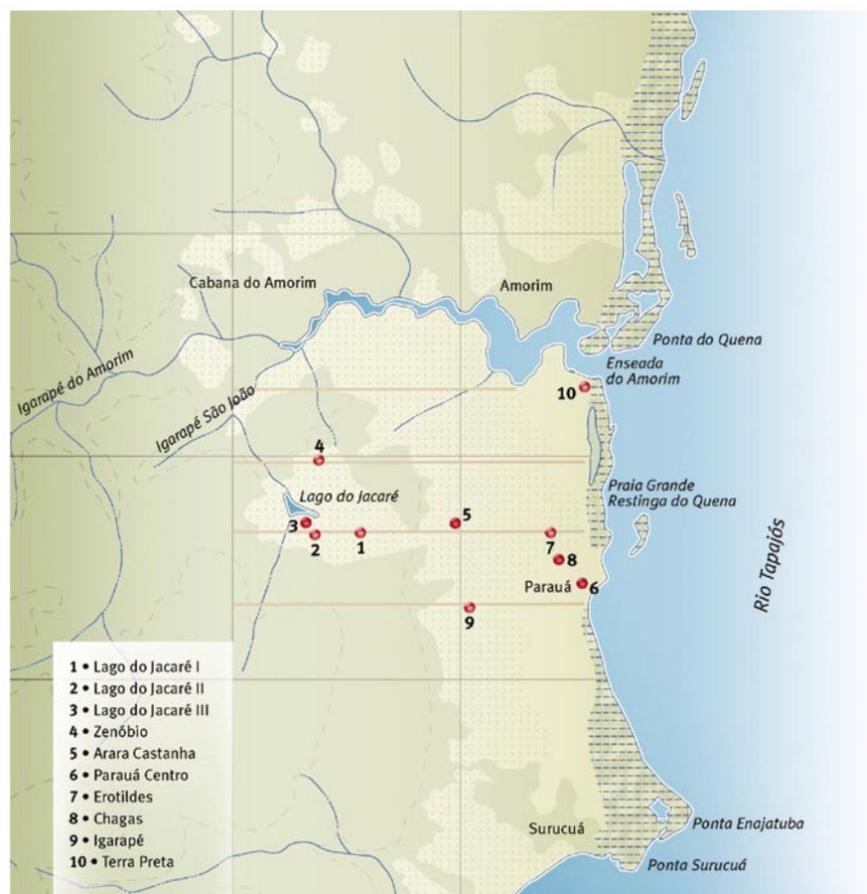
Essa hipótese orientou nossa pesquisa, realizada entre 2001 e 2005 no baixo Tapajós, 100 km ao sul de Santarém, onde vive hoje a comunidade parauá. O trabalho foi feito a partir da reconstituição da comunidade que ali viveu no passado – estudando-se os padrões de assentamento e organização interna dos sítios, e as práticas de subsistência, levantadas após análise de peças cerâmicas –, com o objetivo de verificar os limites e a influência política do cacicado Santarém em uma área desconhecida do ponto de vista arqueológico.

### Comunidade pré-colonial reconstituída

Em uma área de 36 km<sup>2</sup> fez-se um levantamento arqueológico com abertura de 30 km de picadas em meio à densa vegetação, ao longo das quais foram realizadas sondagens a cada 50 m, a fim de se detectar a presença de sítios. Informações orais também foram levadas em conta. Os 10 sítios levantados têm características distintas, que permitem inferir as diferentes atividades das comunidades que ali viveram. Grandes sítios-habitação se situam às margens do rio Tapajós. Foram encontrados também acampamentos de pesca perto de pequenos igarapés e identificadas áreas de cultivo a partir do tipo de solo. Vários sítios-habitação se concentram no platô, ao redor de um lago de terra firme, a cerca de 5 km do rio Tapajós, o que provavelmente representava uma vantagem diante do risco de conflito.

Os vestígios cerâmicos encontrados nesses sítios sugerem um relativo isolamento das comunidades em relação a Santarém, uma vez que foram identificados poucos artefatos arqueológicos pertencentes a essa cultura. A cerâmica local, caracterizada por elementos decorativos compostos por incisões verticais e transversais, está relacionada com a tradição Borda Incisa da Amazônia e possui datações que indicam uma ocupação contínua e de longa duração, iniciada entre 1800-1600 a.C. Essas datas documentam pela primeira vez, na região de Santarém, o desenvolvimento de um dos complexos de agricultores ceramistas mais antigos da Amazônia, além de ocupações mais intensas no período tardio, a partir de 700 d.C., que se extinguíram entre 1100 e 1200 d.C.

Em três sítios de características distintas foram realizadas análises espaciais com o objetivo de se entender os processos que definiram sua morfologia. Tamanho, forma de implantação na paisagem e



provável função são fatores que levaram à escolha dos sítios Lago do Jacaré, Zenóbio e Terra Preta. Os procedimentos de delimitação envolveram teste sistemático da dimensão horizontal do espaço interno do sítio, mapeamento topográfico, confecção de mapas e posterior seleção de áreas a serem escavadas.

A interpretação dos padrões de organização dos sítios se baseou nas escavações, nos estudos sobre a formação da terra preta e, em parte, na analogia etnográfica. A forma provável do sítio Lago do Jacaré era circular, com maior deposição de refugo (lixo gerado pelos habitantes da aldeia) no limite do assentamento e várias concentrações extensivas em áreas periféricas. Já o sítio Zenóbio, implantado no topo de um morro com vertentes ravinadas, deve sua forma circular a essas características. Manchas dispersas de terra preta, grandes extensões de terra marrom e concentração difusa de cerâmica foram interpretadas como indicadores de casas isoladas ou de acampamentos temporários, com utilização dessa área para atividade de cultivo. O sítio Terra Preta indicava a existência de uma aldeia linear, de margem de rio, com padrões estruturados de deposição do lixo nas laterais do assentamento. A datação dos três sítios indica que as aldeias eram autônomas, já que os sítios não eram contemporâneos. ▶

Mapa da área de levantamento arqueológico no baixo Tapajós, com os sítios citados e outros localizados na mesma região



A escavação dos sítios Lago do Jacaré e Zenóbio revela ocupações esparsas, entre 1800 e 1600 a.C., sugerindo a presença de populações semi-sedentárias. Por outro lado, ocupações posteriores, entre 700 e 1100 d.C., foram mais intensas. As idades obtidas em distintas áreas do Lago do Jacaré e Terra Preta e a sobreposição de camadas culturais no primeiro deles apontam uma sucessão de episódios que revelam reocupação dos sítios ao longo do tempo. Tais processos envolveram desde a reconstrução das casas no mesmo local até o reiterado retorno da comunidade à aldeia abandonada. Os motivos do abandono podem estar associados à decadência das casas, condições sanitárias, tensões políticas e diminuição da caça. No período tardio, as ocupações se intensificam, e um dos motivos para o retorno às antigas aldeias é a fertilidade dos solos de terra preta, formados pela deposição de restos orgânicos dos antigos habitantes.

FOTOS DENISE M.C. GOMES

### A cerâmica no cotidiano das aldeias

Os padrões de uso da cerâmica são um terceiro marcador comunitário e informam sobre práticas de subsistência e rituais coletivos. Esses rituais foram identificados a partir da descoberta de utensílios com apêndices mamiformes (em forma de seios femininos) e de grandes recipientes para fermentar bebidas de mandioca. A análise da cerâmica visou à reconstrução dos artefatos por meio de processos de remontagem, reconstituição gráfica, cálculo de volume e estudo dos elementos tecnológicos. Seus diferentes usos foram sugeridos a partir de analogia etnográfica e de classificações que reúnem vasilhas de diferentes capacidades, relacionadas com cocção, transporte, serviço e armazenamento.

O emprego de análises estatísticas permitiu definir o perfil das principais atividades nos três sítios. No sítio Lago do Jacaré os artefatos se destinavam a cocção, serviço, uso ritual, transferência de líquidos e armazenamento. Algumas vasilhas tinham grande capacidade (até 80 litros). Vasilhas de grande porte foram observadas também no sítio Zenóbio, o que provavelmente se explica pela necessidade de armazenar água, disponível a distâncias superiores a 500 m. Já no sítio Terra Preta, à beira-rio, os artefatos se destinavam a servir, com provável ênfase em atividades rituais. Recipientes para armazenamento eram mais raros.

Análises de fitólitos (concreção mineral que se forma em células vegetais) e de resíduos alimentares

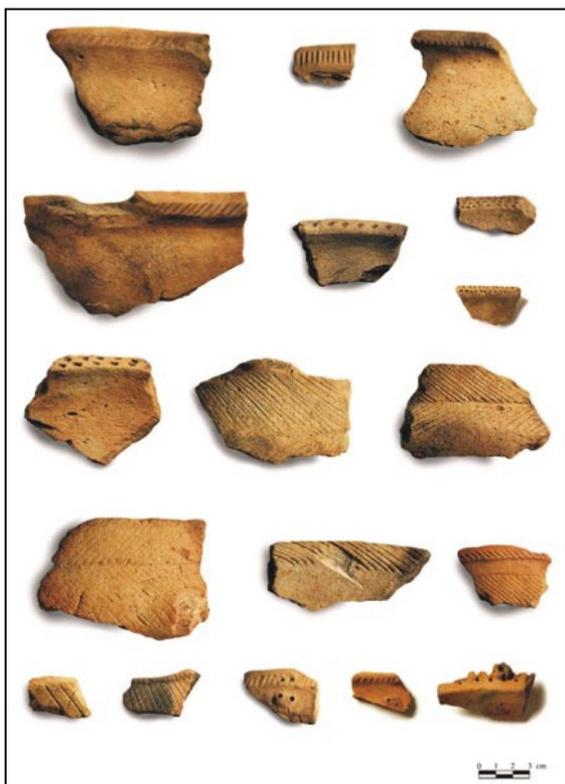
Escavação da unidade 1 do sítio Lago do Jacaré.

Visão geral da unidade de escavação, com 16 m<sup>2</sup> (A);

exposição do piso de uma casa pré-histórica, com marcas de estaca (B); remoção do molde da estaca (C).

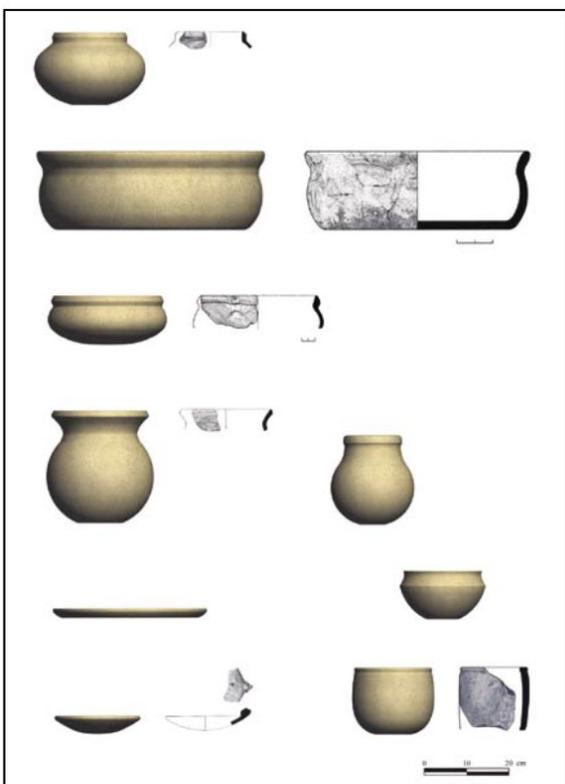
Em D, o perfil estratigráfico mostra a camada arqueológica de terra preta em contato com o solo estéril

FOTOS WAGNER SOUZA E SILVA



Fragmentos cerâmicos encontrados no sítio Lago do Jacaré

DESENHOS SÉRGIO FRANCISCO MONTEIRO DA SILVA



Fragmentos cerâmicos encontrados no sítio arqueológico Terra Preta permitiram a reconstituição de peças utilizadas por antigos habitantes do local

confirmaram o uso multifuncional de determinadas vasilhas. No Lago do Jacaré uma assadeira teve seu uso relacionado com o processamento de espécies cultivadas, como mandioca e milho, e de frutos de palmeiras oriundos de coleta, como pupunha e buriti. Quanto à vasilha do sítio Terra Preta usada como urna funerária, resíduos alimentares concrecionados no fundo indicam a presença de amido de mandioca, associado ao preparo de bebidas fermentadas.

Enquanto no início da seqüência de ocupação (por volta de 1800-1600 a.C.) eram mais comuns pequenas vasilhas esféricas, usadas por grupos semi-sedentários para cocção e transporte, em períodos tardios os artefatos cerâmicos apresentavam maior variedade. Observa-se também ênfase em objetos de uso individual (pequenas tigelas) e outros mais bem acabados e com representações iconográficas (com apêndices mamiformes, por exemplo), utilizados em cerimônias coletivas de iniciação feminina, comuns na Amazônia, como atestam relatos históricos e etnográficos.

### Diversidade de formações sociais

Diferentes formas de organização social e de interação com grupos de outras etnias devem ter ocorrido na região do baixo Tapajós. O argumento se baseia nos padrões locais de organização comunitária, nos indicadores de interações regionais e na caracterização da cerâmica de parauá, cujas datações mais tardias, contemporâneas da fase inicial do cacicado Santarém, sugerem grande continuidade temporal e autonomia em relação a um centro hegemônico. Sua produção cerâmica, em contexto doméstico, não só atende a necessidades de subsistência, como também forja uma identidade comunitária própria, por meio de marcadores estilísticos.

No período tardio, além de serem raros os artefatos que revelam influências da ideologia Santarém, destacam-se as vasilhas mamiformes, utilizadas em contextos públicos, de cerimônias de iniciação feminina, cujo investimento simbólico visa comunicar papéis sociais e afiliações de grupos. Esses marcadores foram interpretados como expressão de identidade, que se coloca, na esfera regional, como símbolo de resistência ao centro político emergente. A partir do ano 1000 d.C., quando se inicia o processo de fortalecimento das chefias em Santarém, pressões políticas podem ter levado comunidades periféricas e independentes a se deslocarem ao longo do rio Tapajós, como sugere a seqüência cronológica que se interrompe entre 1010 a.C. e 1200 a.C. Esse retrato difere das reconstruções que enfatizam a existência de sociedades centralizadas durante a pré-história tardia da Amazônia, indicando a convivência regional de formações sociopolíticas de diferentes escalas, cujo fim não era necessariamente a dominação. ■

**FISIOLOGIA** Glândulas sudoríparas são responsáveis pela regulação da temperatura corporal

# Suor e exercício em clima tropical

O ser humano é uma espécie bem adaptada para realizar exercícios físicos intensos, prolongados e complexos em ambientes tropicais quentes. Isso se deve ao tamanho de seu cérebro e a uma capacidade termorregulatória especial, que resulta do funcionamento eficiente das glândulas sudoríparas. Conhecer a capacidade de transpiração de uma pessoa é, portanto, importante. Vários estudos sobre o tema já foram feitos, mas ainda há controvérsia a respeito de diferenças na sudorese durante o exercício entre homens e mulheres; crianças, adultos e idosos; indivíduos adaptados a diferentes climas. Pesquisas em curso no nosso laboratório têm procurado elucidar essas questões. Por **Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues**, do *Laboratório de Fisiologia do Exercício da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)*, e **Ana Carolina Vimieiro Gomes**, doutoranda em história da ciência na *UFMG*.

Imaginemos estudantes fazendo provas de um vestibular difícil: um grupo em uma sala com ambiente térmico confortável; o outro em uma sala quente e úmida. A situação de desigualdade é flagrante, uma vez que – a intuição nos diz e alguns estudos confirmam a hipótese – nossa capacidade intelectual é menor em ambientes termicamente desconfortáveis. Desempenhar bem tarefas mentalmente complexas

pode significar vantagem evolutiva, e é provável que nossa evolução resulte do aumento simultâneo da capacidade intelectual e termorregulatória para enfrentar o ambiente quente em que surgimos.

O ser humano costuma praticar atividades físicas ao mesmo tempo em que mantém atividades mentais complexas, seja no trabalho, na caça ou no esporte. Quando nos exercitamos ou trabalhamos, nosso organismo produz mais calor do que quando estamos em repouso. Se esse calor não puder ser transferido para o ambiente, a temperatura corporal aumenta, podendo comprometer as funções fisiológicas e a saúde. Em ambiente quente, é mais difícil perder calor. Assim, para evitar o aquecimento demorado do corpo, produzimos suor, que deve evaporar para resfriar a pele.

Nosso organismo tem dois tipos de glândulas que produzem suor, chamadas sudoríparas: as que ficam na axila e na região pubiana (apócrinas) e as que se espalham pela pele em todo o corpo (écrinas). O suor das axilas é responsável por um cheiro característico e está relacionado com a reprodução sexual; no resto do corpo é inodoro e responsável pela retirada de calor.

Durante milhões de anos, à medida que o clima se alterava em algumas regiões da Terra, a seleção



TIM PANNELL/CORBIS/LATINSTOCK

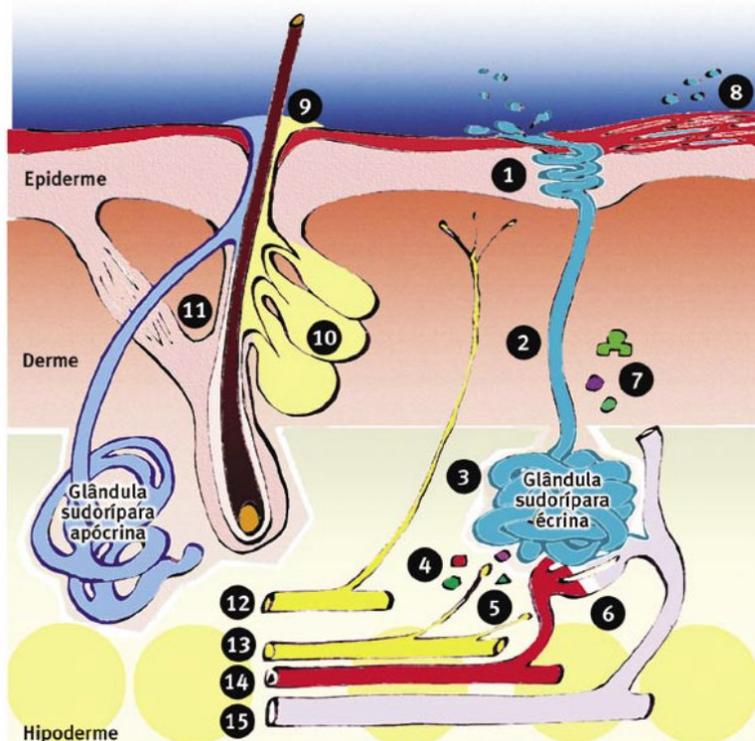
natural favoreceu animais com menos pêlo e maior capacidade de suar, o que facilitou sua sobrevivência em ambiente quente e seco. Assim, podiam realizar atividades físicas mais intensas, como caçar em um dia de calor, por exemplo. O ser humano, que evoluiu em clima tropical quente e seco, sua muito e tem pouco pêlo, o que lhe permite realizar atividades físicas e ajuda a resfriar seu cérebro. É preciso, portanto, dar atenção às glândulas sudoríparas, responsáveis por um mecanismo fisiológico específico para regular a temperatura corporal.

Sabe-se que quanto maior o calor metabólico e a temperatura ambiente, maior a participação da sudorese na termorregulação. Assim, a realização de atividade física em ambiente quente depende da capacidade de produzir e vaporizar suor por quem se exercita. Entre os mamíferos, as glândulas sudoríparas ocorrem em diferentes proporções, e o *Homo sapiens* tem mais glândulas écrinas que apócrinas.

As apócrinas, que, em humanos, se desenvolvem a partir da puberdade, estão associadas aos folículos pilosos e às glândulas sebáceas, e o suor produzido pode ser vaporizado entre os pêlos. A secreção que produzem contém proteínas e lipídios, que dão ao suor uma consistência mais viscosa. O material orgânico presente no suor das apócrinas é responsável pelo odor que exala, produzido pela liberação de substâncias voláteis. O resfriamento da pele pela vaporização do suor produzido pelas glândulas apócrinas pode ser eficiente, desde que a camada de pêlos não fique encharcada. Nos animais em que essas glândulas predominam, há também outros mecanismos de termorregulação, como a evaporação da água das vias respiratórias pelo arfar. É o caso dos antílopes.

Por outro lado, as glândulas écrinas, presentes nos humanos desde antes do nascimento, produzem suor mais abundante e diluído, contendo em geral água e eletrólitos (cloreto de sódio, potássio e bicarbonato) e quantidades mínimas de compostos como lactato, uréia, amônia e proteínas. O aumento na produção de suor das glândulas écrinas ajuda a dissipar calor se, além da maior capacidade de sudorese, houver menor número de pêlos. Isso facilita a realização de atividade física intensa, sobretudo em ambiente quente e seco.

A eficiência do suor para resfriar o corpo é menor em ambientes nos quais a umidade relativa do ar é alta, o que dificulta a evaporação. O suor não evapora, escorre pelo corpo e encharca a pele. Além disso, fatores fisiológicos têm influência na função sudorípara humana, como condicionamento físico, grau de aclimação (se o indivíduo está habituado ao calor), estado de hidratação, influência de certas doenças, idade, sexo e até quantidade e tamanho das glândulas sudoríparas.



Esquema de uma glândula sudorípara no ser humano. 1) porção espiralada do ducto; 2) porção reta do ducto; 3) porção enovelada do ducto da GSE; 4 e 5) acetilcolina, outros neurotransmissores e peptídeos vasoativos liberados na terminação nervosa simpática; 6) vascularização da GSE; 7) aldosterona; 8) transpiração insensível por difusão através da derme e epiderme; 9) secreção sebácea; 10) glândula sebácea; 11) músculo liso pilo-erector; 12) inervação sensorial; 13) inervação simpática; 14) arteríola; 15) vênula

## Evolução das glândulas sudoríparas

Os pequenos primatas, dotados de espessa camada de pêlos que os protege do calor externo durante o dia e do frio à noite, têm maior número de glândulas apócrinas; chimpanzés e gorilas têm mais écrinas. No ser humano, todas as glândulas envolvidas na termorregulação são écrinas; as apócrinas não têm função termorregulatória específica. Esse aumento de glândulas écrinas pode ter acompanhado o aumento da massa em relação à superfície corporal nos primatas em geral. A partir dos hominídeos, o predomínio das glândulas écrinas coincide com redução de pêlos, postura bípede e, possivelmente, aumento da atividade física no ambiente quente e seco das florestas secas.

A ausência de fósseis de pêlos e glândulas impede o entendimento completo da evolução da função sudorípara. Mas, a partir do ancestral comum dos chimpanzés e gorilas, a proporção de glândulas écrinas aumentou e está relacionada com o surgimento do homem, capaz de suportar atividades físicas intensas e prolongadas em locais quentes.

A análise de fósseis de hominídeos sugere que a evolução de humanos com cérebro maior dependeu ▶

também do desenvolvimento simultâneo de um sistema mais eficiente de resfriamento do corpo e do cérebro. O crescimento do neocórtex teria exigido aumento da dissipação do calor produzido na atividade cerebral, que atinge quase 25% do metabolismo total de repouso em humanos modernos. A maior dissipação de calor seria alcançada graças à conexão entre as veias emissárias e o sistema venoso profundo, que receberiam o sangue resfriado pela vaporização do suor na superfície da cabeça. A passagem do fluxo sanguíneo resfriado pelo interior do cérebro, associada à postura ereta, permitiria o resfriamento cerebral seletivo.

Após sua origem na África, em ambiente tropical, há cerca de 150 mil anos, possivelmente uma única espécie humana se dispersou por todo o planeta. Em decorrência das migrações, a interação das mudanças genéticas individuais com os diferentes ambientes resultou na seleção natural de adaptações humanas a diferentes climas. Não se sabe se as migrações teriam também selecionado capacidades sudoríparas geneticamente distintas entre as populações que permaneceram isoladas geograficamente por longos períodos. O que está bem documentado é que há grandes variações individuais na capacidade sudorípara humana, entre 0,5 e 3,5 litros por hora, que poderiam ser tanto de origem genética como decorrentes da adaptação ao calor. É curioso o fato de as respostas da sudorese de indivíduos naturalmente aclimatados aos trópicos serem

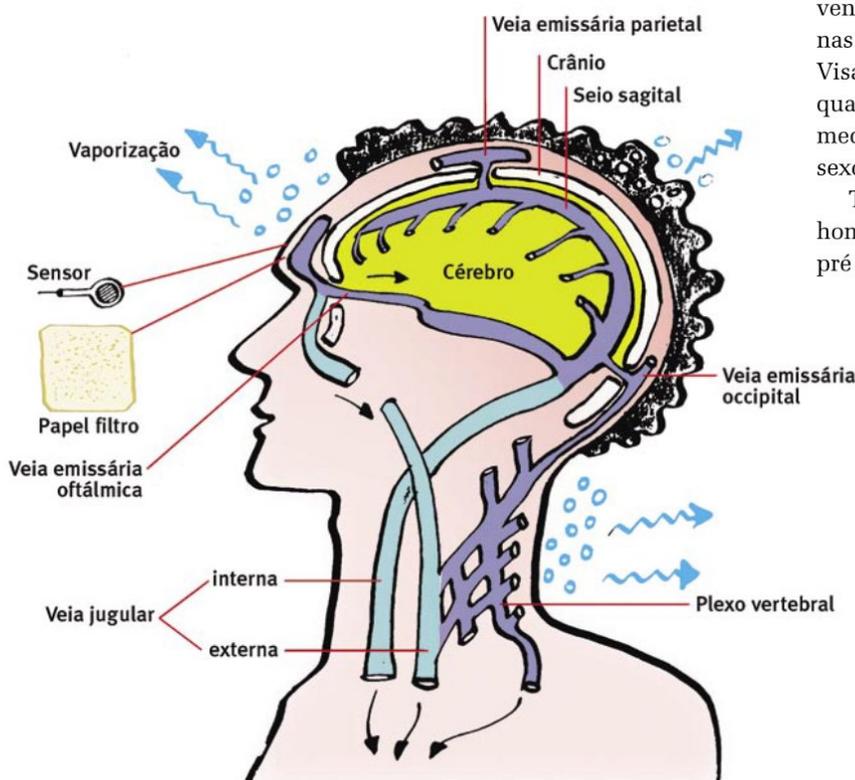
pouco enfatizadas nas pesquisas científicas sobre o tema.

Em parte, a falta de informações sobre os efeitos da aclimação na sudorese talvez resulte de uma dificuldade técnica, já que o estudo das variações individuais e populacionais requer a quantificação e a classificação da capacidade sudorípara, e os métodos para realizá-las são complexos, exigindo várias horas de exposição ao calor ou testes farmacológicos. Assim, apesar da diversidade de estudos sobre o assunto, persistem controvérsias a respeito das diferenças na função e capacidade sudorípara durante o exercício entre homens e mulheres; crianças, adultos e idosos; populações naturalmente adaptadas a diversos climas.

### Estudos atuais

Pesquisas realizadas em nosso laboratório têm tentado responder algumas dessas questões. Por exemplo, diante da necessidade de um método simples e rápido que permita comparar a sudorese de um grande número de pessoas, propusemos uma técnica para medi-la de forma objetiva, mediante a realização de um exercício físico progressivo até a exaustão. Assim, foi possível quantificar mecanismos fisiológicos relacionados com os efeitos de um curto período de aclimação ao calor sobre a produção de suor durante o exercício. Em outros estudos, com o auxílio do mesmo método, observamos as diferenças na função sudorípara, na sudorese total e na quantidade de suor por glândula, entre homens e mulheres jovens, em jovens portadores de diabetes do tipo 1 e em mulheres nas duas fases do ciclo menstrual (lútea e folicular). Visando propor métodos ainda mais práticos para quantificar o suor, outras investigações procuraram medir a função sudorípara de jovens de ambos os sexos durante testes físicos de campo.

Temos estudado também a função sudorípara de homens de meia-idade hipertensos e de mulheres na pré e pós-menopausa durante a realização de exercí-



Esquema do possível resfriamento cerebral seletivo. O sangue resfriado pelo suor vaporizado sobre a pele da cabeça, em vez de retornar diretamente para o coração, seguiria pelas veias emissárias para o interior do crânio, onde se misturaria ao sangue drenado do cérebro, resfriando o tecido cerebral durante o exercício. A temperatura da pele é obtida por meio de um sensor, e a taxa de suor é medida através de um papel-filtro. Estudo feito no Laboratório de Fisiologia do Exercício da UFMG mostrou que a testa possui a maior taxa de resfriamento do corpo durante a realização de atividade física em calor seco

cios de longa duração em ambiente quente e úmido. Pesquisamos ainda a aclimação, as variações na produção de suor em diferentes áreas do corpo e a estimulação farmacológica local das glândulas sudoríparas através da iontoforese. Esse procedimento envolve a introdução de radicais químicos nos tecidos a partir de um campo elétrico produzido por uma corrente unidirecional. A substância química usada foi a pilocarpina. No momento, estudamos o efeito do cabelo humano no resfriamento seletivo da cabeça durante a realização de exercícios sob sol e calor.

### Desidratação e suor

A grande capacidade sudorípara humana pode causar perda significativa de líquidos corporais, ou seja, desidratação, o que tende a reduzir a capacidade de trabalho, aumentar a temperatura interna do corpo, pondo a saúde em risco e eventualmente levando à morte. A desidratação é evitada porque ingerimos água e, durante a alimentação, eletrólitos, em quantidade correspondente ao que foi perdido. Por outro lado, a relação entre o suor produzido e a reposição de fluidos determina o estado de hidratação e o volume plasmático, que, por sua vez, interferem reciprocamente na capacidade sudorípara. A desidratação, a redução do volume sanguíneo (hipovolemia) e a elevada concentração de partículas osmoticamente ativas no plasma sanguíneo (hiperosmolalidade plasmática) reduzem a secreção de suor, podendo causar acúmulo de calor corporal e aumento da temperatura

interna, com ameaça à estabilidade do meio interno do organismo e à vida.

O processo evolutivo das glândulas sudoríparas mostra que sua função é essencial para a sobrevivência em ambientes tropicais, sobretudo durante a realização de exercícios. Assim, é preciso proteger as glândulas sudoríparas, evitar queimaduras (solar, inclusive) e cicatrizes, e considerar com cuidado as cirurgias para reduzir a excessiva secreção de suor (hiperidrose). É importante garantir o pleno funcionamento das glândulas sudoríparas, mantendo-se o estado de hidratação normal, observando-se os cuidados com medicamentos que inibem a produção de suor (anticolinérgicos) e não cobrindo a pele com substâncias que bloqueiam as glândulas, como óleos e tintas. Finalmente, deve-se permitir a vaporização do suor, usando-se roupas leves, folgadas e permeáveis. Além, é claro, de evitar exercícios intensos em ambiente pouco ventilado e saturado de vapor d'água.

Os seres humanos parecem bem adaptados para fazer exercícios físicos de longa duração, intensos e mentalmente complexos em ambiente quente e seco, graças à sua excepcional capacidade termorregulatória, que resulta da eficiência de sua função sudorípara, associada ao reduzido número de pêlos, à postura bípede e ao possível resfriamento seletivo do cérebro. Somos tão especiais nesse aspecto que o melhor nome para nossa espécie talvez fosse *Homo sapiens sudator*, ou seja, 'o homem sábio que sua'. ■

**Einstein**

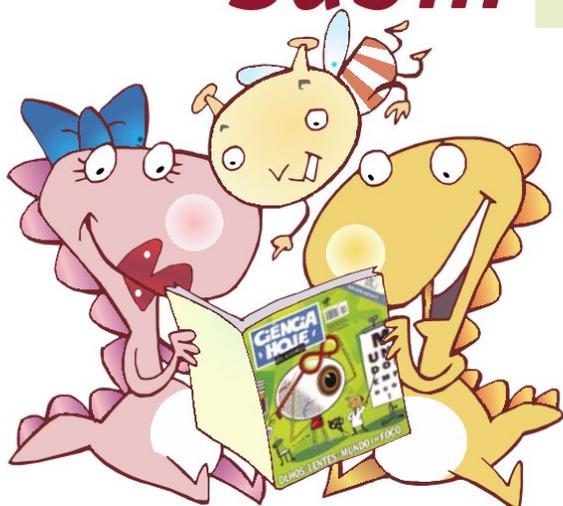
**Pasteur**

**Da Vinci**

**Sabin**

**Galileu**

**Newton**



Eles não liam  
**Ciência Hoje das Crianças.**  
Imagine se tivessem lido...

**ASSINE**

**0800-7278999**

[www.ciencia.org.br](http://www.ciencia.org.br)

INFORMÁTICA Projeto leva à rede mundial de computadores acervo de xiloteca acreana

# Madeiras amazônicas para todos

Informações sobre a madeira de cerca de 2 mil espécies arbóreas da Amazônia podem agora ser consultadas, por todos os interessados (estudantes, professores, pesquisadores e empresas do setor), através da rede mundial de computadores. Os dados e as imagens sobre as amostras existentes no acervo da xiloteca – coleção de madeiras – da Universidade Federal do Acre (Ufac) foram reunidos em um banco de dados informatizado, de livre acesso, por uma equipe de pesquisadores, e é um dos resultados do projeto, desenvolvido no estado, batizado como Centro de Apoio Tecnológico a Pequenas Empresas e Empreendedores de Produtos Madeireiros e de Mobiliário (Catemm). Por **Moisés S. Lobão e Keiti Roseani Pereira**, do Departamento de Ciências Agrárias da Ufac.

A floresta do oeste da Amazônia é caracterizada pela enorme diversidade de espécies arbóreas. Tal heterogeneidade, associada à pluralidade de nomes populares dados às árvores na região, dificulta a identificação das madeiras extraídas e torna comum a troca – involuntária ou dolosa – em sua comercialização. Essa situação se mantém porque há poucas

instituições direcionadas ao estudo de madeiras tropicais no Brasil e sua experiência é em geral limitada. Os dados gerados pelas pesquisas sobre novas espécies madeireiras e sobre a madeira que produzem são valiosos para futuros estudos sobre a biodiversidade amazônica e para os projetos voltados à sua exploração e/ou preservação, e devem estar disponíveis aos interessados.

Uma das mais importantes fontes de informações sobre as espécies madeireiras do oeste da Amazônia é a coleção de amostras de madeira que forma a xiloteca do Departamento de Ciências Agrárias da Ufac, acumulada desde 1987 por pesquisadores da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (Funtac). Os dados sobre esse acervo, mesmo sendo inestimáveis para os estudos florestais nessa parte da Amazônia e em outros locais com características de solo, clima e vegetação semelhantes, permaneciam praticamente restritos aos pesquisadores envolvidos com a coleção.

Para ampliar o acesso de pesquisadores interessados a esses dados e fornecer subsídios para as indústrias de madeira e mobiliário, a xiloteca da Ufac teve sua estrutura modernizada. O projeto Catemm incluiu o diagnóstico do acervo atual, a automação dos dados da coleção de madeiras e a digitalização

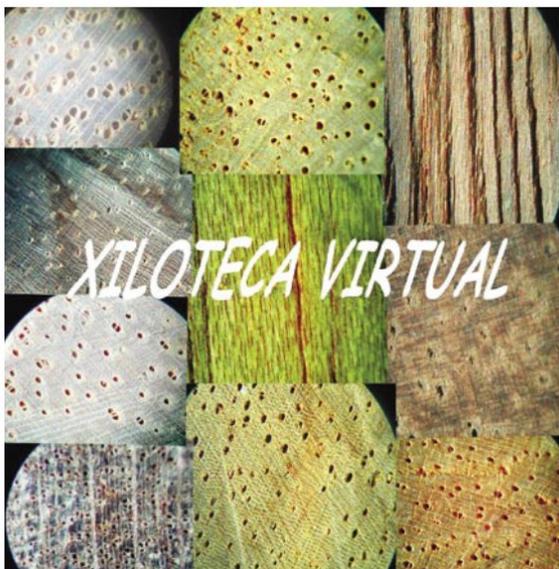
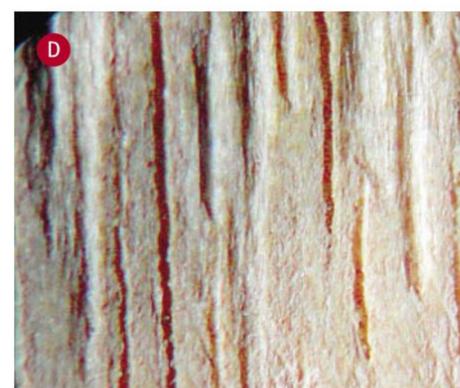
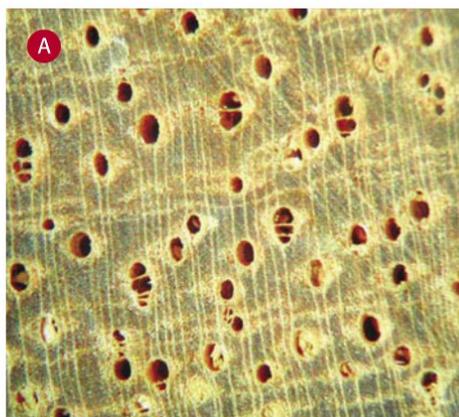


Imagem de abertura do banco de dados das amostras da xiloteca da Universidade Federal do Acre

Imagens de cortes transversal (A) e longitudinal radial (na mesma direção de um raio do tronco) (B) de madeira da árvore melanceira (*Alexa grandiflora*), e imagens de cortes transversal (C) e longitudinal tangencial (que tangencia o tronco) (D), de madeira da espécie ingá-da-folha-peluda (*Inga velutina*), todos com aumento de 10 vezes



das imagens de suas amostras, que podem ser consultadas por todos os interessados através da rede mundial de computadores na página [www.funtac.ac.gov.br](http://www.funtac.ac.gov.br) a partir deste mês.

Esse projeto surgiu de uma parceria entre a Universidade Federal do Acre, o Centro de Tecnologia de Madeira e Mobiliário (Cetemm), vinculado ao Serviço Nacional da Indústria (Senai) do Acre, e a Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (Funtac), e foi financiado pela seção estadual do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae).

### Informatização dos dados

No início do trabalho, estudantes da Ufac receberam orientações a respeito da importância da manutenção de uma xiloteca e sobre os tipos de ataques biológicos e defeitos possíveis nas madeiras. Após o treinamento, a coleção que constava do livro de registro foi checada e realizou-se um diagnóstico das condições de sanidade de todas as amostras da xiloteca, anotando-se as observações sobre ataques de insetos e fungos. As amostras atacadas foram tratadas com produtos específicos.

Ao mesmo tempo, elaborou-se um banco de dados informatizado do acervo existente e de amostras adquiridas durante a realização do projeto, incluindo número da amostra, nome vulgar, nome científico, descrição botânica, local onde foi coletada, nomes do coletor e do determinador da espécie, observações sobre estado de sanidade e defeitos, além de registro do extravio, em alguns casos. Imagens das amostras – nos planos longitudinal (correspondente à direção do eixo do tronco) e transversal (perpendicular ao eixo do tronco) – foram digitalizadas e vinculadas às

linhas da planilha de dados referentes às informações de cada amostra.

Criou-se, assim, uma xiloteca digital, na qual o usuário pode navegar e conhecer um conjunto de madeiras amazônicas, em uma base de dados que abrange cerca de 2 mil amostras. O sistema permite que pesquisadores e outros interessados identifiquem espécies madeireiras, a partir de uma amostra que tenham em mãos, e obtenham mais informações, para finalidades científicas e pedagógicas ou, em alguns casos, para validar transações comerciais.

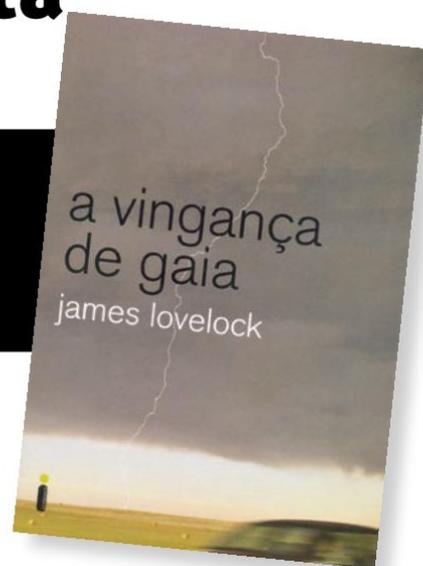
Os dados e as imagens das amostras da xiloteca também estão disponíveis na página na internet do Curso de Engenharia Florestal da Ufac ([www.ufac.br/ensino/dep\\_academicos/dep\\_cienc\\_agrarias.htm](http://www.ufac.br/ensino/dep_academicos/dep_cienc_agrarias.htm)). A digitalização dos dados dessa coleção de madeiras e das imagens de suas amostras constitui uma ferramenta importante para empreendedores e estudiosos do setor madeireiro. O acesso rápido, versátil e confiável possibilita um melhor aproveitamento das madeiras da região, levando a produtos madeireiros com maior qualidade e mais duráveis e evitando desperdícios e prejuízos. A intenção do projeto, a partir de agora, é incorporar outras informações ao banco de dados, como as propriedades químicas, físicas e mecânicas das madeiras e seus possíveis usos, com base na literatura científica existente ou na realização de novas pesquisas. ■

# Uma nova teoria para salvar o planeta

## A vingança de Gaia

**James Lovelock**

Rio de Janeiro, ed. Intrínseca, 160 p., R\$ 29,90



A hipótese Gaia foi criada por James Aphaïram Lovelock em 1986 e, posteriormente, com a ajuda da bióloga norte-americana Lynn Margulis, essa hipótese se robusteceu. Tal hipótese afirma que o ambiente que existe na Terra e que permite a existência de seres vivos foi criado pelos próprios seres vivos e é mantido com poucas variações através de processos de auto-regulação. A hipótese Gaia, inicialmente, foi considerada não científica, e por isso não era recomendável que cientistas sérios a mencionassem. O nome com a qual foi batizada, Gaia, a deusa da Terra, foi infeliz, pois indica que a manutenção de condições estáveis da Terra se deve à intervenção de um ser divino, que, como toda deusa grega, apresenta características muito humanas. Sem contar que a hipótese era apresentada com finalismo muito claro.

Além desses aspectos, a própria figura do autor era controversa. Lovelock, físico inglês, foi contratado pela agência espacial norte-americana (Nasa) para criar aparelhos que pudessem avaliar a existência de vida no planeta Marte. Sondas deveriam ser enviadas a esse planeta para descobrir *in loco* a existência de vida. Lovelock criou uma forma

de fazer essas medidas sem necessidade de ir a Marte. Apesar de brilhante, essa solução desagradou profundamente os dirigentes da Nasa, pois deixaria de ser necessário construir foguetes e enviá-los ao espaço. O inventor inglês foi despedido no ato.

Mais recentemente, a hipótese Gaia passou a ser encarada como suficientemente digna para que bons cientistas passassem a estudá-la, embora ainda encontre muita rejeição.

Neste livro, Lovelock apresenta, defende e atualiza a sua hipótese Gaia, agora utilizando os modelos clássicos da ecologia de populações, criando uma teoria chamada 'mundo das margaridas', em que mostra claramente que a temperatura atmosférica é regulada por seres vivos. Em sua nova obra, o autor, mais uma vez, nos surpreende com a afirmação de que a solução para evitar o aquecimento global e a consequente destruição de boa parte da vida no planeta – ou a destruição do sistema de auto-regulação da Terra (morte de Gaia, na linguagem de Lovelock) – está no uso da energia atômica (fissão nuclear). Em sua opinião, essa seria a única forma no curto prazo de evitar a catástrofe maior, suprimindo a ne-

cessidade energética da humanidade sem aumentar a emissão de gases causadores do efeito estufa. Lovelock gosta de nadar contra a corrente, o que é difícil, cansativo e em geral contraproducente. Contudo, o físico inglês já está acostumado com essa atividade e não desistirá facilmente.

Este livro contém uma boa defesa da hipótese Gaia, embora o autor cometa o mesmo erro do passado, ao utilizar uma linguagem metafórica em que a Terra é apresentada como um superorganismo capaz de auto-regulação: todas as partes desse sistema têm como objetivo a manutenção das condições que permitem a nossa existência. A defesa do uso ampliado da fusão nuclear como fonte de energia no curto prazo não é totalmente descabida. A proposta de Lovelock, aparentemente absurda, mostra claramente o tamanho da crise que se avizinha. Vale a pena conferir.

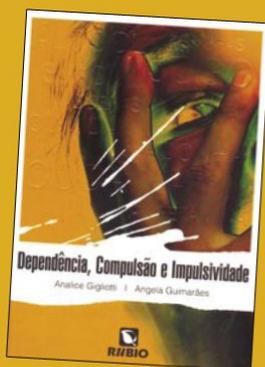
**Ricardo Iglesias Rios**  
Instituto de Biologia,  
Universidade Federal  
do Rio de Janeiro

## Dependência, compulsão e impulsividade

**Analice Gigliotti e Angela Guimarães**

Rio de Janeiro, ed. Rubio, 244 p., R\$ 52

As várias manifestações de dependência no mundo de hoje são o tema deste livro. Profissionais de diversas áreas, como psiquiatria, neurologia, epidemiologia, clínica médica, psicologia, psicanálise, enfermagem, prevenção e segurança pública, abordam não apenas a dependência do álcool e das drogas, mas também o sexo e o consumo compulsivos, o jogo patológico e o transtorno de compulsão alimentar periódica. As influências da sociedade no desenvolvimento desses transtornos, seu tratamento farmacológico e psicoterápico são analisados, assim como as especificidades de gênero e de idade. Analice Gigliotti está à frente do Setor de Dependência Química e outros Transtornos do Impulso, pertencente ao Serviço de Psiquiatria da Santa Casa da Misericórdia do Rio de Janeiro. Angela Guimarães é psicóloga.

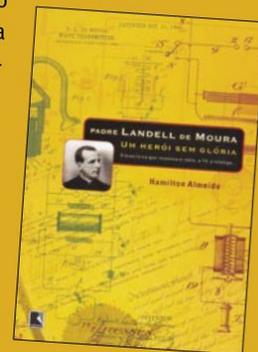


## Padre Landell de Moura – Um herói sem glória

**Hamilton Almeida**

Rio de Janeiro, Record, 320 p., R\$ 39,90

Pioneiro das telecomunicações, que inventou o rádio, concebeu a televisão e vislumbrou as comunicações interplanetárias, o padre brasileiro Roberto Landell de Moura (1861-1928) ainda hoje permanece à espera do reconhecimento do seu gênio. Para reparar essa injustiça, o jornalista Hamilton Almeida traça a biografia do padre-cientista gaúcho, relatando suas importantes descobertas na área das telecomunicações e também a incompreensão que enfrentou, levando-o a emigrar para os Estados Unidos, onde registrou as patentes dos seus inventos em 1904. Tendo iniciado sua pesquisa em 1976, o autor mostra que Landell de Moura tinha total lucidez sobre o futuro que o aguardava: “Em breve, outros inventores, mais afortunados do que eu, irão descobrir meus próprios inventos”, declarou.

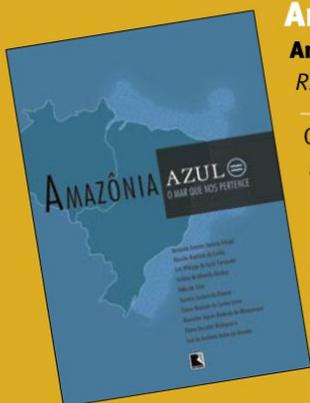


## Amazônia azul – o mar que nos pertence

**Armando Vidigal, Marcílio Boavista da Cunha et al.**

Rio de Janeiro, Record, 308 p., R\$ 42,90

O domínio brasileiro sobre o mar que cerca o país vai muito além da linha da costa: a área abrangida corresponde a quase metade da superfície do Brasil. Com o intuito de apresentar aos cidadãos esse território ainda pouco explorado, oito oficiais da marinha, uma bióloga e um advogado se debruçam sobre suas diferentes dimensões neste livro. Ao longo de nove capítulos, são abordados temas como biodiversidade, transporte marítimo, exploração econômica – via pesca ou extração de petróleo, por exemplo –, o mar como fonte de energia (através da força das ondas ou das marés) e manutenção da soberania. Os autores mostram ainda os problemas e as possíveis soluções para um gerenciamento sustentável desse “mar que nos pertence”.

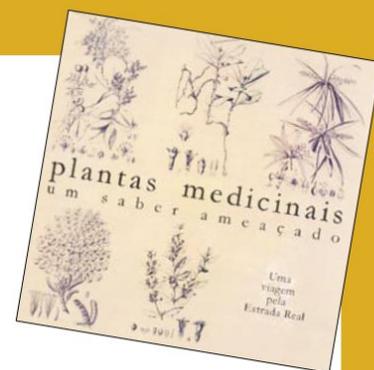


## Plantas medicinais – um saber ameaçado

**Maria das Graças Lins Brandão e Roberto Luís de Melo Monte-Mór**

Belo Horizonte, Fapemig e CNPq, 20 min

O uso popular de plantas brasileiras no tratamento de várias doenças é o tema deste DVD. Realizado por pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), o filme traz um histórico do uso das plantas medicinais, ilustrado com belas imagens, e depoimentos de cientistas e raizeiros – como são conhecidos os detentores desse conhecimento – sobre as aplicações de cinco exemplares da flora da região da Estrada Real, antiga via de escoamento do ouro para Portugal, que ainda hoje liga Diamantina (MG) a Paraty (RJ). São destacadas também as ameaças à sobrevivência desse saber: o pouco interesse dos jovens pela tradição e a destruição das florestas. Para adquirir um exemplar, entrar em contato com os coordenadores por correio eletrônico ([geplamt@farmacia.ufmg.br](mailto:geplamt@farmacia.ufmg.br)) ou por telefone (31) 3499-6970/3499-6940.



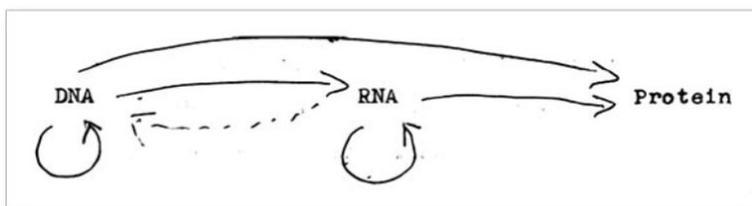
## Do DNA à proteína

Em um histórico seminário realizado na University College, Londres, em 1957, o cientista inglês Francis Crick (1916-2004), um dos pais da biologia molecular, apresentou idéias sobre o fluxo de informação em sistemas biológicos que revolucionaram a biologia – tal como havia feito pouco antes, em 1953, ao anunciar, juntamente com outros colegas, a estrutura em dupla hélice do DNA, a molécula da hereditariedade. No trabalho intitulado ‘Sobre a síntese de proteínas’, Crick mostrou que, na síntese protéica, o sentido da informação vai sempre do DNA para a proteína e nunca na direção inversa. Esse conceito – que envolve os mecanismos conhecidos como replicação, transcrição e tradução (ver ‘Processos básicos’) – mudou permanentemente a lógica da biologia e estabeleceu o que ficou conhecido como dogma central da biologia molecular.

**F**rancis Crick tem uma história científica curiosa. Nascido em Northampton, a 8 de junho de 1916, graduou-se em física em 1937, tendo se dedicado ao estudo da viscosidade da água em altas temperaturas. Mas, por influência do químico norte-americano Linus Pauling (1901-1994) e do físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961), decidiu dar novo rumo à sua carreira após a Segunda Guerra Mundial, quando começou a estudar fenômenos biológicos. A meta era obter uma explicação molecular para a organização da vida.

No laboratório de cultura de tecidos da Universidade de Cambridge, Inglaterra, passou então a estudar, em 1947, as propriedades físicas do citoplasma – época em que começou a aprofundar seus conhecimentos no campo da biologia. Em 1949, transferiu-se para a unidade de estudo de estruturas moleculares em sistemas biológicos, sob orientação do biólogo austríaco Max Perutz (1914-2002).

No início da década de 1950, Crick iniciou uma parceria com o jovem ornitólogo norte-americano James Watson. Ambos tinham tomado como desafio compreender a estrutura química do DNA, que na década anterior havia sido definida como a molécula portadora da hereditariedade pelo grupo do bioquímico canadense Oswald Avery (1887-1955). Em 1953, a revista britânica *Nature* publicaria um artigo em que Watson e Crick apresentavam a estrutura do DNA – trabalho que muitos consideram como fundador da biologia molecular. Dias antes da publicação, os dois haviam comunicado a descoberta no *pub* Ea-



Modelo elaborado por Francis Crick – encontrado em nota datada de 1956 – que levou à proposição do dogma central da biologia molecular. Na versão apresentada em 1957, ele eliminou a possibilidade de o DNA formar diretamente proteínas e de uma molécula de RNA dar origem a uma molécula de DNA. Esta última hipótese foi confirmada em 1970 pelos geneticistas norte-americanos Howard Temin e David Baltimore

## PROCESSOS BÁSICOS

O perfeito funcionamento dos sistemas vivos envolve fundamentalmente três processos: replicação, transcrição e tradução. A replicação diz respeito ao mecanismo adotado pelo sistema biológico para obter novas moléculas informacionais a partir de moléculas preexistentes. A fidelidade na formação de uma nova molécula informacional é de extrema importância, pois permite a transmissão, do modo mais exato possível, das características essenciais para a for-

mação de um novo ser. Erros durante a replicação podem causar acúmulo de modificações no DNA, provocando, entre outros problemas, doenças como o câncer e a distrofia muscular.

A transcrição é o mecanismo usado para transmitir informações contidas na molécula de DNA ao restante da célula, o que se dá a partir da produção de moléculas de RNA mensageiro (RNAm). Essas moléculas contêm as instruções para a síntese de proteínas. Acredita-se que a versatilidade na produção e nas modificações sofridas pela molécula de RNAm após sua síntese seja

responsável pela complexidade do genoma humano. Assim, novas proteínas podem ser produzidas a partir de uma mesma informação contida no DNA.

Após a síntese de uma molécula de RNAm, esta interage com os ribossomos, complexo molecular constituído de RNA e proteínas onde as informações contidas nos ácidos nucleicos (DNA e RNA) são traduzidas em uma proteína específica para uma função celular. Tal processo, denominado tradução, é responsável por toda a síntese protéica em uma célula.

gle, em Cambridge. No mesmo local, comemorou-se em 2003 o cinquentenário desse episódio marcante na história da ciência. Durante a década de 1950, o Eagle serviu de palco para discussões acaloradas sobre o fluxo informacional em sistemas biológicos, sendo as descobertas primeiramente comunicadas ali e posteriormente apresentadas no meio acadêmico.

Em 1954, o físico russo George Gamow (1904-1968), com o apoio de outros 19 proeminentes cientistas, formou o RNA Tie Club, cujo principal objetivo era discutir a estrutura e função do RNA e o fluxo de informação visando à formação de proteínas. Entre os membros do clube estavam Francis Crick, James Watson e o biólogo sul-africano Sydney Brenner, laureado com o Nobel de Medicina em 2002.

Foi em uma comunicação feita no RNA Tie Club em 1955 que Crick propôs a chamada 'hipótese do adaptador'. Nesse trabalho, ele contestou a tese apresentada por Gamow em 1954 – segundo a qual haveria interação direta entre DNA e aminoácidos na formação de proteínas – e defendeu a necessidade de uma molécula capaz de realizar essa comunicação, isto é, que adaptasse a informação contida no DNA, em forma de nucleotídeos, em uma informação que resultasse em aminoácido (unidade básica da proteína), fazendo a tradução entre as duas linguagens químicas.

Embora esse trabalho nunca tenha sido publicado em periódicos oficiais, é tido hoje como o que talvez mais influenciou a biologia molecular após a identificação da estrutura do DNA. Posteriormente, com a descoberta da molécula do RNA transportador, sua teoria se mostrou verdadeira. Também em 1955, Crick propôs a estrutura do colágeno, com o biofísico nor-

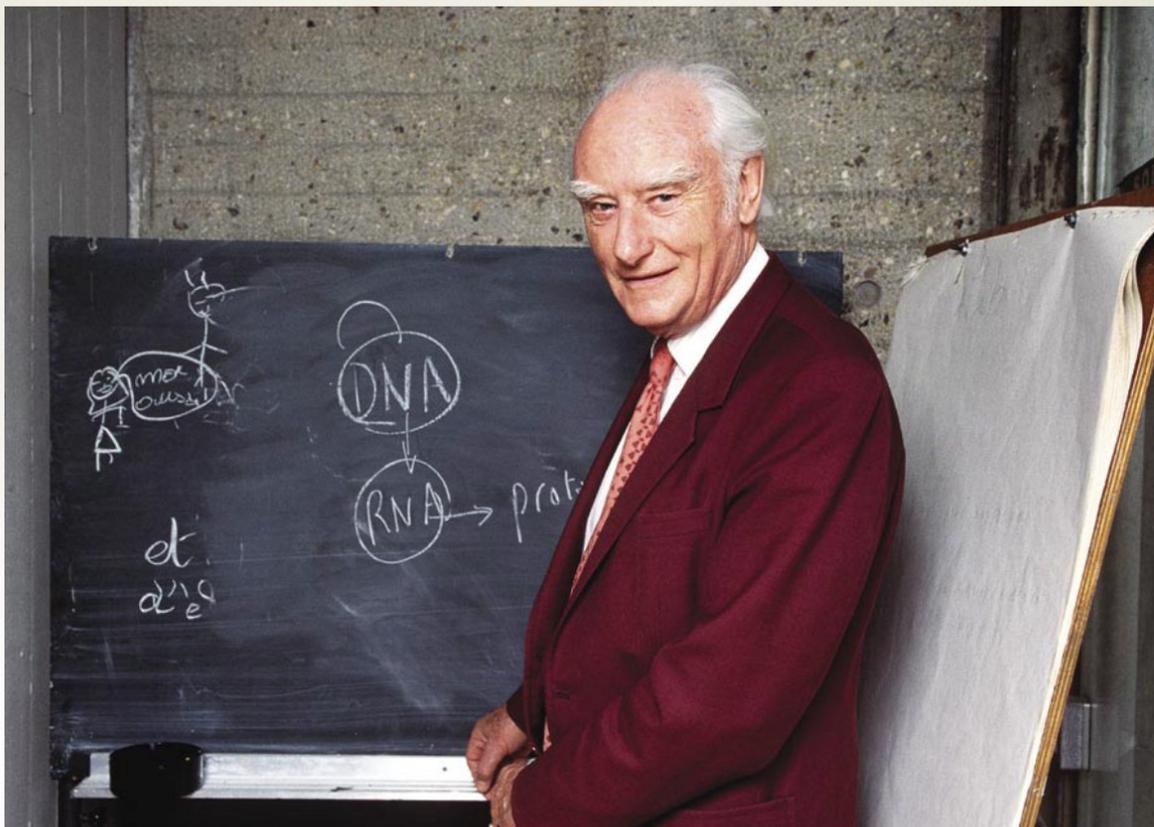
te-americano Alexander Rich, e de pequenos vírus, com James Watson.

## Idéias revolucionárias

Pouco depois, em 1957, Crick, um genuíno formulador de hipóteses, apresentaria sua concepção sobre síntese protéica. Foi no célebre seminário da University College que ele propôs tanto a hipótese de seqüência quanto o dogma central da biologia molecular. Durante sua exposição, definiu as características básicas das proteínas, compostas essencialmente de aminoácidos – 20, ao todo, envolvidos na síntese protéica, podendo alguns deles sofrer alterações mesmo depois de a proteína já ter se formado. Ele abordou ainda aspectos estruturais, destacando a importância da manutenção da correta organização tridimensional das proteínas para o desempenho de suas funções. Assim, durante a síntese protéica, não só a concentração dos aminoácidos se mantém, mas também a ordem exata em que eles se dispõem na seqüência, sendo as bases nitrogenadas do DNA (adenina, citosina, guanina e timina) lidas de forma linear, com um ponto inicial e um sentido fixo (hipótese de seqüência).

O segundo aspecto importante abordado no seminário diz respeito ao fluxo informacional nos sistemas biológicos. A informação flui sempre do DNA para as proteínas, por intermédio de uma molécula de RNA (RNA mensageiro), podendo as moléculas de DNA e RNA se replicar, gerando novas moléculas. De acordo com esse modelo, as modificações sofridas pelas proteínas não passariam para as gerações seguintes, o que significa que a informação genética de um organismo está totalmente contida nos ácidos

Francis Crick  
(1916-2004)



DANIEL MOROZINSKI/GETTY IMAGES

nucléicos. Essa teoria ficou conhecida como ‘dogma central da biologia molecular’.

Segundo o historiador da ciência norte-americano Horace Judson, a ‘hipótese de seqüência’ e o ‘dogma central’, em conjunto, “alteraram permanentemente a lógica da biologia”, ao definir os processos de organização e o funcionamento basal dos sistemas biológicos. Embora durante o seminário Crick não tenha deixado clara a possibilidade de uma molécula de RNA dar origem a uma molécula de DNA, ele havia entrevistado essa hipótese teoricamente, deixando-a registrada em uma nota de 1956, não publicada. A falta de evidências conclusivas o fez omitir-se sobre tal possibilidade, só comprovada em 1970 pelos geneticistas norte-americanos Howard Temin (1934-1994) e David Baltimore, com a descoberta da enzima transcriptase reversa, capaz de sintetizar uma molécula de DNA com a informação contida em uma molécula de RNA.

Na segunda metade dos anos 50, após a descoberta da estrutura do DNA, do lançamento da hipótese do adaptador e da hipótese de seqüência, e da proposição do dogma central, nasceu uma nova área de conhecimento: a biologia molecular. Os cientistas tinham conquistado a base teórica necessária para o estabelecimento do código genético. Em outras palavras, era possível decifrar a correspondência entre

uma trinca de nucleotídeos no DNA e o processo de formação de uma proteína.

A definição de como a informação genética flui do DNA para as proteínas possibilitou o surgimento da biotecnologia molecular e da genômica, pois os cientistas passaram a dispor de meios para testar como os organismos se desenvolveriam quando se introduzissem mudanças em sua molécula de DNA. O estudo bioquímico das doenças hereditárias, resultantes de alterações em proteínas, se tornou possível a partir da análise da seqüência do DNA responsável pela produção dessas proteínas. Isso causou e continua causando grande impacto na medicina.

Juntamente com James Watson e com o físico inglês Maurice Wilkins (1916-2004), em 1962 Francis Crick foi laureado com o Nobel de Fisiologia e Medicina pela descoberta da estrutura molecular do DNA. Nos últimos anos de sua vida dedicou-se à neurobiologia, mais precisamente a estudos sobre o sistema visual. Morreu de câncer no dia 22 de julho de 2004, aos 88 anos, deixando seu nome definitivamente inscrito no rol dos grandes cientistas do século 20.

#### **Sávio Torres de Farias**

*Instituto Multidisciplinar em Saúde,  
Universidade Federal da Bahia  
(campus Vitória da Conquista)*

## DNA paterno

A respeito da resposta ao leitor, sobre DNA, na CH 229, vale lembrar que, embora a maior parte do DNA mitocondrial seja de herança materna, desde 2002 estudos mostram que esse DNA também pode ser herdado do pai.

CIBELLY GOULART  
SANTO ANDRÉ, SP

✉ De fato, podem ocorrer casos de heteroplasmia (mistura de DNA mitocondrial paterno e materno), mas são atípicos. Na grande maioria dos casos, a herança do DNA mitocondrial é materna.

## Pajelança

Acabo de ler a matéria intitulada 'Pajelança no consultório' (CH 230). Sinto-me curioso sobre as seguintes questões: 1. Traduz, a matéria, a opinião oficial da publicação? 2. Como se pode, a priori, considerar definitivo um estudo com perfil (ou 'viés') aparentemente tendencioso, o qual apresenta uma conclusão tão conveniente a interesses industriais e corporativos? 3. Desde quando, em ciência, a teoria tem precedência sobre o fato, já que a eficácia homeopática é um fato que já se afirmou, há tempos, sobre a teoria do placebo? 4. Quando a mente científica é capaz de assumir a viabilidade de teorias aparentemente tão mirabolantes quanto a das supercordas e pretende medir a idade do universo a partir de uma energia residual dispersa no cosmos, admitir a memória da água e a capacidade de uma célula viva reagir a esse traço de informação não deveria ser uma impossibilidade (...).

ELCIO RABELO  
POR CORREIO ELETRÔNICO

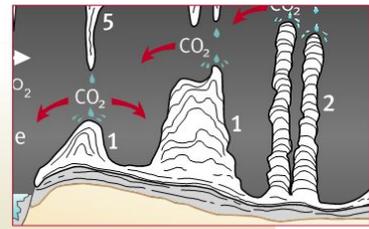
✉ O autor da matéria, Franklin Rumjanek, responde: "Pergunta 1: mais que uma opinião, a matéria traduz fielmente o resultado de experimentos rigorosamente controlados, sujeitos a uma abordagem formal, cujo objetivo foi responder uma questão como, por exemplo, a validade da homeopatia. Os experimentos revelaram que não

## Correções

• No artigo 'Paisagens subterrâneas do Brasil' (CH 235), há alguns erros nas indicações do esquema de um perfil cárstico (figura 7, p. 23). A estalagmite à esquerda (ver na reprodução ao lado), indicada com o número 1, é do tipo 1 (simples); a formação seguinte, também indicada com o número 1, é do tipo 2 (vela); e as duas formações indicadas com o número 2 são do tipo 3 (canudo). As demais indicações estão corretas.

• As letras indicativas dos elementos da figura da matéria 'Olhar de raios X' (CH 235, p. 46) estão repetidas. As duas imagens no alto da figura correspondem às letras 'A' e 'B', enquanto as imagens mostradas embaixo correspondem a 'C' e 'D'.

Agradecemos aos leitores que apontaram os erros.



há base científica em tal prática. Pergunta 2: o estudo discutido vale até que outro realizado com igual cuidado obrigue à revisão dos conceitos e introduza um novo paradigma. A ciência é construída desse modo e vale aí até o verso de Vinicius de Moraes: '[uma hipótese] é eterna enquanto dure'. Não há na idéia apresentada interesses industriais ou corporativos, mas simplesmente um exemplo da aplicação do método científico. Pergunta 3: reitero que a teoria deve se curvar ao fato. A dúvida implícita na discussão é se de fato a homeopatia é eficaz ou não. Foi provado que não. Pergunta 4: a teoria das supercordas e outras são apenas modelos, passíveis de extinção como tantos outros. Assim que houver um instrumental que possa verificar tais hipóteses, essas vingarão ou não. Por outro lado, a idéia da memória da água pode ser testada com os conhecimentos vigentes da química. O resultado é que nenhuma evidência de tal ocorrência foi revelada. Nesses casos, de acordo com o método científico, deve-se abandonar tal proposta."

## Faz a diferença

Sou bolsista de iniciação científica na Universidade Federal de Pernambuco. Gostaria de parabenizar a CH e o CNPq pela parceria (...), que só veio contribuir para enriquecer a formação profissional de muitos estudantes

do país. Estou gostando muito das edições da revista e acredito que iniciativas como essa podem fazer a diferença nas nossas pesquisas. (...)

ELAINE ALVES S. DE SANTANA  
RECIFE, PE

## Atitude de valor

Gostaria de agradecer ao CNPq e a todos da revista pelo grandioso enriquecimento intelectual e cultural que estão proporcionando a mim, presenteando-me com a assinatura anual da CH. É de extremo valor tal atitude, pois permite que muitos de nós, estudantes de ensino superior e ingressando na 'vida científica', tenham um conhecimento maior do mundo científico, ampliando nossas carreiras (...). A revista divulga diversas pesquisas em várias áreas, em um país em que falta um maior incentivo a essa atividade, e a diversidade de informações nos permite obter um conhecimento interdisciplinar, essencial nos dias de hoje.

CAROLINA BRANDÃO COELHO  
SÃO PAULO, SP

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

CORREIO ELETRÔNICO:  
cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

# Miniaturas

**Marco Moriconi**

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



**E**ste mês, a coluna será de ‘miniaturas’, ou seja, problemas simples, de solução rápida, mas que são ideais para reavivar aquelas conversas de fim de noite...

**Miniatura 1.** Pegue um quadrado. Uma diagonal o divide em duas partes iguais. Duas diagonais o dividem em quatro partes iguais. Você saberia dividi-lo em cinco partes iguais? E em sete?

**Miniatura 2.** Dois copos de mesmo volume. Um com água, outro com vinho. Derrame um pouco da água sobre o vinho. Depois, devolva a mesma quantidade para o copo com água. Resultado: um copo de vinho agüado e um de água ‘avinhada’. Pergunta: tem mais água no copo de vinho ou mais vinho no copo de água?

**Miniatura 3.** Um pavio queima em uma hora, mas não de modo uniforme. Ou seja, pode começar a queimar rápido e depois devagar. Como poderíamos medir exatamente 30 minutos com ele?

**Miniatura 4.** Duas tribos da Amazônia. Os Dedarves sempre dizem a verdade. Já os Sorotímens mentem, sempre. Voltando para casa, um antropólogo chega a uma bifurcação, onde há um índio. Um Dedarve? Um Sorotímen? Para saber o caminho correto para sair da selva, ele só pode fazer ao índio uma pergunta, cuja resposta será ‘sim’ ou ‘não’. Que pergunta seria essa?

**Miniatura 5.** E se esse pesquisador pudesse fazer mais uma pergunta (do tipo ‘sim’ ou ‘não’) para descobrir se o índio é um Dedarve ou um Sorotímen? Qual seria?

## SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Imagine que, depois da primeira rodada, o terceiro membro ficou com a fatia. Ele acha, portanto, que tem  $\frac{1}{3}$  ou mais do bolo. Mas, quando os outros dois dividem o restante do bolo entre si, pode ser que o corte que o primeiro tenha feito não corresponda à metade, de acordo com o terceiro guloso (que agora não pode mais opinar, pois já está comendo a fatia dele). Por exemplo, se o primeiro cortar o pedaço na forma de uma ‘migalhinha’ e de um ‘pedaço’, o terceiro guloso, apesar de satisfeito com o pedaço dele, terá inveja da fatia de um dos outros dois.

## SOLUÇÕES:

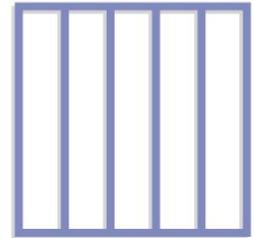
**M1.** Veja a figura.

**M2.** A quantidade de vinho que não está mais no copo de vinho tem que estar no copo com água. E vice-versa. Portanto, são iguais.

**M3.** Acenda as duas extremidades (A e B). Chame P o ponto em que as chamas se encontram, e T o tempo que isso leva. Portanto, no tempo T, o pavio queimou de A até P e de B até P. Então, em 2T, ele queimaria todo. Portanto, se 2T é igual a uma hora, T será igual a 30 minutos.

**M4.** O antropólogo escolhe um caminho qualquer e pergunta: “Para a pergunta ‘Esse é o caminho correto?’, você responderia sim?” Há quatro casos a serem considerados: a) ele é um Sorotímen, e o caminho é errado. Como ele sempre mente, para a pergunta “Este é o caminho correto?”, ele diria “sim”. Portanto, para a pergunta do antropólogo (que é, essencialmente, se ele disse “sim” à pergunta anterior), ele mentirá, dizendo “não”, pois, afinal, ele disse “sim”; b) ele é um Sorotímen, e o caminho é o certo. Nesse caso, ele responderá “sim” à pergunta do antropólogo. Agora, analisando o caso em que o índio é um Dedarve, temos: c) ele é um Dedarve, e o caminho é errado. Então, a resposta seria “não”; d) se o caminho é correto, ele diria “sim”. Portanto, em cada um dos quatro casos, a resposta “sim” corresponde ao caminho certo. E a “não” ao errado.

**M5.** “Para a pergunta ‘Você é um Dedarve?’, você responderia sim?”. Se ele for um Dedarve, ele responderá “sim”; se for um Sorotímen, ele dirá “não”. ■



## DESAFIO

Suponha que o pesquisador da miniatura 4 saiba que as palavras que os índios das duas tribos usam para ‘sim’ e ‘não’ são ‘mis’ e ‘oan’, mas não sabe qual é qual. Será que ele poderia fazer uma única pergunta com resposta do tipo ‘sim’ e ‘não’ (ou melhor, ‘mis’ ou ‘oan’) que indicaria o caminho correto?

