

**ciência**

REVISTA DE  
DIVULGAÇÃO  
CIENTÍFICA  
DA SBPC

**236**

INSTITUTO  
**Ch**  
CIÊNCIA HOJE



**SB  
PC**

VOL. 40  
ABRIL  
2007  
R\$ 8,90

# Reis na floresta

Novas teorias sobre a civilização maia



## LITERATURA

A chegada dos autores russos ao Brasil

## RNA DE INTERFERÊNCIA

Método auxilia no estudo de funções metabólicas

## INFORMÁTICA

Cada vez mais perto da computação quântica



# Novas luzes sobre a civilização maia

**Descobertas arqueológicas recentes** permitem lançar nova luz sobre uma das civilizações mais complexas do mundo, os maias, que habitaram áreas das atuais Américas Central e do Norte, de 2000 a.C. a 1500 d.C. As teorias vigentes até a década de 1970 defendiam que a sociedade maia era composta basicamente por camponeses, que viviam em áreas rurais distantes dos centros urbanos e que praticavam uma agricultura extensiva. Acreditava-se até então que essa civilização era marcada pela ausência de urbanismo e que, nas cidades, moravam apenas sacerdotes, governantes e seus assistentes. Embora ainda conte com muitos adeptos no meio acadêmico, esse modelo teórico foi derrubado pelas recentes decifrações da escrita maia, pelas imagens espaciais obtidas por satélites e pelas novas teorias que sustentam que, em meio à floresta tropical, foram erguidas centenas de cidades densamente povoadas (com 10 mil a 60 mil habitantes), que abrigavam pessoas de diferentes classes sociais, como artesãos, comerciantes e reis.

**A literatura russa explodiu** com força arrebatadora no fim do século 19, despertando debates acalorados e revolucionando o cenário cultural mundial. Essa febre também atingiu o público brasileiro, que logo passou a se interessar por esses autores de nomes estranhos. Essa nova literatura, que chegou ao país traduzida do francês, serviu de exemplo aos modernistas no início dos anos 1920 como um modelo bem-sucedido de afirmação da voz nacional.

**Aquelas células especializadas** em armazenar gordura – os adipócitos – também participam do controle dos níveis de glicose no sangue, com a ajuda da insulina (hormônio produzido pelo pâncreas). Até aí, sem novidades. Agora, uma nova estratégia utilizada por pesquisadores brasileiros e norte-americanos para silenciar genes de adipócitos em cultura – o rastreamento com RNA de interferência – torna mais rápida a identificação de novas moléculas que modulam a ação da insulina nessas células de gordura. Estudos desse tipo podem melhorar a compreensão dos mecanismos envolvidos na interação entre adipócitos e insulina e levar à descoberta de novos tratamentos para doenças como obesidade e diabetes.

*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 e Sandoval Matheus Poletto (reportagem); **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho  
**ARTE** • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.  
**Diretora de Arte** • Cláudia Fleury; **Programação Visual** • Carlos Henrique Viviane e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@ampersanddesign.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 (chsul@ufpr.br). End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (0xx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná

**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 Barroncos – 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 Reis na floresta tropical? Novas descobertas sobre a civilização maia

Achados recentes feitos no campo da arqueologia pré-hispânica mostram os maias sob uma óptica diferente. As novas teorias defendem que, em meio à floresta tropical, foi erguida uma civilização com cidades povoadas e planejadas, onde viviam pessoas de diferentes classes sociais.

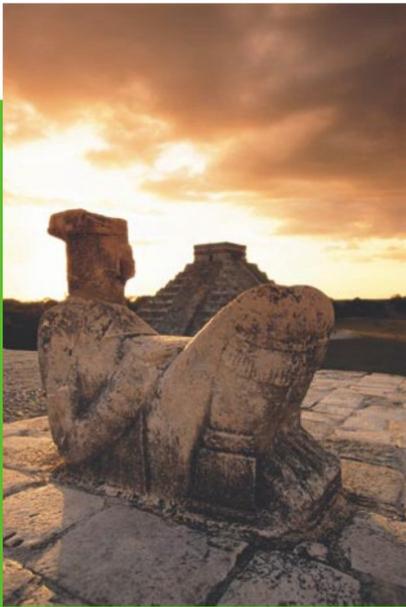
Por **Alexandre Guida Navarro**



## 28 Febre russa – A chegada de uma literatura arrebatadora no Brasil

A literatura russa explodiu com força arrebatadora no final do século 19, representando uma novidade no cenário cultural e suscitando debates. No Brasil, serviu aos modernistas como um exemplo bem-sucedido de afirmação da voz nacional.

Por **Bruno Barretto Gomide**

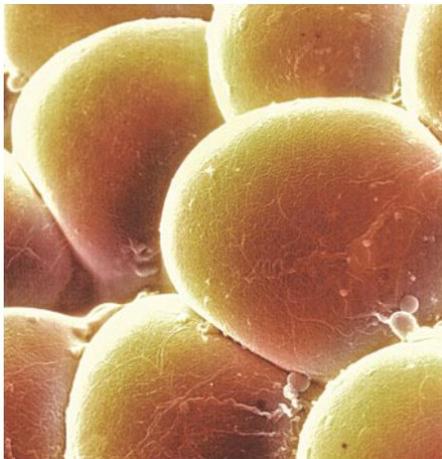


Capa: Foto Getty Images

## 32 RNA de interferência: Nova ferramenta para o estudo da ação da insulina em adipócitos

Identificar os processos moleculares envolvidos na interação entre a insulina e as células de gordura (adipócitos) pode ajudar a encontrar novas formas de tratamento para doenças como diabetes e obesidade.

Por **Adilson Guilherme**



O LEITOR PERGUNTA

- 4 O que é gordura vegetal hidrogenada ('trans') e como reduzir seus malefícios aos vasos sanguíneos?
- 4 Os mosquitos têm preferência por uma área do corpo, ou por determinadas pessoas, na hora de se alimentar?
- 5 É necessário ter permissão para explorar uma caverna?
- 5 Existe alguma possibilidade de ser criado um banco de dados na internet com informações sobre o nosso genoma?

ENTREVISTA

- 6 **Susan Greenfield**  
**A baronesa das neurociências**  
Pesquisadora discute conceitos de mente e consciência

MUNDO DE CIÊNCIA

- 11 **Povoamento da América: sai de cena um velho modelo**  
Contestada teoria que não admite humanos antes de 12 mil anos atrás

A PROPÓSITO

- 17 **Medo da morte violenta**  
Sem mecanismos de proteção social, ameaça permanece

EM DIA

- 39 **Tijolo ecológico**  
Cerâmica feita com resíduos é opção para a construção
- 40 **Neurônios desligados**  
Descoberto novo fator envolvido em surtos da esclerose múltipla
- 42 **Laços mais estreitos**  
Cooperação científica entre países latino-americanos em debate
- 44 **Túneis do Rio de Janeiro analisados**  
Pesquisadores medem substâncias tóxicas na camada de fuligem
- 46 **Para o alto e avante**  
Foguete híbrido pode auxiliar futuros lançamentos brasileiros
- 48 **Amaranto, opção contra o colesterol**  
Planta consumida na América pré-colombiana é introduzida no país
- 50 **Um novo elo**  
Gaúchos podem ter achado 'verdadeiro' ancestral dos dinossauros
- 52 **Plantas brasileiras no combate ao diabetes**  
Novo fitoterápico acelera processo de cicatrização
- 53 **Fila que mata**  
Lentidão na espera por transplantes pode ser minimizada
- 54 **Na ponta dos dedos**  
Traçado perfil alimentar de populações através da análise das unhas
- 56 **Esperança para o miquiqui-do-norte**  
Fêmea de primata é transferida para área de proteção ambiental

OPINIÃO

- 58 **Computação quântica: realidade ou precipitação?**  
Processador composto de *bits* quânticos ainda é pouco eficiente

ENSAIO

- 62 **Nova arma contra o papilomavírus humano**  
Vacina contra HPV abre caminho para o fim do câncer de colo do útero

PRIMEIRA LINHA

- 64 **Impacto da urbanização na vida aquática amazônica**  
Corpos d'água na área urbana de Manaus estão comprometidos

- 68 **Ameaça futura para a arara-azul**  
População de árvore preferida para o ninho tende a diminuir

- 72 **Que bicho estranho!**  
Animal marinho de morfologia aberrante é achado no litoral paulista

RESENHA

- 74 **Soberania nuclear**  
Resenha do livro *Renato Archer: energia atômica, soberania e desenvolvimento – Depoimento*, de Alvaro Rocha Filho e João Carlos Vitor Garcia

MEMÓRIA

- 76 **Síntese nas estrelas**  
Há 50 anos artigo apontava as reações que produzem os elementos químicos

79

CARTAS

- 80 **Como dar o bolo... e deixar todo mundo contente!**  
Repartir de forma justa tem solução simples

QUAL O PROBLEMA?

**?** O que é gordura vegetal hidrogenada ('trans') e como reduzir seus malefícios aos vasos sanguíneos?

ANA LUCIA E LUIZ ALBERTO S. D. MACHADO,  
POR CORREIO ELETRÔNICO

A formação dos ácidos graxos 'trans' (compostos que apresentam os hidrogênios das duplas ligações em lados opostos) ocorre principalmente pela hidrogenação de óleos derivados de vegetais e de pescados. As gorduras vegetais hidrogenadas, em função da presença dos ácidos graxos 'trans', são sólidas à temperatura ambiente e são utilizadas no preparo de vários tipos de alimentos, como margarinas, massas e recheios de biscoitos, nas bases de sopas e cremes, nos produtos de panificação e nas coberturas que possibilitam a adesão de confeitos, entre outros.

Estudos relacionando a presença desses ácidos na dieta com a incidência de doenças cardiovasculares começaram a ser realizados com maior ênfase a partir da década de 1990. Comparando-se os ácidos graxos 'trans' com os saturados, observou-se que os primeiros estão associados ao aumento de duas a 10 vezes do risco de aparecimento de cardiopatias e de outras patologias, como doenças alérgicas em crianças e diabetes tipo 2 em adultos. Desde julho do ano passado, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) estabeleceu a obrigatoriedade da inclusão dos teores de ácidos graxos 'trans' nos rótulos dos alimentos. A orientação, do ponto de vista nutricional, é de se consumir um máximo de 2 g dessas substâncias em uma dieta de 2 mil calorias. Essa quantidade, seguindo uma alimentação adequada, não deve alterar o metabolismo de forma a provocar malefícios ao organismo.

**Jorge Mancini-Filho**  
Departamento de Alimentos  
e Nutrição Experimental,  
Universidade de São Paulo



VGSN

**?** Os mosquitos têm preferência por uma área do corpo, ou por determinadas pessoas, na hora de se alimentar?

SANDRA TALARICO, POR CORREIO ELETRÔNICO

Os mosquitos são atraídos por movimentos do homem (são capazes de detectar pequenos deslocamentos), pela radiação infravermelha (o corpo de todos os animais emite radiações), pelo gás carbônico (CO<sub>2</sub>) liberado pela respiração ou por substâncias eliminadas pela pele. Através dos pêlos sensoriais, principalmente das antenas e dos palpos maxilares, os mosquitos podem detectar essas variações e assim perceber a presença do homem a uma distância de 25 a 30 metros. A ação dos repelentes se baseia nesses mecanismos de atração e procura confundir as fêmeas (os machos não se alimentam de sangue) desses insetos. Além disso, nas cidades, as picadas acontecem nas áreas mais expostas do corpo, como face, braços e pernas. Já em regiões de mata, nas quais o mosquito silvestre está acostumado a picar animais com o corpo coberto de pêlos ou penas, é nítida a preferência pelo rosto, especialmente próximo à boca e ao nariz.

Não existe preferência dos mosquitos por um determinado tipo de pessoa. Eles podem picar indiscriminadamente homens, mulheres ou crianças. Também não existe comprovação científica para preferências por cor de pele. O fato de que, sob determinadas circunstâncias, como durante uma epidemia de dengue, os mosquitos picam mais crianças e mulheres está relacionado a essas pessoas estarem mais expostas aos insetos nos horários preferidos por estes para a alimentação. Essas pessoas permanecem mais nos domicílios durante o dia, quando o *Aedes aegypti*, vetor do vírus causador da dengue, prefere se alimentar de sangue. Já o fato de que alguns índios sejam aparentemente menos susceptíveis à malária pode estar relacionado ao uso de tinturas e óleos sobre o corpo, o que inibiria a ação dos mosquitos.

**Anthony Érico Guimarães**  
Laboratório de Diptera,  
Departamento de Entomologia,  
Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

## ? É necessário ter permissão para explorar uma caverna?

DANIELA COHN, POR CORREIO ELETRÔNICO

Pela definição do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), caverna é uma cavidade natural subterrânea, que compreende os espaços subterrâneos penetráveis pelo homem, incluindo seu ambiente, seu conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora e o corpo rochoso onde estas se inserem. As cavernas são bens da União (Constituição Federal) e sua utilização é regida por leis específicas, mesmo estando em propriedades particulares. O Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (Cecav) é o órgão do Ibama que coordena as atividades que, de alguma forma, tenham influência sobre cavernas. Dessa forma, o uso das cavernas é limitado a estudos de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo. Algumas necessitam de autorização

prévia, como expedições de maior porte, espeleomergulho, turismo e pesquisa, especialmente quando envolvem coleta de material. Outras leis proíbem e restringem as ações que podem afetar direta ou indiretamente as cavernas e seu entorno, como indústrias, mineração ou mesmo o turismo. Essas atividades podem ser autorizadas, desde que cumpridos os critérios e condições para torná-las compatíveis com a conservação das cavernas.

Uma exploração ou atividade de visitação esporádica de caráter esportivo, científico-exploratório ou educacional não necessita autorização, a não ser quando as cavernas estão em Unidades de Conservação ou sob responsabilidade de algum órgão ou propriedade particular, que têm regras específicas. Além disso, qualquer dano a uma caverna ou ao seu conteúdo biológico e mineral está sujeito às penalida-



FOTO DE WILLIAM SALLUN FILHO

des previstas na lei. Vale ressaltar que a prática exploratória em cavernas é uma atividade de risco, pois se trata de ambiente desprovido de luz, muitas vezes de difícil acesso e com presença de água. Assim, deve ser realizada com responsabilidade e conhecimento das técnicas, ou acompanhada de pessoas com suficiente experiência.

**William Sallun Filho**

*Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo*

## ? Existe alguma possibilidade de ser criado um banco de dados na internet com informações sobre o nosso genoma?

Quais poderiam ser as conseqüências de disponibilizar esses dados?

LUPÉRCIO ALAOR, POR CORREIO ELETRÔNICO

É inteiramente possível criar um banco de dados com informações sobre os genomas da população. Isso não quer dizer, entretanto, que tal banco seja desejável. Se esse banco estará na internet e acessível ao público é outra questão. Se os critérios éticos forem aplicados, essas informações deverão ser consideradas confidenciais. As conseqüências do acesso público são preocupantes. Por exemplo: um potencial empregador pode discriminar candidatos que apresentem determinado perfil genotípico (composição genética de um indivíduo) que possa sugerir doenças que afetem seu desempenho, seja isso real ou não. Igualmente, uma companhia de seguros pode indeferir a cobertura de pessoas que apresentem um risco maior em função de padrões genotípicos 'adversos'.

É claro que existem benefícios também. O perfil genético de um indivíduo pode substituir ou complementar sua identificação, o que pode facilitar o reconhecimento de um corpo ou de restos mortais em casos de acidentes. A medicina pode também programar tratamentos individualizados em função de perfis genotípicos, o que já é estudado pela nova especialidade da farmacogenômica. De qualquer maneira, esse é um tema que no momento está sendo amplamente discutido.

**Franklin Rumjanek**

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

CARTAS À REDAÇÃO

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

CORREIO ELETRÔNICO:  
cienciahoje@cienciahoje.org.br

# A BARONESA DAS NEUROCIÊNCIAS



FOTO CEDIDA PELA ENTREVISTADA

## Susan Greenfield

Como o cérebro funciona? O que é a consciência? Já existe cura para a doença de Alzheimer? Os computadores prejudicam o desenvolvimento das crianças? Essas são algumas das questões que envolvem o imaginário da população, assim como as pesquisas em neurociências. Em especial, esses temas norteiam o trabalho da neurocientista inglesa Susan Greenfield, uma das mais importantes pesquisadoras do Reino Unido na atualidade. Diretora da Instituição Real, em Londres (Inglaterra), desde 1998 e líder de um grupo de 18 cientistas que estuda as doenças de Parkinson e de Alzheimer, Greenfield é também uma ativa divulgadora da ciência, com vários livros publicados e aparições em programas de TV e rádio. Além disso, ela foi a primeira mulher a ministrar uma *Christmas Lecture* (palestra de Natal, em inglês) – série de conferências criadas em 1825 pelo físico inglês Michael Faraday (1791-1867) com o objetivo de despertar nas crianças o interesse pelas ciências. Suas atividades lhe renderam o título de baronesa e lhe deram acesso à Câmara dos Lordes, o senado britânico, onde Greenfield faz campanha em prol da ciência e tecnologia.

Professora de farmacologia sináptica da Universidade de Oxford (Inglaterra), Greenfield também estuda as bases biológicas da mente. Esse foi um dos temas das palestras que a neurocientista ministrou no Rio de Janeiro (RJ), em São Paulo (SP) e em Natal (RN), em dezembro último, a convite do Conselho Britânico. Pouco antes da conferência ‘Pessoas do amanhã’, realizada no Centro Cultural Banco do Brasil (CCBB) no Rio, Greenfield concedeu esta entrevista exclusiva à *Ciência Hoje*.

**Fred Furtado**  
*Ciência Hoje/RJ*

### Qual o estado atual das neurociências?

#### Ainda temos um longo caminho a percorrer antes de entendermos o cérebro e o seu funcionamento?

Acho que sou um dos poucos neurocientistas que ainda acha que temos um longo caminho a percorrer. Muitos pesquisadores correm o risco de se acomodarem porque já foi descoberto muito sobre o funcionamento do cérebro. Mas ainda não entendemos como ele funciona. Mesmo essa questão precisa ser esclarecida: o que queremos dizer com isso? Estamos nos referindo ao funcionamento em nível celular ou à interpretação de estímulos sensoriais? Parte do problema com as neurociências é que avançamos muito em relação às técnicas de pesquisa, mas não há uma estrutura unificada com a qual possamos trabalhar, e as questões a serem respondidas ainda não foram definidas. As pessoas ainda estão fascinadas com a observação de fenômenos e a descoberta de eventos inesperados. Contudo, no momento, não estamos no mesmo patamar que as ciências físicas, por exemplo, que têm uma estrutura conceitual, uma série de leis e princípios que podem ser aplicados àquilo que se pesquisa. Percorremos um longo caminho, mas diria que ainda somos quase pré-newtonianos em termos de achados. Outro problema nas neurociências é que algumas pessoas acham que obtiveram uma resposta só porque visualizaram em uma tomografia uma região cerebral e identificaram uma área ativa. Mas essa área não necessariamente é o centro daquela atividade e, mesmo que seja, o que significa isso? Como isso nos ajuda a entender uma determinada situação?

#### Existem ainda muitos mitos sobre o cérebro, como o de só usarmos 10% de sua capacidade?

Certamente. Há muito do que chamamos neuromitologia. Por exemplo, fala-se sobre um lado masculino e um lado feminino do cérebro ou, frequentemente, sobre esse que você citou. Não sei bem como esses mitos aparecem, mas são um problema, especialmente no setor de educação, em que muitas pessoas, baseadas nessa neuromitologia, estão ganhando muito dinheiro para mostrar como se deve ensinar crianças ou fornecer novas formas de educação.

#### O que é exatamente a consciência?

Esse é um assunto que me interessa muito e sobre o qual já escrevi um livro, *The private life of the brain* [algo como *A vida particular do cérebro*]. A consciência não deve ser confundida com a mente, são

duas coisas separadas. Por exemplo, quando se dorme, não se tem consciência, mas a mente ainda está lá; e a mente pode parar de funcionar direito sem que se perca a consciência, como ocorre em algumas doenças. Agora, se me dissessem que descobriram como o cérebro gera a consciência, eu não teria a menor idéia do que iriam me mostrar – seria um robô? Uma fórmula matemática? Não sabemos que tipo de resposta é apropriada para essa pergunta, que tipo nos satisfaria.

#### A identidade é conectada à mente ou à consciência?

Creio que à mente. Uma criança é consciente, assim como todos os animais, mas eles não têm uma noção forte de identidade. Além disso, podemos suprimir nossa identidade tomando drogas ou dançando. Nessas horas, se está consciente, mas não consciente de si, estão se enfatizando os sentidos. Por isso, a identidade está conectada à personalização do cérebro

**Meu sonho é composto de três itens: um tratamento que previna a morte celular; um exame de sangue simples que detecte o problema antes do aparecimento dos sintomas; e a combinação dessas duas coisas**

(às características cerebrais de cada um). Sabendo o que acontece com o cérebro, poderemos entender o que ocorre em transtornos como a depressão, a esquizofrenia e a ansiedade. Assim, talvez, sejamos capazes de desenvolver tratamentos alternativos e parar de usar drogas.

#### A senhora tem alguma hipótese sobre o que gera a consciência?

Tenho uma sobre a correlação da consciência, mas não o que a causa. A consciência cresce junto com o cérebro. Por isso, podemos estudá-la, já que ela deixa de ser algo elusivo para se tornar algo mensurável. Por exemplo, um peixe é consciente, mas não tanto quanto um rato; e um feto não tem o mesmo nível de consciência de um adulto. Isso está correlacionado, a meu ver, com arranjos temporários de neurônios que podem se formar e ser desfeitos em menos de um segundo novamente. O problema é que não sei como esse índice de consciência se torna o estado interior que se experimenta. ▶

**A senhora conduziu uma extensa pesquisa sobre as doenças de Alzheimer e de Parkinson. Já se sabe bastante sobre elas?**

Sim e não. Sabemos onde o problema ocorre no cérebro, as substâncias que são deficientes – e é por isso que os medicamentos tentam suprir esses compostos –, mas não conhecemos a razão pela qual as células morrem. E, devido a isso, não podemos impedi-las

**A maioria de nós anda como sonâmbulos em direção a um mundo bastante diferente, que pode ser bom ou mau. Como sociedade, temos de discutir o que vamos fazer**

de morrer. O tratamento consiste em aliviar os sintomas e não em impedir o progresso da doença. O paciente se sente mais confortável e pode se mover com mais facilidade, mas, no longo prazo, seu estado é incerto. Algumas teorias procuram explicar por que isso acontece. Minha opinião é que costumamos negligenciar um fato médico bastante conhecido: o de que as pessoas freqüentemente têm ambas as doenças. Isso indica que talvez o mecanismo básico seja o mesmo nos dois casos e que as diferenças entre as duas doenças sejam aparentes, causadas pelo fato de os neurotransmissores afetados serem diferentes. A copatologia deveria ser o ponto inicial de estudo. Há grupos de células na parte profunda do cérebro que estão associadas a cada uma das doenças. Quando um grupo associado à de Alzheimer é danificado, o paciente apresenta essa doença; quando é o grupo ligado à doença de Parkinson, é essa que aparece; e quando ambos são afetados, a pessoa manifesta as duas desordens. As células desses grupos, diferentemente das outras existentes no cérebro, ainda têm a capacidade de se regenerar. Para isso, elas necessitam de cálcio. Esse elemento é importante para o desenvolvimento do organismo, mas, em excesso, ele

**Somos criaturas simbólicas e o que nos distingue dos outros animais é nossa capacidade de pensar metaforicamente**

é tóxico. O que estamos fazendo agora é estudar a hipótese de que essas células, na tentativa de se regenerar, estejam usando mecanismos que são ótimos para o embrião, mas letais para organismos maduros.

**Podemos esperar uma cura, ou pelo menos um tratamento, para elas?**

No longo prazo, podemos impedir que as células morram. Poderíamos dizer a um paciente que, se ele tomar o medicamento, seus problemas de movimento e memória não vão piorar. Outro projeto no qual meu grupo, bem como outros, está trabalhando é o desenvolvimento de um exame de sangue que todas as pessoas com mais de 60 anos fariam para monitorar as doenças. Mesmo que só tenhamos o teste, ele já se-

ria útil, pois as pessoas poderiam planejar suas vidas. Se pudéssemos combinar o tratamento com o exame, permitindo que as pessoas com mais de 60 anos detectem a doença antes de os sintomas aparecerem – no caso de Parkinson, 80% das células morrem antes de isso acontecer –, poderíamos dizer ao paciente que ele tem, por exemplo, 30% de perda das células, mas que, se ele tomar o medicamento, os sintomas nunca aparecerão. Meu sonho é composto de três itens: um tratamento que previna a morte celular; um exame de sangue simples que detecte o problema antes do aparecimento dos sintomas; e a combinação dessas duas coisas. Outra vantagem desse cenário é que ele não requer alta tecnologia, não envolve neurocirurgias complexas ou implantes de células-tronco e pode ser realizado em qualquer parte do mundo.

**Em seu último livro, *Tomorrow's people* [As pessoas do amanhã, ainda sem tradução], a senhora discute os efeitos da tecnologia na maneira como pensamos e sentimos. Qual a sua opinião a respeito?**

A maioria de nós anda como sonâmbulos em direção a um mundo bastante diferente, que pode ser bom ou mau. Como sociedade, temos de discutir o que vamos fazer. Não podemos simplesmente acreditar, como algumas pessoas, que a natureza humana não vai mudar. Por exemplo, crianças no Ocidente passam, em média, seis horas por dia diante de uma tela de computador usando mais ícones do que idéias abstratas, pensando em termos de menus e recebendo imagens freqüentes. Isso deve ser diferente de ler um livro; se é bom ou mau é o que precisamos descobrir. Minha grande frustração é que o governo deveria financiar a pesquisa e a avaliação desse tema. Se eu fosse mãe, gostaria de saber em que idade as

diferenças aparecem, quantas horas por dia na frente de uma tela são relevantes, se isso pode ser contrabalançado por outros fatores etc. Todos os pais com quem falo temem que isso esteja afetando seus filhos negativamente. Não temos como saber até vermos os gráficos e os histogramas.

**Esse fenômeno não seria o mesmo que ocorreu com a primeira geração a crescer com acesso à televisão?**

A televisão não é a mesma coisa que o computador, pois se assiste a ela passivamente, mas ainda se podem fazer muitas outras coisas nesse meio tempo. Além disso, poucas crianças passam seis horas por dia na frente de um televisor. De qualquer maneira, isso não é o mesmo que interagir, porque a televisão, apesar de muito vívida, claramente não é parte da realidade. Já no mundo cibernético, há vários programas nos quais existe dinheiro virtual que permite comprar um personagem virtual e viver no mundo cibernético. Algumas pessoas ganham a vida com dinheiro virtual – através das personagens que criam em jogos –, que depois trocam por dinheiro real. Ou seja, há um sinistro mundo paralelo no qual se tem outra aparência, outra profissão, e usa-se outro dinheiro e outra economia.

**Mas o conceito do que é humano pode mudar no futuro da mesma maneira que tem mudado desde o passado?**

Certamente. Pessoas como [o engenheiro norte-americano] Ray Kurzweil – um assim chamado transumanista, que acredita que devemos melhorar nossos corpos com meios artificiais e tecnologia – diriam que a pergunta depende do que ‘humano’ significa. Para mim, o que vai mudar é a natureza humana. Esta é uma expressão muito interessante, usada muitas vezes, mas ao dizer ‘humana’, estamos excluindo todos os outros animais, e com ‘natureza’, sugerimos que os antigos gregos e os habitantes do Alasca fazem as mesmas coisas, as quais não são feitas pelos chimpanzés. É muito difícil pensar em algo que nós façamos, mas que os chimpanzés não, e que seja reconhecível desde a Grécia Antiga até o Alasca de hoje. A meu ver, esse diferencial é o uso de símbolos, pois não importa quão inteligentes os chimpanzés sejam, nunca se viu um desses animais criando um colar, mesmo tendo a destreza para tal, que indique sua posição social no grupo. Já os humanos fazem isso desde os neandertais – usam algo para representar outra coisa, como pinturas nas paredes de cavernas, línguas etc. Na natureza humana,

os comportamentos agora são representativos de outras questões. A gula, a preguiça e os outros pecados capitais são comportamentos biológicos que passaram a representar *status*: se alguém é rico ou pobre ou poderoso. Os animais nunca comem ou dormem excessivamente. Somos criaturas simbólicas e o que nos distingue dos outros animais é nossa capacidade de pensar metaforicamente.

**Quais foram as conclusões do relatório que a senhora redigiu, em 2002, sobre mulheres nas áreas de ciência, engenharia e tecnologia?**

É uma situação deprimente. Não existe um problema único para as mulheres na ciência – há uma enorme gama deles, desde interessar meninas na área até auxiliar pesquisadoras a terem filhos e continuarem competitivas. Essa rede complexa, obviamente, está ligada à sociologia e à economia do mundo em que vivemos. Não podemos simplesmente balançar uma varinha de condão e fazer tudo ficar perfeito. Mas acho importante abordarmos essas questões e dissecá-las, para poder combatê-las. Uma maneira simples

**Não existe um problema único para as mulheres na ciência – há uma enorme gama deles, desde interessar meninas na área até auxiliar pesquisadoras a terem filhos e continuarem competitivas**

e óbvia de começar a fazer isso é fornecer maneiras de as cientistas que tiveram filhos retornarem como pesquisadoras-seniores, já que elas perderam competitividade, em relação aos homens, e não publicaram nos anos em que precisaram cuidar de seus filhos. Gostaria de ver instituídas bolsas especiais para qualquer um que tenha de cuidar de crianças pequenas. Isso vale para homens também, caso tenham a custódia dos filhos, ou se forem viúvos. Para conseguir uma bolsa, a pessoa teria de mostrar competência e a verba duraria dois anos. Não é discriminação positiva, porque só estamos limitando quem pode concorrer, como quando se usa idades mínima ou máxima para candidatos a certos empregos.

**Qual a sua experiência pessoal nessa questão?**

Não sei o que é mais deprimente, o que ocorre nas ciências físicas, em que a porcentagem de mulheres é baixa desde os níveis iniciais até os cargos de diretoria, ou o que acontece nas biomédicas, onde a

participação feminina representa inicialmente 50% do total, mas, ao chegar à idade em que as mulheres começam a ter filhos, a proporção cai bastante. Quando somos jovens, os cientistas gostam de nos ter por perto e agem de modo paternalista. Quando adquirimos certa maturidade e começamos a questionar suas opiniões, eles mudam porque se sentem ameaçados e passam a nos chamar de neuróticas. Mas não se deve fazer um escarcéu por isso, já que desse modo estaríamos realmente sendo neuróticas. Por outro lado, não podemos simplesmente nos resignar. O melhor é procurar alguém com quem possamos nos divertir e rir do assunto.

### **Há discrepância no número de mulheres em cargos de chefia em relação ao número de homens?**

Certamente. Em alguns casos, como nas engenharias, não há qualquer chefe do sexo feminino. A desculpa, que tem até certo sentido, é de que as mulheres não se candidatam a essas posições. Não podemos dizer que não somos culpadas, já que, em geral, sofremos

### **A senhora é uma divulgadora da ciência muito ativa. Qual a importância das pessoas saberem mais sobre neurociência?**

Na verdade, as pessoas deveriam saber mais sobre ciência em geral. Como dizia [o astrônomo norte-americano] Carl Sagan [1934-1996], “vivemos em uma sociedade extremamente dependente de ciência e tecnologia na qual quase ninguém sabe nada sobre o assunto”. A neurociência, em particular, é muito interessante porque, ao contrário de outras áreas científicas, ela representa algo com o qual o público pode se relacionar. As pessoas podem se interessar ou não por buracos negros ou pelo aquecimento global, mas elas certamente vão se interessar pelos seus filhos, por drogas, pela doença de Alzheimer, ou por dores de cabeça. A ciência, por vezes, é muito rápida ou muito devagar, ou muito grande ou muito pequena em relação à vida do ser humano. O cérebro, no entanto, está em um ponto do tempo e do espaço que o público pode entender; as pessoas podem traçar correlações entre suas experiências e as explicações que

nós damos. Se falarmos de depressão, elas provavelmente conhecerão alguém que sofre disso. Portanto, o envolvimento é muito mais recompensador.

**Como dizia Carl Sagan, “vivemos em uma sociedade extremamente dependente de ciência e tecnologia na qual quase ninguém sabe nada sobre o assunto”**

### **É possível que a divulgação se torne algo tedioso para o público em vez de despertar o seu interesse pela ciência?**

de algo conhecido como síndrome do impostor: acreditamos que conseguimos nossos cargos por sorte, e não por mérito, e que isso vai ser percebido algum dia. Suponhamos que houvesse uma vaga para a qual sejam necessários 10 pré-requisitos, e um homem e uma mulher tivessem igualmente sete deles. O homem promoveria os sete que possui, enquanto a mulher se desculparia por não ter os três restantes. As mulheres tendem a ser defensivas e a ter baixa autoestima. Precisamos encontrar formas de ajudá-las a ter mais confiança em si mesmas. Enquanto elas não se candidatarem às posições de alto nível, não temos como mudar essa discrepância.

### **Desde a conclusão do relatório, houve mudança nessa situação?**

Não, porque o governo britânico não nos deu dinheiro suficiente. Isso é típico dos políticos, que pedem um relatório sobre uma determinada situação, porque sabem que isso vai ser positivo para sua imagem, mas, na hora de financiar, não ficam tão entusiasmados. Só tivemos dinheiro suficiente para fornecer três bolsas, em todo o país, para quem cuida de crianças.

Se for um programa ou um artigo muito prolixo, que as pessoas têm de se esforçar para entender, sim. Pois, geralmente, elas chegam cansadas do trabalho ou da escola e querem relaxar, não estudar. E por que eles deveriam? Afinal, não estão fazendo um curso ou algo parecido. Na minha experiência, se o tema for apresentado com uma quantidade de informações de que é preciso lembrar para entender a seqüência e não for possível interagir, a divulgação vai ser ruim. Mas se for feita de modo a relacionar o assunto tratado com sua vida, vai funcionar muito melhor. Percebi que o público prefere apresentações formais curtas, com longas sessões de perguntas e respostas em que podem discutir o assunto. Por isso, o movimento *café scientifique* (palestras de divulgação científica que ocorrem em bares, com apresentações de 20 minutos e uma hora de discussão) é tão bem-sucedido. É como se fosse uma conversa com amigos após ver um filme. Meu sonho é que um dia, quando alguém estiver decidindo o que fazer em uma hora de lazer, possa dizer aos seus amigos ou a sua família: ‘Vamos ao teatro, ao cinema ou àquele debate científico?’. ■

# Povoamento da América: sai de cena um velho modelo

Artigo publicado em *Science* (23/02/07, pp. 1.222-1.226) esqueita a discussão entre duas correntes que debatem o início do povoamento do continente americano. O estudo fornece munição substancial para o golpe de misericórdia em um modelo que defende a chegada dos colonizadores exclusivamente pelo estreito de Bering e que não admite a presença humana nas Américas antes de 12 mil anos atrás, dando base de sustentação a outro, mais complexo, que trabalha com a hipótese de múltiplas migrações, diferentes pontos de entrada e vias de dispersão distintas.

O debate sobre o povoamento inicial do continente americano, centrado em uma disputa por contextos e datações potencialmente muito antigos, vem dividindo a comunidade arqueológica, nas últimas décadas, em duas vigorosas e combativas correntes: uma, bastante conservadora, que não admite a presença humana nas Américas antes do início do Holoceno, há 12 mil anos. E outra, progressista, que, diante de evidências crescentes de que essa ocupação pode ser mais recuada, vem trabalhando duramente no sentido de tentar comprová-la.

A corrente conservadora entende que os colonizadores, oriundos do leste siberiano, teriam chegado à América ao final da última glaciação, atravessando a região (hoje, submersa) do atual estreito de Bering. Com o rebaixamento do nível do mar decorrente do represamento das águas nas grandes geleiras, ficou emersa uma plataforma terrestre que uniu a Ásia à América, viabilizando o livre trânsito de grupos humanos e de animais de um continente a outro.

Avançando pelo Alasca e pelo Yukon (noroeste do Canadá), essas populações teriam se defrontado com duas gigantescas massas de gelo que cobriram respectivamente o Canadá e a cadeia montanhosa paralela à costa do Pacífico, mas que não chegaram a se juntar. Um estreito corredor entre ambas permaneceu livre de gelo, viabilizando movimentos humanos que teriam desembo-

cado nas pradarias centrais dos Estados Unidos (figura).

Efetivamente, existem nessas planícies sítios arqueológicos que testemunham a chegada de grupos caçadores entre 11,5 mil e 10,9 mil anos atrás, sendo essas datações feitas com base no método que emprega o elemento radioativo carbono 14. Extraordinariamente bem-sucedidos, esses grupos se dispersaram com rapidez de costa a costa, descendo até a América Central. Conhecidos como Clóvis (por terem sido identificados originalmente na localidade homônima, no estado norte-americano do Novo México), esses caçadores desenvolveram uma tecnologia peculiar, única e bastante sofisticada para a produção de suas pontas de lanças, as chamadas pontas Clóvis. Feitas, em geral, com rochas de textura cristalina muito fina (criptocristalinas) e primorosamente lascadas (destaque na figura), destinavam-se à captura de mamutes e mastodontes, importantes fontes de alimento e de matérias-primas. Juntamente com artefatos de osso e marfim, elas compunham o refinado equipamento daqueles que a corrente conservadora considera terem sido os primeiros americanos, à luz do modelo conhecido como 'Clóvis Primeiro'.

Contudo, tanto na América do Norte quanto na América do Sul, um crescente número de evidências (da mesma faixa cronológica ou mais antigas e que não apresentam qualquer conexão com

O corredor entre as duas grandes geleiras teria viabilizado a chegada de grupos humanos às pradarias centrais dos Estados Unidos, depois de essas populações terem atravessado, ao final da última era glacial (há cerca de 12 mil anos), a região (hoje, submersa) do atual estreito de Bering, entre a Sibéria e o Alasca. No destaque, pontas Clóvis de vários sítios norte-americanos



CEDIDO PELA AUTORA



esses caçadores) vem colocando em xeque essa explanação e abrindo espaço para modelos alternativos. O 'pré-Clóvis', defendido pela segunda corrente e ao qual vem aderindo um número expressivo de pesquisadores, admite que outros grupos já teriam adentrado e se dispersado anteriormente pelo continente, utilizando inclusive outras vias de migração que não a do corredor livre de gelo. Hipóteses mais recentes têm aventado a possibilidade de uma colonização pelas faixas costeiras, tanto pelo Pacífico (originária da Ásia e bastante provável) quanto pelo Atlântico (vinda da Europa e, por ora, altamente especulativa).

Agora, Michael Waters, do Centro de Estudos sobre os Primeiros Americanos, da Universidade de Texas A&M (Estados Unidos), e Thomas Stafford Jr., especialista em datações radiocarbônicas de um laboratório comercial em Lafayette, no estado norte-americano do Colorado, jogaram mais lenha na fogueira na qual vem arrendo o modelo Clóvis Primeiro. Para entender quando se instalou, precisamente e por quanto tempo perdurou o complexo Clóvis, ambos reavaliaram as datações disponíveis para esses caçadores, além de terem apresentado novas datas radiocarbônicas obtidas agora por uma técnica de alta precisão.

De um universo de 22 sítios Clóvis anteriormente datados e inseridos entre 11,5 mil e 10,9 mil anos atrás, os pesquisadores eliminaram 11, por considerarem problemáticos seus contextos ou suas datas. Dos 11 remanescentes, com 43 datações, cinco foram considerados datados com precisão. Os demais, com cronologia im-

precisa, foram datados novamente com sucesso, exceto um, em decorrência de problemas com a amostra. Nove datas novas foram obtidas para esses cinco sítios, a partir de sementes e também de colágeno de osso e marfim.

Dessa bateria de datações, resultou uma surpreendente redução do intervalo cronológico atribuído à cultura Clóvis: de 600 anos (ou seja, entre 11,5 mil e 10,9 mil) para apenas 200 anos, reposicionando-a entre 11,05 mil e 10,8 mil anos atrás. E também seu rejuvenescimento em um século (isto é, de 10,9 mil para 10,8 mil).

Uma das principais implicações desse estudo é a demonstração de que as pontas Clóvis apareceram, simultaneamente, em

CORTESIA DO CENTRO DE ESTUDO SOBRE OS PRIMEIROS AMERICANOS / UNIVERSIDADE DE TEXAS A&M

diferentes locais dos Estados Unidos em torno de 11 mil anos atrás, sugerindo uma dispersão muito rápida desses caçadores por uma área ainda despovoada. Ou então a difusão apenas dessa tecnologia entre diferentes culturas, já instaladas previamente à chegada deles. O estudo atesta ainda que esses caçadores foram contemporâneos de populações não-Clóvis (em certos casos, até mais antigas), e o fato de algumas destas últimas serem bem adaptadas a ambientes marítimos fortalece a hipótese de uma migração paralela pela faixa litorânea do Pacífico.

Longe de ser conclusivo (sobretudo, por ter comprometido a representatividade da amostra com a eliminação de 50% dos sítios com referência cronológica), o estudo levanta, sem dúvida, uma hipótese bastante relevante, mas requer ainda muita investigação, mais pesquisa de campo e novas datações. Principalmente, porque essa exclusão introduziu uma tendência na amostra ao validar sítios do oeste norte-americano, quando as pontas Clóvis são mais numerosas no leste.

Sua contribuição maior reside no fato de revigorar o interesse pelo fenômeno Clóvis (de fato único, se tiver ocorrido em um intervalo de apenas 200 anos) e de fornecer munição substancial para o golpe de misericórdia em um modelo unidirecional que não se sustenta mais. Em seu lugar, estão sendo agora cogitadas múltiplas migrações, diferentes pontos de entrada e vias de dispersão distintas, configurando um processo, sem dúvida, muito mais complexo que o proposto pelo Clóvis Primeiro e sinalizando a necessidade da construção de novos modelos explanatórios.

#### Tania Andrade Lima

Museu Nacional,  
Universidade Federal  
do Rio de Janeiro



## EM FOCO

**O MAIS ANTIGO OBSERVATÓRIO** • Há 400 km de Lima, Peru, as ruínas de Chankillo, complexo de edificações com cerca de 2,3 mil anos, vêm intrigando pesquisadores desde o século 19, com seus muros e uma linha retilínea com 13 pequenas torres construídas na direção Norte-Sul. Agora, evidências mostram que parte da construção foi um observatório astronômico – portanto, o mais antigo das Américas.

Em artigo publicado na *Science*

– com evidências consideradas irrefutáveis – os autores mostram que há, em lados opostos à linha de torres, duas construções que desempenhavam o papel de postos de observação – o do lado Oeste está ainda em boas condições. A partir deles, era possível observar o solstício de verão e de inverno, quando o Sol se posiciona nas extremidades da seqüência de torres (na figura abaixo).

Chankillo já havia sido classificado como fortificação militar, porém as várias entradas e a falta de água na região enfraqueciam essa hipótese. Agora, acredita-se que as funções do recém-descoberto observatório eram voltadas para a agricultura, porque nessa região costeira, muito seca, as previsões tinham que ser precisas. Segundo os autores, Iván Ghezzi, da Pontifícia Universidade Católica do Peru, e Clive Ruggles, da Universidade de Leicester (Reino Unido), as torres e os pontos de observação serviam como um calendário cuja precisão era de alguns poucos dias. O solstício acontece em duas épocas do ano em que o Sol, em seu movimento aparente na esfera celeste, atinge seu maior afastamento, em latitude, do equador. Para o hemisfério Sul, o solstício de inverno ocorre em 22 ou 23 de junho e marca o dia mais curto do ano e o início do inverno, enquanto o de verão acontece em 22 ou 23 de dezembro, sendo o dia mais longo do ano e o começo dessa estação. *Science*, 02/03/07



Vista aérea do complexo de Chankillo. Abaixo, nascer do Sol no solstício de inverno

GHEZZI, I. E RUGGLES, C./SCIENCE

**ALHO E COLESTEROL** • Talvez, o leitor já tenha ouvido que alho é bom para baixar o colesterol. Estudo acaba de mostrar que, por mais bem intencionado que tenha sido o conselho, ele parece ineficaz. Os autores estudaram 192 pessoas, de 30 a 65 anos de idade, com níveis do 'mau' colesterol (LDL) moderadamente altos (de 130 a 190 miligramas por decilitro). Esse grupo foi dividido em quatro, e cada um passou a ingerir, a partir de novembro de 2002, alho cru (49 pessoas), suplemento de alho em pó (47), suplemento de alho envelhecido (48) e uma substância inócua (48). Conclusão dos autores: não houve efeitos estatisticamente significantes nas três formas de alho para baixar o LDL. Também não se notou nenhuma mudança no 'bom' colesterol (HDL) e nos triglicérides (constituíntes de óleos e gorduras). Os voluntários também não apresentaram efeitos colaterais, apesar de 28 participantes que ingeriram alho cru reclamarem de mau hálito ou odores corporais desagradáveis. Os autores não descartam a hipótese de o alho ter uma ação contra o mau colesterol quando consumido em níveis mais altos do que aqueles estudados na pesquisa. Em laboratório, a alicina (substância que dá aroma ao alho) parece prevenir a formação de colesterol. O resultado é outro revês para a indústria de medicamentos não controlados (ver 'Destaque' nesta seção), pois suplementos de alho são campeões de vendas nesse ramo. (*Archives of Internal Medicine*, vol. 167, pp. 325-326, 2007).

MEDICINA Estudo coloca em xeque suplementos vitamínicos

## RISCO DE MORTE VITAMINADO

Abaixo, fazemos um alerta para aqueles que abusam do uso de analgésicos (ver 'Dor baixa, pressão alta'). Este destaque fará outro: suplementos antioxidantes, como vitaminas A, E e betacaroteno, podem elevar o risco de morte. Os resultados contradizem não só o que é dito amplamente (mesmo por médicos) sobre a ação desses suplementos, mas também conclusões de muitos estudos. Em geral, esses antioxidantes são prescritos (sobretudo por adeptos da chamada medicina ortomolecular) como agentes de prevenção contra várias doenças, bem como complementos para a dieta.

Uma equipe liderada por Goran Bjelakovic, do Centro de Pesquisas sobre Intervenção Clínica, do Hospital Universitário de Copenhague (Dinamarca), fez uma análise de estudos já publicados para examinar qual a relação entre vários suplementos (vitaminas A, E e C, bem como betacaroteno e selênio) e a morte de adultos que participaram de testes de avaliação envolvendo esses medicamentos. Os autores analisaram, ao todo, 68 testes, dos quais participaram 232.606 pessoas. Tais estudos foram classificados em dois grupos: de alta e baixa qualidade (ou, respectivamente, 'pouco tendenciosos' e 'muito tendenciosos', segundo os procedimentos adotados e as conclusões de cada um deles).

Quando os dois grupos foram analisados conjuntamente, não surgiu nenhuma relação entre antioxidantes e risco de morte. Porém, ao restringir a análise a 47 estudos de alta qualidade (190.938 participantes), o uso desses medicamentos foi associado com 5% de aumento do risco de morte. Quando separados por tipo de antioxidante, os aumentos de risco de morte foram: betacaroteno (7%), vitamina A (16%) e vitamina E (4%). A vitamina C e selênio não foram associados a esse risco.

Os autores foram enfáticos na conclusão: "Betacaroteno, vitamina A e vitamina E, tomados isoladamente ou de forma combinada com outros suplementos antioxidantes, aumentam significativamente o risco de morte.

Não há evidências de que a vitamina C prolongue a longevidade. Não temos dados suficientes para afirmar que a vitamina C aumente o risco de morte. O selênio mostrou certa tendência para reduzir a mortalidade, mas precisamos de mais pesquisas sobre essa questão."

Segundo os autores, de 10% a 20% da população adulta na América do Norte e na Europa (algo entre 80 milhões e 160 milhões de pessoas) podem estar consumindo esses suplementos. Para eles, dados esses números e os percentuais a que a análise chegou, os suplementos podem representar um risco importante para a saúde pública.

Obviamente, os resultados da análise, amplamente divulgados nas últimas semanas pela mídia, foram preocupantes para a indústria dessas substâncias. No Brasil, a Associação Brasileira da Indústria de Medicamentos ISENTOS DE PRESCRIÇÃO (Abimip) lançou uma nota de esclarecimento, na qual reafirma os benefícios das vitaminas A e E, bem como os do betacaroteno, enfatizando que, em "grande percentual" dos estudos analisados, as doses excediam em muito as encontradas nos suplementos. Segundo a Abimip, no caso da vitamina E, a dose média nos trabalhos analisados era 18 vezes maior que a de um comprimido desse suplemento; a da vitamina A, oito vezes mais alta; e a de betacaroteno, 29 vezes.

A Abimip termina a nota sustentando "a segurança e a eficácia dos produtos, quando utilizados de acordo com as instruções de sua bula".

Já Bjelakovic levanta duas hipóteses para explicar os percentuais encontrados em seu estudo: a) a eliminação dos radicais livres pode de alguma maneira interferir com os mecanismos essenciais de defesa do organismo; b) estudos de toxicidade nesses medicamentos não são submetidos aos mesmos rigores aplicados a outros produtos farmacêuticos.

*Journal of the American Medical Association*, vol. 297, pp. 842-857, 2007

**DOR BAIXA, PRESSÃO ALTA** • O leitor é daqueles que apela diariamente para um analgésico? Alerta: estudo mostra que, para os homens, isso pode aumentar as chances de se passar a sofrer de pressão arterial alta. Pesquisa acompanhou, a partir de 2000, 16.031 profissionais de saúde, todos homens sem histórico dessa doença e com idade média de 64,6 anos. Foram investigados os hábitos dos participantes em relação ao uso de analgésicos. Ao final dos quatro anos da pesquisa, 1.968 voluntários desenvolveram hipertensão. Para os que tomaram comprimidos de acetaminofeno cinco ou seis vezes por semana, os riscos foram 34% mais altos em relação aos homens que não usavam analgésicos. Para o ibuprofeno e naproxeno, esse percentual subiu para 38%, enquanto o ácido acetilsalicílico ficou com 27%. No geral, sem discriminar o tipo de analgésico, os participantes que tomavam 15 ou mais desses comprimidos por semana mostraram risco 48% maior de desenvolver pressão alta. Segundo os autores, isso se deve ao fato de esses medicamentos inibirem substâncias fabricadas pelo corpo que relaxam os vasos sanguíneos. (*Archives of Internal Medicine*, vol. 167, pp. 394-399, 2007)

## ASTRONOMIA

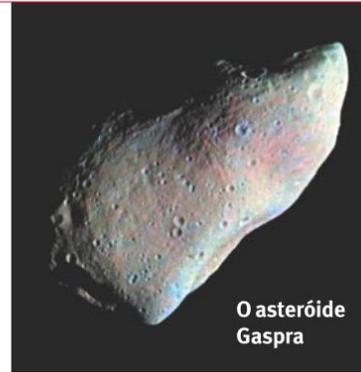
## LUZ SOLAR E ASTERÓIDES

Pela primeira vez, foi medida a força originária na luz do Sol que altera a rotação de asteróides. Além de confirmarem previsões teóricas, esses resultados vão ajudar a calcular com mais precisão a órbita desses corpos.

A ação da radiação solar sobre a rotação dos asteróides é conhecida como efeito YORP (de Yarkovsky, O'Keefe, Radzievskii e Paddack, cientistas que investigaram o assunto). O fenômeno é mais ou menos assim: a face do asteróide voltada para o Sol recebe radiação e a irradia à medida que gira. Cada pequena área do asteróide que está liberando a radiação recebida age como um diminuto propulsor. Porém, a ação conjunta de todos eles pode aumentar a velocidade de rotação do asteróide.

O efeito YORP foi medido agora para dois asteróides: o 2000 PH5 (120 m de comprimento e 12 min para dar uma volta sobre si mesmo) e o mais robusto 1862 Apollo (1,4 km de comprimento e rotação completa em três horas). Publicados em revistas científicas diferentes, esses resultados foram obtidos respectivamente pelas equipes de Stephen Lowry, da Queen's University, em Belfast (Irlanda), e de Mikko Kaasalainen, da Universidade de Helsinque (Finlândia). Nos dois casos, as medidas mostraram boa concordância com os cálculos teóricos do efeito YORP.

Os pesquisadores calcularam que, a cada ano, o PH5 perde um milissegundo em seu tempo de rotação, ou seja, gira mais rapidamente. Para o Apollo, esse número sobe para 4 milissegundos. Os nú-



NASA/PIR

O asteróide Gaspra

meros e a ordem de grandeza podem parecer desprezíveis, mas os astrônomos garantem que o efeito YORP pode levar um asteróide a se fragmentar. E mais importante: em décadas, o fenômeno pode fazer com que ele mude sua órbita significativamente (o que é bom, caso o visitante cósmico esteja em rota de colisão com a Terra).

*Science*, 09/03/07 (2000 PH5)

*Nature*, 07/03/07 (1862 Apollo)

## BIOLOGIA

## CHIMPANZÉS ARMADOS DE LANÇA

O uso de armas letais não é mais uma prerrogativa humana. Chimpanzés em savanas africanas foram filmados usando lanças para caçar pequenos primatas.

Esse comportamento foi observado em um grupo de chimpanzés que habita a região de savanas arborizadas de Fongoli (Senegal). Para a surpresa dos autores, um dos membros do grupo foi flagrado usando um galho de árvore para espetar os pequenos gálagos (*Galago senegalensis*), primatas de hábitos noturnos, com peso entre 100 e 300 gramas, que costumam dormir em buracos de árvores de dia.

Depois da surpresa que tomou conta de Jill Pruetz, da Universidade do Estado de Iowa, em Ames (Estados Unidos), e de Paco Bertolani, da Universidade de Cambridge (Reino Unido), eles passaram a filmar os chimpanzés em ação. Por 22 vezes, eles flagraram os animais espetando buracos de árvores, depois de arrancarem galhos verdes das árvores e morder a ponta deles com os dentes para afiná-la. Porém, desse total de investidas, apenas uma vez foi vista a captura de um gálago, que foi comido.

Com um rendimento tão baixo, seria possível que os chimpanzés estivessem procurando por outra coisa nos buracos? Os autores dizem que não. Justificam: as estocadas são muito fortes (ou seja, de modo que a lança perfure algo), e restos de gálagos foram encontrados com frequência nas fezes dos chimpanzés estudados. Tia, a chimpanzé adolescente da foto (obtida com exclusividade pela CH), é uma das que foram vistas usando a lança várias vezes.

A caça com lança, no entanto, foi observada apenas entre fêmeas e jovens. Para os autores, a pequena quantidade de proteínas fornecida pelos gálagos talvez não valha o esforço dos machos adultos. Outra hipótese: será que esses resultados dão novo vigor a uma teoria da década de 1970 que defendia que foram as mulheres que fabricaram os primeiros instrumentos?

Sabe-se que outros mamíferos usam instrumentos para caçar suas presas. Golfinhos da costa australiana empregam esponjas marinhas presas aos bicos para 'desenterrar' suas presas da areia. Corvos empregam varetas finas para tirar cupins de dentro de troncos. Esse último artifício é usado por chimpanzés, que também empregam pedras para quebrar nozes e sementes.

Um filme dos chimpanzés lançadores em ação pode ser visto em <http://news.nationalgeographic.com/news/2007/02/070222-chimp-video.html>. *Current Biology*, 06/03/07



FOTO MAIA GASPERSIC

ZOOLOGIA

**ARANHAS COM 'CINTO DE CASTIDADE'**

Mesmo sem documentos que comprovem o fato, diz-se que muitos cruzados, ao irem para a guerra, colocavam cintos de castidade em suas mulheres e filhas para evitar que elas tivessem relações sexuais ou fossem estupradas. Agora, há evidências de que o macho de uma aranha desenvolveu estratégia semelhante.

Muitos especialistas acreditam que o macho da aranha *Argiope bruennichi* (conhecida por aranha-vespa) deixava um pedaço de sua genitália dentro da fêmea na pressa de se livrar de um destino cruel: ser devorado por ela depois do sexo.

Agora, novos fatos indicam um propósito bem diferente para a parte do pedipalpo (órgão que carrega o esperma) deixado para trás. Esse pedaço bloquearia o trato reprodutivo da fêmea, diminuindo as chances de que o esperma de outros machos gere descendente. Ou seja, o fragmento agiria como um 'cinto de castidade' interno.

Gabriele Uhl, da Universidade de Bonn (Alemanha), e seus colegas partiram da hipótese de que não haveria nenhum benefício evolucionário para o macho que perdesse seu segundo e último pedipalpo, pois esses espécimes não poderiam mais inseminar as fêmeas. Assim, lançaram a hipótese: se perder parte do pedipalpo oferece algum benefício para a sobrevivência, então seria plausível pensar que esses danos são mais freqüentes entre os machos 'virgens' (já que eles poderiam copular novamente) do que entre os 'experientes'. A realidade mostrou outro fato: número praticamente igual de pedipalpos danificados nesses dois grupos.

O ponto crucial do estudo, no entanto, se deu quando os autores observaram que, quando as fêmeas tinham um 'cinto de castidade', a duração do acasalamento caía de 16 segundos, em média, para metade desse tempo. Segundo eles, esse resultado é importante, porque são maiores as chances de a fêmea ter uma cria do macho com quem acasalou por mais tempo. O grupo achou outras espécies de aranha-vespa em que esse mecanismo está presente.

*Behavioral Ecology*, vol. 18, pp. 174-181, 2007



LONDON: BOROUGHS OF SUTTON/MESSLER E UHL (DESTAQUE)



**Fêmea da *Argiope bruennichi*. No destaque, a linha vermelha indica um fragmento de pedipalpo dentro do trato reprodutivo dissecado de uma fêmea**

**SINTONIA FINA**

**Nos próximos 12 meses, o assunto quente será gelo.**

2007 foi declarado o 4º Ano Polar Internacional (API) – na verdade, 'ano' refere-se a um período que vai até março de 2008. Os outros três APIs ocorreram nos biênios 1882/83, 1932/33 e 1957/58. Neste último, comemorou-se também o 1º Ano Geofísico Internacional, com desdobramentos científicos igualmente importantes sobre o planeta e para a colaboração internacional, em um cenário que tinha como fundo o auge da Guerra Fria, o que influenciou bastante os rumos das pesquisas na época. Por exemplo, os Estados Unidos lançaram o satélite Explorer I (como resposta ao pioneiro e soviético Sputnik) e, com a ajuda dele, descobriram fenômenos importantes sobre o campo magnético terrestre (os chamados cinturões de van Allen). Na mesma época, o submarino nuclear norte-americano Nautilus se tornou a primeira embarcação a viajar secretamente sob a capa de gelo do pólo Norte. O API deve reunir cerca de 50 mil pesquisadores, 230 projetos em 63 países, incluindo o Brasil. A participação brasileira no 4º API foi lançada no último dia 1 de março, em Brasília, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), concomitantemente com o lançamento oficial, em nível mundial, em Paris. No Brasil, segundo o MCT, cerca de 30 universidades públicas e privadas, bem como centros de pesquisa, estarão envolvidos com 28 projetos sobre o tema, com verbas de R\$ 9,2 milhões. Este ano marca também o 25º aniversário das atividades ininterruptas do Brasil na Antártida, com seu Programa Antártico Brasileiro (Proantar), que é interministerial. O API é organizado pelo Conselho Internacional para a Ciência (ICSU) e pela Organização Meteorológica Mundial (WMO), órgão das Nações Unidas. A revista *Nature*, em sua edição de 8 de março último, e a *Science*, de 16 de março, trazem artigos e reportagens sobre o assunto. Mais informações em: <http://arcticportal.org/ipyp> (em inglês).

DIVULGAÇÃO



**Símbolo oficial do Ano Polar Internacional 2007/2008**

**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)

# Medo da morte violenta

**Renato Lessa**

Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro,  
Universidade Cândido Mendes  
rlessa@iuperj.br



Uma das mais antigas e permanentes indagações da filosofia política diz respeito a que razões conduzem os humanos a viver em sociedade. São diversas as hipóteses formuladas por diferentes pensadores, todas elas orientadas pela idéia que cada um deles possui a respeito do que deve constituir a melhor sociedade. Na origem, por exemplo, encontramos Aristóteles e sua proposição de que os seres humanos como *animais políticos* ou *animais que falam* estão naturalmente propensos à sociabilidade e à cooperação. O Estado – a *politéia* – apresenta-se como a forma mais perfeita de associação humana, caracterizada pela subordinação de todos à mesma lei e pela presença de um forte laço de obrigações de natureza ética entre seus membros. A disposição natural, apenas, é insuficiente: para que haja *politéias* bem estruturadas, fazem-se necessárias as artes práticas da política e da ética.

Coube a Thomas Hobbes, pensador inglês do século 17, a formulação mais dramática e sombria a respeito da questão. O *medo da morte violenta*, para ele, apresenta-se como a razão que funda a instituição da soberania política (o governo) e as leis. Em seu livro mais célebre – o *Leviatã* –, Hobbes convida-nos a imaginar uma forma de convivência entre os humanos, na qual inexistiriam restrições e obrigações de ordem legal, política ou moral, com relação a nossas ações. Em tal cenário – por ele designado como *estado de natureza* e de *liberdade natural* – todos seríamos livres para, de forma autônoma, cuidarmos cada um de nossa sobrevivência, não importando a extensão e a natureza dos danos inflingidos aos demais.

Se todos, de forma ilimitada, cuidamos de nossa autopreservação, ensina-nos Hobbes, o choque é inevitável: convertemo-nos em personagens de uma *guerra de todos contra todos* e a generalização da violência torna a convivência entre os humanos imprevisível e mesmo letal. Daí a necessidade racional do Estado e das leis: uma vez instituído, o soberano terá por função proteger nossas vidas. Para tal, desistimos do uso da violência – de nossa *liberdade natural* – e reconhecemos que apenas ao Estado caberá a legitimidade da administração da justiça, da garantia dos

direitos e do uso legal da força. Nos termos que seriam séculos depois utilizados pelo pensador social alemão Max Weber (1864-1920), o Estado define-se pelo fato de que detém o monopólio do uso legítimo da força, no território sob sua jurisdição. Ainda que não tivesse posto nesses termos, tal exclusividade aparecia a Hobbes como condição de existência do soberano, da ordem e de um padrão aceitável de estabilidade e previsibilidade.

Há muitos séculos, portanto, a filosofia política acolhe como uma de suas questões nobres o tema da instituição e da dissolução das ordens sociais. Apesar do amplo consenso a respeito de respostas e visões, é razoável supor que

## Sem o fortalecimento dos mecanismos públicos de proteção social, a ameaça da morte violenta se torna cada vez mais crível

os fatores representados pelo (i) princípio da legalidade, pela (ii) presença de orientações éticas claras e inscritas na vida social e (iii) pela ação protetora do Estado aparecem como requisitos consensuais mínimos e necessários para imaginar um bom ordenamento social.

O papel protetor do soberano (Estado) é de particular relevância. Porém, é um equívoco supor que ele se faz presente apenas em sua face penal e prisional. Em contextos de deterioração social e de eclosão continuada da violência, a ênfase no recrudescimento das ações do estado penal é proporcional ao fracasso estatal no desempenho de funções protetoras essenciais: educação pública, política social, respeito à legalidade por parte dos agentes do Estado, erradicação da miséria. Em uma palavra, a superação dos fatores que tornam, para expressivo contingente de brasileiros, a vida *sombria, brutal e curta*, para ainda fazer valer os termos originais de Hobbes.

Não é necessária parafernália estatística para sustentar essa conclusão. Os clássicos do pensamento político já o sabiam há muito: sem o fortalecimento dos mecanismos públicos de proteção social, a ameaça da morte violenta se torna cada vez mais crível. ■

Imagine que você foi transferido, por uma máquina do tempo, para o ano 700 do calendário atual. O cenário é uma floresta tropical dominada por centenas de cidades densamente povoadas, com planificação espacial e arquitetônica, cheias de pirâmides, que evidenciam alto grau de urbanização. Tais cidades, cada uma tendo entre 10 mil e 60 mil habitantes (maiores que muitas cidades brasileiras de hoje), abrigam pessoas de diferentes classes sociais: artesãos, comerciantes e reis. Reis? Sim: cidades governadas por reis que construíam monumentos com seus nomes, descreviam seus matrimônios e suas vitórias nas guerras. Seus sacerdotes escreviam livros sobre os movimentos do Sol, de Vênus e até de Marte. Seus navegantes faziam comércio com regiões situadas a mais de mil km, usando rios e mares. Cidades com sacrifícios sangrentos realizados aos deuses, onde os próprios reis tinham seus órgãos genitais perfurados com uma espinha de peixe. Seria possível tudo isso em um ambiente de selva tropical, ou esta é apenas uma história de ficção? Se o leitor optou pela segunda hipótese, errou. Essas pessoas viveram assim e constituíram uma das civilizações mais complexas do mundo: conhecidas como maias, elas habitaram partes das atuais América Central e do Norte. Este artigo conta como era essa civilização e revela algumas novas descobertas feitas no campo da arqueologia pré-hispânica.

**Alexandre Guida Navarro\***

Instituto de Investigações Antropológicas,  
Universidade Nacional Autônoma do México

\* O trabalho do autor (doutorando)  
contou com o financiamento da Capes

# Reis na

## NOVAS DESCOB



# floresta tropical?

## ERTAS SOBRE A CIVILIZAÇÃO MAIA



**Durante a quarta viagem de Cristóvão Colombo** ao continente americano, entre os anos de 1502 e 1504, o navegador e sua tripulação se depararam, no golfo do México, com uma grande canoa que tinha uma cabine ao centro e mais de 40 pessoas a bordo, entre elas seu proprietário, a família deste, empregados, piloto e remeiros. Não entanto, o que mais impressionou os europeus foi a carga: mantas e roupas de algodão semelhantes às suas, machados e outros objetos de metal, uma bebida fermentada que chamaram de 'cerveja da terra', vasilhas de cerâmica, espadas

FOTO: GETTY IMAGES

de madeira com um tipo de pedra cortante e cacau. Essa viagem marca o primeiro e único contato de Cristóvão Colombo com uma grande civilização americana: a maia.

A ironia desse encontro está no fato de que duas civilizações bastante diferentes se encontraram em um contexto similar. Os maias e os europeus (espanhóis, nesse caso) tinham em comum a aptidão para a navegação. Colombo representava o processo de expansão marítimo europeu iniciado no século 15 e os maias representavam uma grande rede de

comércio (diferente do mercantilismo espanhol) que, na época desse contato, abrangia as costas do golfo do México e da península do Yucatán (também no México) e continuava, ao sul, por toda a costa da América Central, chegando ao litoral norte da América do Sul. As rotas dos navegadores maias possivelmente alcançavam a costa sudeste dos Estados Unidos.

Os maias ocuparam uma grande região geográfica que compreende os atuais estados mexicanos de Campeche, Chiapas, Tabasco, Yucatán e Quintana Roo, além dos territórios da Guatemala e de Belize e da parte ocidental de Honduras e El Salvador. Toda essa região integra a área conhecida como Mesoamérica (figura 1).

A história da civilização maia é geralmente dividida pelos arqueólogos em três etapas ou momentos: o pré-clássico (de 2000 a.C a 250 d.C.), caracterizado pela formação de pequenos centros que ainda não podem ser considerados cidades, com arquitetura monumental incipiente; o clássico (de 250 a 900), tido como o auge dessa civilização, com o desenvolvimento de uma arquitetura monumental em que se destaca a construção de grandes pirâmides e a invenção da escrita; e o pós-clássico (900 a 1525), que se distingue pelo início do declínio dos maias, embora essa premissa seja hoje tema de grande discussão entre os maistas ou maianistas – os estudiosos dessa civilização. Cabe salientar que essa divisão é arbitrária e, embora seja aceita pela maioria

Figura 1. A área geográfica ocupada pela civilização maia incluía boa parte do México atual, além dos territórios da Guatemala e de Belize e da parte ocidental de Honduras e El Salvador



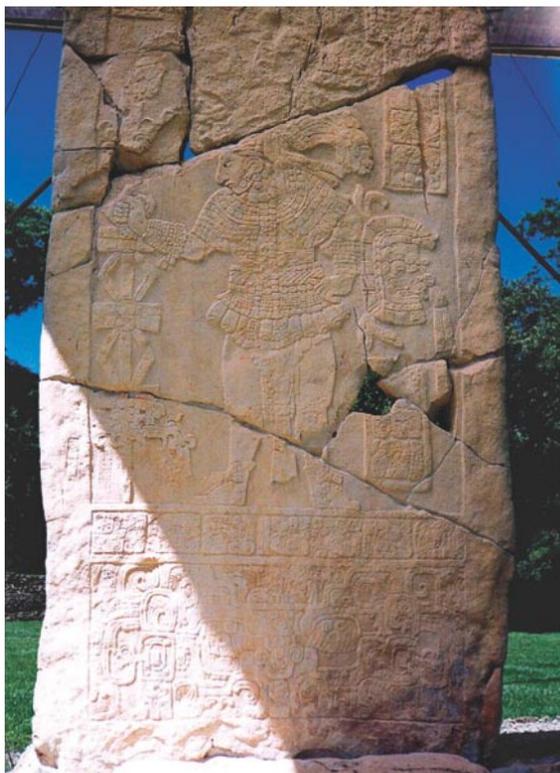


Figura 2. A Estela I de Bonampak, um dos monumentos verticais mais altos da área maia, representa o rei maia Chan Muan II vestido com uma rica indumentária para comemorar o quinto ano de seu governo. Detalhe para seu cetro na mão direita

dos arqueólogos, tem recebido críticas. Além disso, essas três etapas devem ser vistas como processos sequenciais ao longo do tempo.

## A interpretação tradicional

Os arqueólogos responsáveis pelos mais importantes trabalhos que inauguraram o estudo científico sobre os maias são o norte-americano Sylvanus G. Morley (1883-1948) e o inglês John Eric S. Thompson (1898-1975). Seus trabalhos, ainda consultados no meio acadêmico, foram iniciados em 1915 (no caso de Morley) e em 1925 (Thompson) e ampliados ao longo das décadas seguintes. No entanto, muitas de suas teorias foram refutadas à medida que surgiam novas técnicas de análise e interpretação em arqueologia.

Nesse período, que durou até meados da década de 1970, vigorava o chamado modelo tradicional da arqueologia maia. Este afirmava que essa civilização era composta basicamente por trabalhadores rurais, sendo portanto uma sociedade marcada pela ausência de urbanismo. Predominava a idéia de que o centro das cidades maias era habitado apenas por sacerdotes, governantes e seus assistentes, e

de que a maioria da população – os camponeses – viviam em áreas rurais distantes desses centros e os visitavam apenas em dias de comércio ou em importantes festivais religiosos, ali permanecendo por pouco tempo.

O modelo tradicional atribuía a ausência de urbanismo às práticas de agricultura extensiva dos maias. Eles adotavam um sistema de cultivo chamado de coivara, que consiste no desmatamento da área escolhida pelo plantio através da queima da vegetação, permitindo a limpeza do solo. Essa é uma técnica agressiva, já que o solo precisa de longo tempo de recuperação para o novo plantio. Por isso, os primeiros arqueólogos imaginaram que essa técnica exigia o uso de grande quantidade de terra na agricultura, o que teria impossibilitado a construção de cidades, empreendimento que também necessitava de uma grande área útil. Além disso, o tempo dedicado exclusivamente à agricultura teria inviabilizado a construção de edifícios, monumentos e sistemas de irrigação, o comércio, a divisão de trabalho e o desenvolvimento de uma escrita, que caracterizam uma cidade.

Segundo o mesmo modelo, os sacerdotes maias consumiam todo o seu tempo em previsões esotéricas, estudando o céu e encontrando presságios nos astros – o que podemos chamar de astrologia ou adivinhação. Os resultados dessas observações eram anotados em tiras de papel dobradas (chamadas ‘códices’), em inscrições feitas nas paredes dos templos, em vasos pintados de várias cores ou ainda em estelas, monumentos verticais que variam de tamanho e largura (a maior, situada no sítio arqueológico de Quiriguá, em Honduras, mede pouco mais de 10 m de altura e pesa 65 toneladas) (figuras 2 e 3). Nesse mesmo ▶



Figura 3. Um vaso policromado maia. Neste caso, representa um personagem que leva plumas no penacho, nas costas e na sua lança. Foi descoberto em Chichén Itzá e pertence ao período Clássico Terminal (700-950 do nosso calendário). Nota-se a forte cor vermelha do objeto, característico da cultura maia



Figura 4. Uma página do códice de Dresden, que se encontra na cidade alemã de mesmo nome. Os maias desenvolveram um complexo sistema de escrita, o único de natureza fonética (as letras escritas podem ser pronunciadas) surgido no continente americano. O livro data possivelmente entre os anos de 1200 a 1250 do nosso calendário. Está confeccionado sobre uma tira de papel dobrado em forma de biombo (às vezes também pode ser de pele de veado). Tem 3,56 m de largura e consta de 39 páginas de 9 x 20,5 cm cada uma. As páginas estão pintadas de ambos os lados com cores extraídas de minerais e plantas, salvo quatro páginas que estão em branco

contexto, a escrita maia foi associada somente à contagem do calendário, à astronomia e a complicados conceitos religiosos baseados na contagem do tempo e de difícil entendimento (figura 4). Essa escrita, de acordo com o modelo tradicional, não tinha como objetivo registrar eventos históricos, como era feito pelos egípcios, babilônios ou gregos.

As cidades maias também foram consideradas teocráticas, ou seja, elas seriam governadas por sacerdotes que detinham o poder político. Essa concepção levou os arqueólogos tradicionais a defender a idéia de pacifismo entre as cidades maias, sem dar importância às guerras, mesmo quando existiam evidências nesse sentido. Essa idéia trouxe um conceito equivocado para a arqueologia da época: o de que a ausência de guerra permitiu à civilização maia um isolamento que a manteve unida e homogênea ao longo do tempo.

Em princípios do século 9, os maias entraram em um processo brusco de declínio, que afetou praticamente todas as cidades. Até meados da década de 1970 acreditava-se que os principais fatores responsáveis por esse declínio seriam pragas agrícolas ou mudanças climáticas que teriam afetado a região, como terremotos, seca e furacões. As cidades situadas mais ao sul teriam entrado em decadência enquanto outras cidades eram erguidas no norte da península de Yucatán (a mais famosa delas chamada Chichén Itzá), e estas teriam sido invadidas e influenciadas por estrangeiros provenientes do centro do México, iniciando um processo de aculturação dos maias. No período pós-clássico, os maias estavam reduzidos a pequenos centros rivais entre si e sem a glória da época clássica. Esse universo decadente seria o mundo indígena encontrado pelos espanhóis durante o início do período da conquista, no século 16.

Mas até que ponto tudo isso é certo? O que nos dizem as novas pesquisas realizadas na área maia?

Como é dito acima, o modelo tradicional sobre a história maia – que ainda conta com muitos adeptos no meio acadêmico – foi elaborado a partir dos resultados de técnicas de escavação arqueológica deficientes e de uma interpretação que utilizou, como parâmetro de comparação, culturas totalmente diferentes. Até hoje os maias, equivocadamente, são considerados os ‘gregos do continente americano’, devido à sua arte refinada. Atualmente, esse perfil tem sofrido grandes modificações, graças a avanços das técnicas na área da arqueologia (imagens especiais obtidas por satélites, por exemplo), a recentes decifrações da escrita maia e a novos modelos teóricos elaborados pelos arqueólogos.

As novas interpretações a respeito da cultura maia são apresentadas a seguir, mostrando que o modelo de uma sociedade estática e homogênea vem sendo substituído por uma concepção mais dinâmica. Entender como se deu essa transição na maneira de ver a civilização é o tema de parte de minha tese de doutorado.

## As cidades vistas de outra forma

Através de novas prospecções (técnica arqueológica que consiste em estabelecer os limites espaciais de um sítio) e de dados fornecidos por imagens feitas por satélite, com técnicas sofisticadas (que permitem, por exemplo, localizar restos de construções hoje cobertos pela floresta), sabemos que uma das maiores cidades maias, Tikal, situada no norte da

Guatemala, foi um grande centro urbano e não, como se pensava, um centro cerimonial. O modelo tradicional propunha que essa cidade era habitada por 10 mil pessoas, que viviam em uma área de 16 km<sup>2</sup>. Sabe-se hoje que a extensão total de Tikal chega perto dos 70 km<sup>2</sup> e que sua população ultrapassava os 50 mil habitantes (figura 5). Uma população dinâmica, interagindo entre si, participando de várias atividades cotidianas como as que caracterizam as urbes contemporâneas.

Também se sabe que todas as pessoas, pobres e ricas, viviam dentro da mesma mancha urbana, o que derruba a idéia de que os camponeses viviam fora das cidades. Seus habitantes praticavam o comércio, navegando pelos vários rios da região, e produziam artesanato, cultivavam a terra, ensinavam às crianças os seus trabalhos e participavam de guerras. A estratificação social e o trabalho especializado são evidentes em uma sociedade tão heterogênea. A construção dos edifícios é prova irrefutável de que o rei tinha a capacidade de organizar um trabalho coletivo. Mas prossegue a discussão sobre se esse trabalho era escravo ou não.

Outra polêmica é se os reis maias também foram sacerdotes – o poder teocrático já mencionado.

Muitos arqueólogos acreditam que o poder dos reis maias não era teocrático, e que os sacerdotes estavam submetidos a um poder laico, com o controle absoluto nas mãos dos reis.

As imagens de satélite também revelaram a presença de terraços e campos elevados para o cultivo, que visavam evitar a inundação da plantação durante a estação chuvosa. Isso evidencia a capacidade maia de moldar a terra de acordo com suas necessidades. Foram identificados canais de irrigação que não só transferiam o excesso de água para as áreas secas, mas também traziam nutrientes dos rios para o solo. Essa tecnologia permitiu a prática de uma agricultura intensiva, e não apenas extensiva, como se acreditava: plantava-se ano após ano na mesma porção de terra, em vez de substituir essas áreas por outras, como no sistema de coivara. Além disso, essa inovação garantia a alimentação de uma grande população, sem impedir o desenvolvimento de sociedades urbanas, como diz o modelo tradicional.

Outra idéia que cai por terra é a de uma sociedade pacífica. Trincheiras, valas, sulcos artificiais e parapeitos com 9 km de extensão foram encontrados 8 km ao sul do sítio de Tikal e provavelmente serviram para proteger a cidade da vizinha Uaxactún. ▶

FOTO KEYSTONE



Figura 5. O sítio arqueológico de Tikal, na Guatemala, foi considerado até meados da década de 1970 um centro cerimonial, mas hoje se sabe que era uma das maiores cidades maias. Ao contrário do que se pensava, na área maia a pirâmide também foi um túmulo. Este é o Templo I, sepulcro do rei Jasaw Chan K'awil ou Grande Jaguar, datado no ano de 734 do nosso calendário. Tem 45 m de altura, o equivalente a um edifício de 15 andares

Figura 6. Mural pintado na parede de um templo do sítio arqueológico de Bonampak, no sul do México. Sabe-se hoje que a sociedade maia não era pacífica, e que a guerra foi um elemento social importante no desenvolvimento de suas cidades. Nessa cena, a principal arma usada é a lança, embora os maias tivessem outras armas. Nota-se, no lado direito da imagem, que o guerreiro vencedor puxa os cabelos do perdedor, subjugando-o, em um gesto tido como a principal metáfora para a humilhação na área maia



FOTO DE A. G. NAWARRO. REPRODUÇÃO DO MUSEU NACIONAL DE ANTROPOLOGIA DA CIDADE DO MÉXICO

Muitas outras cidades têm esse sistema defensivo. Agora também conhecemos várias pinturas murais que retratam cenas de batalha e combate entre os maias. As mais conhecidas, encontradas no sítio de Bonampak, no sul do México, mostram claramente cenas de combate físico entre guerreiros. Há muitas imagens de decapitação, o sangue é representado com frequência e os reis aparecem subjugando os perdedores, que são mantidos em cativeiro (figura 6).

No mural do Templo Superior dos Jaguares, no sítio arqueológico de Chichén Itzá, ao norte da península de Yucatán, está pintada uma grande cena de combate, com guerreiros nas mais variadas posições de defesa e ataque: os inimigos são golpeados com espadas e defendem-se com escudos, alguns ajoelham-se diante do vencedor e parecem implorar para não ser decapitados, outros atacam com movimentos que lembram as artes marciais. Cidades são queimadas, e em algumas pinturas pode-se notar mulheres desesperadas, com filhos mortos no combate, que levam as mãos aos olhos em um ato de choro.

Esses guerreiros tinham como principal arma de ataque o *átlatl* ou *hulché*, um propulsor que atirava dardos com grande precisão a longa distância. Essas foram as armas que apavoraram Colombo e seus marinheiros quando, em terra firme, se depararam com os maias.

Também sabemos hoje que a escrita maia registra acontecimentos históricos constantemente. A grande maioria dos textos presentes nas estelas e nos vasos maias não se refere a passagens astronômicas e sim a eventos associados à vida e à trajetória dos reis. Versam, por exemplo, sobre o ano em que um governante subiu ao poder, o período em que governou a cidade, as batalhas que realizou contra os inimigos

e as regiões conquistadas, a captura de escravos e seus nomes, os seus matrimônios e até a data de sua morte. Um fato interessante é o de que a civilização maia foi a única do continente americano que desenvolveu uma escrita fonética, ou seja, com letras que podem ser pronunciadas, como acontece com o nosso alfabeto.

É provável que existissem muitos códices, mas infelizmente quase todos foram destruídos na época da conquista pelos espanhóis, que viram neles um obstáculo à evangelização, considerando seu conteúdo de índole 'demoníaca' porque retratavam uma religião diferente do cristianismo. Restam somente três deles, que recebem os nomes dos lugares onde foram localizados, séculos depois da conquista: os Códices de Paris (França), Madri (Espanha) e Dresden (Alemanha). Um quarto códice, encontrado em uma biblioteca de Nova Iorque (Estados Unidos), recebeu o nome de Códice Grolier, mas sua autenticidade ainda é questionada.

Quanto à decadência dessa grande civilização, os arqueólogos concluíram que vários fatores estão associados a esse processo, e que os climáticos tiveram pouca importância. A população maia cresceu em excesso no século 9, o que gerou tensões internas e externas muito fortes. Os estudiosos afirmam, a partir de evidências materiais, que a elite tornou-se cada vez mais poderosa, rica e numerosa, enquanto diminuía o número de trabalhadores rurais, que já não conseguiam suprir a necessidade diária de alimentos para os habitantes da cidade. Restos de esqueletos dessa época evidenciam uma profunda desnutrição na sociedade maia. A escassez de alimentos pode ter provocado a competição entre as cidades, que teriam intensificado os ataques militares com o objetivo

de se apossar de terras alheias. Considera-se que o sistema de agricultura também colapsou, apesar das técnicas intensivas. Estudos ambientais de flora e fauna evidenciam uma intensa erosão relacionada ao desmatamento, durante o período do colapso. Cidades inteiras foram abandonadas nessa época, como Copán e Quiriguá (em Honduras), Palenque, Comacalco e Yaxchilán (no México), e Tikal (na Guatemala). A grande pergunta que fica é: por que as cidades maias do Sul jamais se recuperaram?

## Esplendor e queda das cidades do Norte

Sabe-se hoje que as cidades maias construídas na área norte da península de Yucatán, como Uxmal, Sayil, Labná, Kabah e Chichén Itzá, surgem ao mesmo tempo em que ocorria o colapso no Sul, e não depois, como se pensava (figura 7). No entanto, muitos pesquisadores acreditam que as cidades do

Norte foram erguidas em função do declínio que se verificava nas do Sul. Uma das maiores discussões atuais envolve a possível chegada de estrangeiros à área maia durante os períodos clássico terminal e pós-clássico inicial (anos 800 a 1000). Baseando-se em comparações de estilos de pinturas e entalhes, muitos historiadores e historiadores da arte sustentam que os indivíduos retratados nas paredes dos templos de Chichén Itzá têm traços físicos e roupas semelhantes aos dos toltecas, habitantes da cidade de Tula, localizada no altiplano mexicano e, portanto, a mais de 1.000 km de distância da primeira.

Mas a maioria dos arqueólogos não aceita essa versão. Evidências arqueológicas – como a datação de artefatos de madeira recuperados de Chichén Itzá através do método que avalia a presença de carbono 14 – provam que essa cidade foi construída pelo menos dois séculos antes do florescimento de Tula. Pode ser que esse suposto contato tenha ocorrido de forma mais indireta, através do comércio de longa distância, como já foi citado. Além disso, a organização espacial e o padrão de assentamento de Chichén Itzá são típicos de uma cidade maia, e não das

Figura 7. A Pirâmide do Mágico, no sítio arqueológico de Uxmal, no México, é considerada uma das mais belas construções maias, da época do florescimento de sítios no norte da península de Yucatán. Pertence ao estilo Puuc, que se caracteriza pela decoração geométrica requintada de sua fachada





Figura 8. A pirâmide de Kukulcán, na cidade maia de Chichén Itzá, no México, tem 365 degraus, que correspondem ao número de dias de um ano solar. Nota-se a sombra em forma de serpente projetada na escadaria norte durante os equinócios de primavera e outono, à esquerda da imagem

idades do altiplano mexicano. Seria impossível que os toltecas tivessem invadido a cidade e não utilizassem ali as técnicas de construção e arquitetura empregadas na edificação de seus templos. Até hoje essa evidência não foi achada em Chichén Itzá.

O importante é reconhecer que as cidades do Norte também tiveram seu esplendor. Chichén Itzá é o maior exemplo disso.

A cidade tem inúmeros edifícios monumentais, como a pirâmide de Kukulcán, uma divindade bastante cultuada na área maia, que se manifesta principalmente na forma de uma serpente com penas. Essa pirâmide, de 30 m de altura, tem 364 degraus que, somados à plataforma superior, equivalem ao número de dias (365) do ano solar. Seus lados são divididos em nove plataformas escalonadas

que representam os nove níveis do inframundo ou Xibalbá, o lugar onde os deuses criaram o mundo segundo a mitologia maia. Tais plataformas são divididas em duas partes pelas escadarias do templo, formando 18 seções, que correspondem aos 18 meses do calendário maia (figura 8).

Além disso, o templo está posicionado de tal maneira que, nos equinócios de primavera (22 de março) e de outono (21 de setembro) no hemisfério Norte, uma gigantesca sombra se projeta na escadaria norte do edifício (à esquerda do templo, onde se

vêm duas cabeças de serpente rematando o final da escadaria), simulando a descida de uma serpente, que representa a divindade Kukulcán. Essa pirâmide é um exemplo dos complexos conhecimentos matemáticos, físicos e de engenharia que os maias dominavam. Além disso, dentro dela existe outra pirâmide. Era costume dos maias construir um edifício sobre o outro, prática relacionada com os rituais de fim de ciclo e que tinha o objetivo de dar as boas-vindas a um novo período, evitando assim os maus tempos.

O que mais chamou a atenção, no caso de Chichén Itzá, foi a descoberta de um disco de turquesa dentro dessa pirâmide interior (figura 9). Essa pedra preciosa não existe no México nem nos países da área

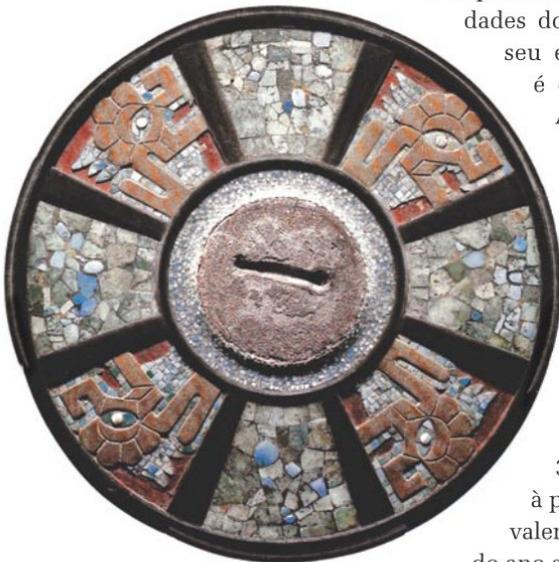


Figura 9. Disco de turquesa encontrado no interior da pirâmide de Kukulcán. O material é proveniente do sudoeste dos Estados Unidos



Figura 10. Quadra de jogo de bola de Chichén Itzá, a maior da Mesoamérica: tem 168 m de comprimento por 70 m de largura. Nota-se, na parede, o anel onde se supõe que a bola, feita de borracha, deveria passar



Figura 11. O Cenote Sagrado de Chichén Itzá, com circunferência de cerca de 50 m, é um poço natural de calcário que chega até o lençol freático, considerado um lugar sagrado e depósito de oferendas e sacrifícios humanos. Diferentemente do que se pensava, os numerosos esqueletos encontrados no poço não pertenceram a virgens sacrificadas, e sim a homens e crianças do sexo masculino

geográfica ocupada pela civilização maia. O local mais próximo de onde pode ter vindo fica no Novo México – no sudoeste dos Estados Unidos! No mesmo sítio fica o maior campo de jogo de pelota da Mesoamérica (figura 10). Esse edifício, encontrado em quase todos os sítios maias, é formado por duas quadras paralelas que formam um 'T', e sua verdadeira função também é tema de discussões. Uma corrente acredita que aí acontecia o jogo da bola, como se fosse um campo de futebol. No entanto, como muitos desses campos têm dimensões muito grandes (o de Chichén Itzá tem 168 m de comprimento por 70 m de largura), diversos arqueólogos acreditam que esse tipo de edifício tem um caráter mais religioso e simbólico do que funcional.

Outra grande característica de Chichén Itzá é um poço natural que era utilizado para a prática de sacrifícios e oferendas aos deuses (figura 11). Dele foram extraídos objetos de tecido, cerâmicas provenientes da Guatemala e do sul do México, e artefatos de ouro – cabe salientar que esse metal, inexistente na área maia, era trazido do Panamá e da Colômbia e trabalhado na própria Chichén Itzá.

Nesse mesmo sítio arqueológico existe o mais preciso observatório astronômico da área maia. O edifício está alinhado com os movimentos da Lua,

do Sol, de Marte, de Júpiter e principalmente de Vênus. Este último planeta era de grande importância porque seu aparecimento e desaparecimento no céu estavam associados com a guerra (figura 12).

Durante o pós-clássico (1250 a 1525) importantes sítios foram construídos na costa da península de Yucatán, no atual estado mexicano de Quintana Roo, como Tulum e Xelhá. Nessa época, muitas ilhas próximas a essa costa foram ocupadas pelos maias, como Cozumel e Isla Mujeres, o que parece ter a ver com a natureza comercial da civilização maia. Muitos arqueólogos consideram esse período como o do verdadeiro colapso maia, já que o esplendor dessa sociedade não é tão notório, se comparado com o período clássico. Na verdade, considero que os maias sofreram processos de 'evolução social' (entenda-se como um processo decorrente de suas próprias escolhas sociais), como qualquer outra civilização. Algumas sobreviveram e renasceram, e outras, como a maia, jamais se recuperaram. Assim é feita a história. Pelo menos fica a lição: se não preservarmos o meio ambiente e continuarmos com as relações bélicas que caracterizam o mundo contemporâneo, o mesmo fenômeno pode acontecer conosco. Hoje, não precisamos de uma máquina do tempo para aprender que esse processo pode se repetir... ■

#### SUGESTÕES PARA LEITURA

- CARDOSO, Ciro  
Flamarion S. América pré-colombiana. São Paulo, Brasiliense, 1981.
- GENDRUP, Paul.  
*A Civilização maia*. Rio de Janeiro, Zahar, 2000.
- MARTIN, S. & GRUBE, N.  
*Crônica de los reyes y reinas mayas. La primera historia de las dinastías mayas*. Cidade do México, Planeta, 2002.
- NAVARRO, A. G.  
*O retorno de Quetzalcóatl: contribuição ao conhecimento do culto à divindade a partir do sítio arqueológico de Chichén Itzá, México*. Dissertação de mestrado. São Paulo, Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (USP), 2001.
- SCHELE, L. & FREIDEL, D.  
*Una selva de reyes: la asombrosa historia de los antiguos mayas*. Cidade do México, Fondo de Cultura Económica, 1999.
- STIERLIN, Henri.  
*Os maias: palácios e pirâmides da floresta tropical*. Madri, Taschen, 1997.

Figura 12. O observatório astronômico de Chichén Itzá, também conhecido com o nome de Caracol. Das suas janelas superiores se pode observar o ciclo sinódico do planeta Vênus, 236 dias como estrela matutina e 250 como estrela vespertina, 90 dias em conjunção superior e oito em inferior



# FEBRE RUS

## A CHEGADA DE UMA LITERATURA ARREBATADORA

*“Você já leu os russos?” Em todos os cantos do mundo, era o que se ouvia nas rodas de escritores e literatos. A literatura russa explodiu com força arrebatadora no final do século 19, representando uma novidade no cenário cultural e suscitando debates. Inclusive no Brasil, onde, em começos do século 20, serviu aos modernistas como um exemplo bem-sucedido de afirmação da voz nacional.*

**Bruno Barretto Gomide**

*Departamento de Letras Orientais,*

*Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo*

Em fins do século 19, leitores de todo o mundo foram pegos de surpresa por uma incrível novidade literária: a literatura russa caiu nas graças do público, do Japão ao Brasil, e se tornou a grande sensação cultural da noite para o dia. Paris, o grande centro irradiador das artes daquela época, foi inundada por uma onda de traduções de romances russos, cujos títulos traziam os estranhos (para ouvidos não-russos...) nomes de, entre outros, Liev Tolstói (1828-1910), Fiódor Dostoiévski (1821-1881) e Nikolai Gógol (1809-1852). Obras essenciais como *Crime e castigo*, *Os irmãos Karamázov*, *Ana Kariênina*, *Guerra e paz* e *Almas mortas* tomaram as prateleiras das livrarias. A ‘inundação’ chegou a tal ponto que muitos faceiramente se perguntaram se aquilo tudo não seria uma retaliação, com tinta e papel, da malograda invasão à Rússia feita 80 anos antes pelas tropas francesas de Napoleão Bonaparte.

Críticos e escritores não conseguiam conter o entusiasmo com aquela descoberta. A escritora portuguesa Maria Amália Vaz de Carvalho (1847-1921) publicou em 1888 um artigo sobre Tolstói em que afirmava que o comentário mais comum entre os literatos portugueses de então era: “Você já leu os russos?” Na mesma época, um escritor do estado norte-americano do Kentucky dizia que o romance russo encontrava-se em todas as bancas; um resenhista inglês dizia que Tolstói era o maior dos romancistas contemporâneos; e outro escritor afirmava que “no momento, a Rússia toma a posição que a Inglaterra tinha no século 17 e a França no 18”. Não era

dizer pouca coisa. Comentários desse tipo, de meados dos anos 1880 em diante, passaram a encher as páginas de jornais e revistas mundo afora. E os exemplares das tais obras russas chegavam imediatamente aos nossos portos. Vasculhando as livrarias de sua cidade em 1887 ou 1888, qualquer literato brasileiro que desejasse ficar a par do que corria de mais avançado nas letras européias poderia começar gastando 2.500 contos de réis, o preço de *O que fazer?*, ensaio doutrinário de Tolstói, e seguir comprando um belo pacote contendo, além dos ensinamentos do conde filósofo, volumes de Dostoiévski, Gógol e Ivan Turguêniev (1818-1883) e, se estivesse realmente contagiado pela febre russa, de outros menos destacados pela crítica, como Ivan Gontcharóv (1812-1891).

Boa parte dessa súbita divulgação foi obra de alguns críticos franceses, que identificaram na literatura russa um solo fértil para apimentar as discussões artísticas de seu país. Em especial, acharam que aqueles artistas serviam como alternativa à literatura naturalista de Émile Zola (1840-1902), escritor que usava métodos de investigação científica para a elaboração de textos ficcionais. Passaram a apontar os russos como saída para os impasses da literatura do fim de século. Viam naquela ficção tão saborosa uma possibilidade de injeção de emoção no que consideravam um panorama excessivamente frio e cerebral. Por meio dos russos seria possível trazer novamente os mistérios da alma para a literatura.

# SA

## NO BRASIL



ILUSTRAÇÕES CAVALCANTE

O mestre de cerimônias desses críticos franceses pioneiros foi o visconde Eugène-Melchior de Vogüé (1848-1910), acompanhado pelo seu influente ensaio *O romance russo* (1886). Em uma afirmação famosa, Vogüé afirmava que a literatura se tornava “odiosa” sem “fé, emoção ou caridade” e que os russos eram excelente reservatório desse tipo de material. Certas afirmações de Vogüé e de outros críticos franceses ‘colaram’ de uma maneira impressionante. Em sua seqüência, por exemplo, tornou-se de lei falar de Dostoiévski como um especialista na ‘religião do sofrimento’, título do capítulo correspondente de *O romance russo*.

Vale observar que esses escritores russos eram novidade apenas para os leitores fora da Rússia. Neste país eram todos muitíssimo bem conhecidos e, diga-se de passagem, quando caíram nas graças do mundo já estavam quase todos mortos (a exceção era Tolstói, que viveu até 1910). Seu sucesso internacional foi, assim, póstumo.

## TRADUÇÕES PRECÁRIAS

Na esteira desse e de outros importantes estudos veio a enxurrada de edições de Dostoiévski e seus contemporâneos, então traduzidos pela primeira vez, às vezes em edições extremamente precárias, verdadeiras adaptações que algumas delas eram, ou então novamente publica-

dos, agora para um público mais amplo e com respaldo crítico considerável. Para dar conta da demanda do mercado, editoras prestigiosas desenvolveram autênticas linhas de montagem de tradução de romances russos, tarefa dividida entre estudantes e emigrantes de origem russa residentes em Paris. Julgando insuficiente o número de romancistas russos disponíveis, alguns foram inventados por editores e tradutores ansiosos para aproveitar a moda.

Todo esse cenário de euforia era impensável havia pouco tempo. Antes de meados da década de 1880, a literatura russa não era conhecida fora de suas fronteiras, salvo por alguns contatos literários esporádicos e por tentativas de aproximação cultural que não obtinham grande sucesso de crítica e público. Quase nenhum intelectual francês, inglês ou alemão se dispunha a falar bem dela, ou ao menos a admitir a sua existência. Os poucos que o faziam pregavam no deserto. É importante lembrar que a opinião de críticos desses países era essencial para que uma novidade artística entrasse no mercado internacional com peso decisivo. Além disso, pesava na balança a péssima imagem que o Império russo tinha para a opinião pública ocidental, que, ao longo do século 19, o considerava o país mais reacionário e bárbaro no mapa europeu – se é que de Europa se tratasse, pois havia muitas dúvidas quanto a isso. Esse último senão foi suavizado pela aliança política feita pela França com a Rússia nos anos 1870, uma audaz jogada diplomáti-

Dostoiévski, Gógol e Tolstói marcaram a literatura mundial do século 19



ca. O objetivo era contrabalançar o poderio alemão, que lhe impingira uma derrota fragorosa na guerra franco-prussiana (1870). Criou-se um clima favorável à divulgação das coisas russas na França, da música às artes plásticas, e os ficcionistas pegaram carona nesse ambiente.

## INSPIRAÇÃO PARA O BRASIL

Compreende-se, portanto, o espanto generalizado quando o romance russo despontou, virou campeão de vendas e ganhou o aplauso da crítica especializada. O espanto foi ainda maior neste canto do mundo que nos toca mais de perto. Era a primeira vez que uma literatura 'fora do eixo', ou seja, vinda de um contexto situado às margens de países considerados como os tradicionais formadores de cultura (França, Inglaterra, Alemanha, Itália, Espanha e, no que diz respeito ao Brasil, Portugal), aparecia com tanta força, não apenas como curiosidade literária, coisa que volta e meia acontecia, e sim como elemento decisivo nos debates sobre arte e cultura. Daí o entusiasmo dos leitores brasileiros, de críticos e escritores, que imediatamente identificaram ali um modelo, uma inspiração para 'resolver' as dúvidas tão antigas que eles tinham em relação à existência e à identidade de uma literatura brasileira.

Essa era uma questão obsessiva para os nossos intelectuais desde, pelo menos, o romantismo. Além de acompanhar e discutir atentamente os problemas literários que aqueles russos traziam, os leitores brasileiros detiveram-se no exemplo fornecido pelo súbito surgimento daquela literatura no cenário das letras. Pensavam com seus botões: se esses russos, antes tão esquecidos pelo mundo, cuja literatura era tida por inexistente, puderam transformar a sua cultura em um fenômeno planetário, nós também podemos.

Foi o que fez, entre 1887 e 1888, o crítico paraibano José Carlos Junior (1860-1896). Tendo em mãos uma série de volumes da literatura recém-descoberta, publicou artigos no jornal cearense *A quinzena*, elogiando a originalidade da arte literária dos russos e a sua capacidade de transcender as fronteiras pátrias e de se mostrar como um caso bem-sucedido de afirmação da voz nacional. Na mesma linha seguiu o jovem bacharel Clóvis Bevilacqua (1859-1944). Em tempos subseqüentes, ele se tornaria um dos grandes nomes do direito brasileiro, em 1889, contudo, tratava de ler Dostoiévski com afinco, de estudar as suas diferenças em relação ao realismo literário

francês e de surpreender-se com a maneira pela qual o romance russo havia passado a perna em seus concorrentes e se tornado valioso componente nas conversas sobre cultura. Dois anos depois, Artur Orlando (1858-1916), também jovem bacharel vindo da famosa Faculdade de Direito do Recife, assim declarou o seu apreço pela literatura russa: "Gosto dos artistas russos, como os únicos que têm tido bastante inspiração para celebrar a glória dos humilhados, dos ofendidos, dos infelizes, dos desesperados da vida, dos atormentados da sorte. São eles os únicos que têm tido bastante amor, bastante piedade para absolver onde os outros condenam. Eles não admitem aviltamento sem regeneração. Onde os outros procuram denegrir, eles tratam de restituir a alvura primitiva. Não sentem necessidade de desprezo nem de vingança; o que os devora é a febre do perdão, a chama da caridade. Mostrar-se grande para o que é pequeno, escolher o mais horrível monstro para vivificar o que nele ainda resta de humano, purificar a corrupção, penetrar no inferno da vida não para impor suplícios, mas para levantar o condenado, eis o que é a mais nobre tarefa da arte, e os artistas russos, desde Tolstói até Dostoiévski, assim a têm compreendido em uma comunhão íntima de descontentamentos, de inquietações, de tristezas, de sofrimentos por tudo que é opressão."

Logo após os primeiros anos de divulgação dos russos a partir de Paris, muitíssimos autores e escritores brasileiros acompanharam os novos lançamentos, destrincharam suas obras do ponto de vista crítico e escreveram ficção inspirados por eles. Monteiro Lobato (1882-1948) enviou a seu amigo Godofredo Rangel (1884-1951) cartas entusiasmadas com suas impressões de leitura de Tolstói. A literatura russa, segundo ele, era muitíssimo superior a qualquer outra contemporânea. Lima Barreto espalhou, em ficção, jornalismo e correspondência, grande número de referências a Dostoiévski, Tolstói, Turguêniev e Górkí (1868-1936), e aconselhava a um amigo: "Leia sempre os russos!". Os grandes críticos Araripe Junior (1848-1911) e José Veríssimo (1857-1916) estabeleceram paralelos entre os russos e as tendências do pensamento contemporâneo. São comentários inquietos, apaixonados, feitos sempre no calor da hora, em que aparecem muitas limitações nas interpretações, mas também respostas ousadas e criativas.

Mas, então, os leitores brasileiros conheciam o idioma russo? Certamente não. Os 'novos' romancistas russos eram sempre lidos em francês, que, naquele momento, era uma espécie de língua universal da política, das artes e da cultura (um papel similar ao que o inglês vem cada vez mais desempenhando hoje). Examinando os textos de nossos escritores, o que não falta são menções



aos “Pouchkine”, aos “Ana Karenine” de “Leon Tolstói”, aos “Le crime et le châtement” e “Souvenirs de la maison des morts” de “Dostoiévsky”, assim mesmo, em suas grafias afrancesadas. A dependência desse intermediário francês por vezes levava a confusões curiosas: ao compilar uma lista dos livros mais vendidos no mês de setembro de 1917 pela livraria Castilho, o ensaísta José Maria Belo incluiu o tremendamente russo Dostoiévski em uma lista de literatos *franceses*, o que certamente teria feito o atormentado autor de *Recordações da casa dos mortos* dar voltas no túmulo.

## NOVAS LEITURAS A PARTIR DA REVOLUÇÃO

Por tudo isso, a revolução russa de 1917, que pôs fim a séculos de tsarismo e passou o poder para as mãos dos bolcheviques, não foi o ponto de partida do contato dos brasileiros com a literatura russa. Quando a entrada em cena da União Soviética atraiu um grande número de viajantes, comentaristas e estudiosos àquela nova realidade, já havia uma tradição de pelo menos três décadas de leituras dostoiévskianas e tolstoianas brasileiras. Mas é certo que esses e outros romancistas foram lidos de outras maneiras, tendo como pano de fundo aqueles bombásticos eventos que mudaram o mundo. As antigas interpretações literárias e políticas da Rússia e da sua literatura somaram-se às novas e intensas impressões fornecidas pela situação soviética e seu colossal experimento sociocultural.

Doravante, todo comentarista da literatura russa teria que se defrontar com esses dois registros: a tradição crítica, tal como foi construída pelos leitores do fim do século 19, e os ventos trazidos pelas políticas culturais da URSS. Além dos já consagrados gigantes do romance russo, nas páginas dos livros e revistas brotaram os poetas, prosadores, cineastas e artistas plásticos envolvidos no turbilhão revolucionário. Eram nomes como os de Vladímir Maiakóvski (1893-1930), Serguei Iessênin (1895-1925), Marina Tsvietáieva (1892-1941) e do simbolista Aleksandr Blok (1880-1921), arrolados por Mario de Andrade (1893-1945) em seu ensaio ‘A escrava que não é Isaura (discurso sobre algumas tendências da poesia modernista)’, de 1925.

É bem verdade que Mario e seus colegas modernistas não conheciam a fundo esses novos poetas; mostra-o, naquela obra, a citação truncada dos nomes de “Maiaskowky”, “Blox” e Tsvetoiewa”... Em tempos tão

vertiginosos, era mesmo difícil ter acesso a informações mais detalhadas e a traduções daqueles novos artistas, com quem a turma da semana de 1922 teria muitas afinidades. Daí os comentários mais frutíferos dos modernistas terem sido, em geral, os relacionados aos bons e já velhos prosadores russos do século 19, como prova o mesmo estudo de Mario de Andrade, em que há importantes observações sobre Dostoiévski, ou diversas passagens de Oswald de Andrade (1890-1954), em que o mesmo escritor russo aparece como referencial anárquico de uma literatura urbana altamente contemporânea. Do mesmo modo, na ficção de vários artistas do modernismo sente-se a tentativa de perseguir aquele ritmo nervoso tão característico da prosa de Dostoiévski, e percebe-se que, sob a égide desse escritor, a psicologia tradicional nunca mais seria a mesma. O andamento veloz da vida moderna parecia encontrar um parceiro ideal no autor de *Crime e castigo*. E essa percepção não se limitava aos modernistas de São Paulo: o romancista gaúcho Dyonélio Machado (1895-1985) espalhou por várias de suas obras (*Os ratos*, *Um pobre homem*, *O louco do Cati*) aquele tipo de ‘homem do subsolo’ notabilizado pelo russo. O mesmo vale para Graciliano Ramos (1892-1953), cujo *Angústia* (e não só) reflete o mesmo tipo de sensibilidade subterrânea dostoiévskiana. Seguindo pelas várias veredas (regionalistas, urbanas, intimistas, católicas...) abertas pelo assim chamado ‘romance de 30’, encontraremos a cada passo a marca dos romancistas russos, seja na forma da consciência radical e da problematização da psique, seja na aproximação ética e moral à arte.

Se houve uma espécie de redescoberta do valor artístico dos russos pela geração modernista, houve, na mesma medida, uma continuação da leitura dos russos pela via da originalidade nacional, que tanto impressionara os primeiros leitores brasileiros. Mario de Andrade, por exemplo, saudava, nas páginas do periódico modernista *Estética*, a “energia primitiva e o fundo étnico” dos escritores russos, capazes de unir o local e o universal como ninguém. Gilberto Freyre (1900-1987) continuava pela mesma linha, e fez, a partir de 1925 (inclusive em *Casa grande e senzala*, de 1933), uma série de comparações entre a Rússia e o Brasil que se tornariam famosas. O impacto dos escritores russos sobre os modernistas brasileiros teve, portanto, uma dupla face: foi tanto uma forma radical de ruptura estética, como um exemplo perfeito, porque ‘marginal’, de união entre vida nacional e cultura – precisamente os dois pontos mais valorizados pelos artistas modernistas do Brasil. ■

### SUGESTÕES PARA LEITURA

ANDRADE, Mario de. *A escrava que não era Isaura*. In: Obras completas de Mario de Andrade. São Paulo, Martins, 1960.

DOSTOIÉVSKI, Fiódor M. *Crime e castigo*. São Paulo, ed. 34, 2001.

GOMIDE, Bruno B. “Da estepe à caatinga: o romance russo no Brasil (1887-1936)”, tese de doutorado defendida em 2004 no Instituto de Estudos da Linguagem da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

LOBATO, Monteiro. *A barca de Gleyre*. São Paulo, Brasiliense, 1948.

TOLSTÓI, Liev. *Ana Kariênina*. São Paulo, Cosac Naify, 2005.

# RNA de inte

*A ciência sabe hoje que as células especializadas em armazenar o excesso de gordura (adipócitos) também atuam no controle dos níveis de glicose no sangue em um processo regulado pelo hormônio insulina, produzido no pâncreas. Isso indica que tais células têm papéis importantes tanto na obesidade quanto no diabetes. Identificar em detalhes os processos moleculares envolvidos na interação entre a insulina e os adipócitos pode, portanto, ajudar a encontrar novas formas de tratamento para essas doenças. Nosso grupo de pesquisa da Escola Médica da Universidade de Massachusetts (Estados Unidos) desenvolveu um método de silenciar genes de adipócitos em cultura que torna mais rápida a identificação de novas moléculas que modulam a ação da insulina nessas células. Estudos desse tipo podem melhorar a compreensão dos mecanismos que regulam a sensibilidade à insulina, o fluxo metabólico e a secreção de hormônios nos adipócitos, processos essenciais para o controle tanto do nível de glicose no organismo quanto da obesidade, indicando o caminho para novas terapias.*

GETTY IMAGES

**Adilson Guilherme**

Programa em Medicina Molecular, Escola Médica, Universidade de Massachusetts (Estados Unidos)

## Nova ferramenta para o estudo da

**O estudo da regulação do metabolismo da glicose** no tecido adiposo e da secreção, pelas células desse tecido, de proteínas e outras biomoléculas capazes de modular a ação da insulina nos permitirá entender melhor os mecanismos moleculares responsáveis pelo controle dos níveis de glicose no sangue (glicemia). A identificação de moléculas sinalizadoras envolvidas nessas funções, nos adipócitos, poderá também levar à descoberta de possíveis alvos para novas drogas que ajudariam no tratamento da obesidade e do diabetes. Esta é uma das metas que os pesquisadores que trabalham nessa área têm buscado atingir nos últimos anos.

Quais vias de sinalização a insulina ativa no adipócito e como elas atuam no transporte e no metabolismo da glicose nessa célula? A estimulação do transporte de

glicose no músculo e no tecido adiposo, em resposta à insulina, constitui uma das principais ações metabólicas reguladas por esse hormônio. Várias evidências obtidas nas últimas duas décadas comprovaram que a insulina regula a captação de glicose, por adipócitos e células musculares, recrutando transportadores de glicose (Glut4, nome derivado do inglês *glucose transporter*) de compartimentos internos dessas células para a sua superfície.

Na ausência de insulina, a maior parte do Glut4 fica armazenada em um conjunto de vesículas localizado nas proximidades do núcleo do adipócito (figura 1). A insulina, porém, inicia uma cascata de sinalização em que as vesículas com o Glut4 são transportadas, provavelmente com a participação do

# rferência

## ação da insulina em adipócitos

citoesqueleto e de motores moleculares do tipo quinase (KIF5B) e miosina (miosina-1C), até a superfície da célula. Chegando ali, as vesículas fundem-se com a membrana plasmática, o que aciona a captação de glicose (do sangue para o adipócito).

Todo esse processo começa quando a insulina se liga a uma parte específica (o domínio extracelular) do seu receptor na superfície da célula, ativando uma enzima, a tirosina-quinase, que faz parte desse receptor. Essa enzima, ativada, transfere grupos químicos fosfato (reação de fosforilação) para resíduos do aminoácido tirosina integrantes de proteínas denominadas IRS (sigla inglesa de substrato do receptor de insulina). Essas proteínas, principais moléculas que sofrem a ação do receptor

de insulina, exercem um importante papel durante a sinalização do hormônio.

A proteína IRS, quando fosforilada, propaga o sinal do receptor de insulina por meio do recrutamento e da ativação de outra enzima, uma lipídio-quinase conhecida como fosfatidilinositol-3-quinase (indicada na figura 1 como p85/p110). Essa enzima, por sua vez, fosforila o fosfatidilinositol-bisfosfato (PI 4,5-P<sub>2</sub>), molécula presente nas membranas de diferentes células, e dessa reação resulta o fosfatidilinositol-trifosfato (PI 3,4,5-P<sub>3</sub>), que atua como um importante sinalizador na superfície celular. Quando presente, essa última molécula é capaz de recrutar e ativar uma enzima quinase, conhecida como Pdk1. Ativada, a Pdk1 fosforila e ativa a enzima Akt. Todas

Células do tecido adiposo, principal responsável pelo armazenamento de gordura

essas etapas – da ligação da insulina ao seu receptor até a ativação da Akt – foram confirmadas por diferentes grupos de pesquisas e, portanto, estão bem estabelecidas. Ainda não se sabe, no entanto, que molécula (ou moléculas) a Akt regula, na célula, para completar a conexão entre a ativação do receptor de insulina e o transportador de glicose (Glut4).

Os estudos que confirmaram, nos últimos anos, o papel de algumas dessas moléculas sinalizadoras no transporte de glicose modulado pela insulina empregaram técnicas de biologia molecular que alteram ou desativam genes. Entre essas técnicas estão a recombinação homóloga (a troca de um segmento de um gene por outro com certa semelhança) e o ‘nocaute’ (a inativação de um gene através de uma mutação provocada), e seu uso tem sido crucial nesses estudos, permitindo chegar a importantes conclusões. O envolvimento da fosfatidilinositol-3-quinase e da Akt no transporte e no metabolismo de glicose foi bem estabelecido graças às técnicas moleculares, mas não se sabe o que acontece entre a ativação da Akt e o transporte e fusão do Glut4 na membrana celular. No momento existe, portanto, um ‘elo perdido’ no processo.

O conhecimento sobre as outras vias de sinalização que modulam a resposta do adipócito à

insulina, e também sobre a secreção de moléculas que controlam a ação desse hormônio em outros tecidos, é incompleto. O nocaute de um gene é uma poderosa ferramenta no estudo de sua função, mas essa técnica, além de onerosa e laboriosa, requer um tempo relativamente longo de experimentos, já que o número de genes sob investigação é em geral muito grande. Portanto, o emprego de técnicas similares ao nocaute, mas capazes de inativar genes em larga escala, em um período mais curto, é de grande interesse.

## Rastreamento com RNA de interferência

Uma nova estratégia para silenciar genes em larga escala em cultura de células adiposas e examinar o efeito da inativação de cada gene no metabolismo e no transporte da glicose nessas células foi utilizada recentemente pelo nosso grupo de pesquisa, na Escola Médica da Universidade de Massachusetts. Nossa proposta experimental foi tentar fazer uma espécie de ‘dissecção’ molecular das vias que con-

trolam a ação da insulina sobre o fluxo de glicose no adipócito. A estratégia adotada foi a de usar a técnica conhecida como ‘RNA de interferência’, que consiste na desativação seletiva de diferentes genes, através da degradação do RNA mensageiro associado a cada um deles.

Essa técnica de silenciamento de genes foi identificada no minúsculo verme *Caenorhabditis elegans* e valeu aos descobridores o prêmio Nobel de Medicina no ano passado (ver ‘Decifrando o silêncio’, em CH 233). O RNA de interferência é uma molécula genética de fita dupla (ou seja, formada pela união de duas cadeias moleculares que se complementam). Constatou-se que, quando ele é inserido em uma célula, as fitas se separam e uma delas se acopla à fita única do mRNA correspondente (ou seja, associado ao mesmo gene que o RNA de interferência). Tal acoplamento ativa um complexo proteico conhecido como RISC (sigla em inglês para Complexo

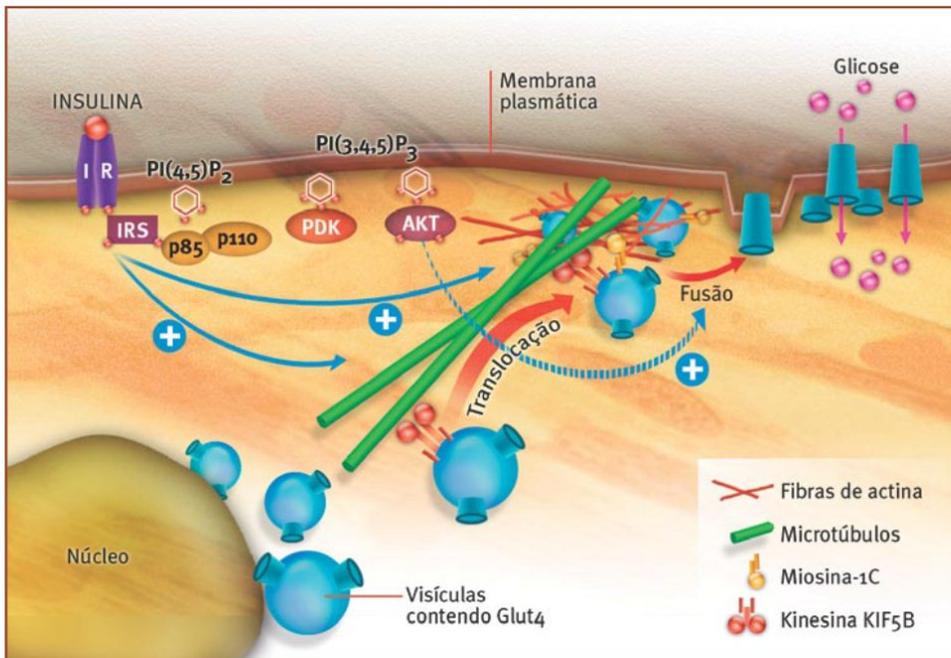


Figura 1. Mecanismos moleculares propostos para explicar como a insulina estimula o transporte de glicose em células adiposas. A ligação da insulina ao seu receptor, situado na membrana da célula, desencadeia (setas azuis contínuas, com sinais positivos) uma cascata de reações, que culminam com a translocação de vesículas (que contêm o transportador Glut4) da região próxima ao núcleo da célula para a membrana. Essa translocação aparentemente é realizada por motores moleculares (kinesina KIF5B e miosina-1C), os quais ‘rebocam’ as vesículas através do citoesqueleto (microtúbulos e fibras de actina). As vesículas com Glut4 que chegam à membrana fundem-se com esta, e a proteína quinase Akt parece estimular esse processo (seta azul pontilhada, com sinal positivo). Essa fusão do Glut4 aumenta o número de transportadores de glicose na superfície da célula, o que facilita a entrada, nesta, dessa molécula



Figura 2. Método empregado para silenciar genes em larga escala, utilizando RNAs de interferência, e com isso identificar moléculas moduladoras da sensibilidade à insulina em células adiposas. Esse método permitiu avaliar a participação, no processo de transporte de glicose em células adiposas, de 3 mil genes, utilizando apenas um quinto do total de células em cultura requerido em experimentos anteriores

silenciador induzido por RNA), que então reconhece aquele mRNA como alvo e passa a degradá-lo, usando enzimas denominadas nucleases (presentes no complexo). Isso impede que o mRNA seja 'lido' pelos ribossomos, onde são sintetizadas as proteínas e, dessa forma, o gene é 'silenciado'.

Essa capacidade do RNA de interferência levou os cientistas a pensar em usá-lo para inativar, de forma rápida, praticamente qualquer gene de células em cultura, inclusive células de mamíferos (já que estas também têm essa maquinaria molecular). Em geral, são usados RNAs de interferência sintéticos e pequenos (com 21 pares de bases – as unidades fundamentais das moléculas genéticas), introduzidos diretamente nas células em cultura.

Nosso grupo empregou ensaios de rastreamento com RNA de interferência para bloquear seletivamente a expressão de diferentes proteínas de adipócitos em cultura, em tempo relativamente curto (48 a 72 horas). Os resultados foram fascinantes: após o período citado, observa-se uma dramática redução do RNA mensageiro-alvo do RNA de interferência, e uma diminuição significativa dos níveis da proteína produzida a partir da informação levada pelo mRNA degradado. Nos últimos três ou quatro anos, essa técnica tem sido utilizada por vários grupos de pesquisa. Em nosso laboratório, por exemplo, o silenciamento da proteína quinase Akt em adipócitos em cultura permitiu confirmar o papel importante dessa quinase na regulação do transporte de glicose. Também conseguimos, com o uso de RNA de interferência em adipócitos, identificar lipídio-fosfatases relevantes para o mesmo processo.

Para identificar outras moléculas sinalizadoras que regulam o transporte de glicose, através do controle da transcrição gênica ou do tráfego de vesículas contendo o Glut4 em adipócitos, desenvolvemos um método miniaturizado que silencia genes em larga escala nessas células, permitindo avaliar o impacto causado pela inativação de cada gene no metabolismo da glicose. Nesse método (figura 2), usamos

pequenas placas especiais com 96 'poços' de ensaio contendo adipócitos em cultura. Cada poço recebe uma mistura de quatro RNAs de interferência para silenciar um determinado gene (cada RNA corresponde a um diferente segmento do gene, o que assegura a eficácia do silenciamento). Usando dezenas dessas placas, avaliamos a participação, no metabolismo da glicose, de 3 mil genes expressos em adipócitos. Além de examinar o impacto da inativação de cada gene no transporte de glicose, os ensaios também possibilitaram medir os efeitos do silenciamento na ativação das moléculas sinalizadoras que reagem à presença de insulina e na liberação, pelos adipócitos, de moduladores (inibidores ou estimuladores) da ação da insulina.

Sabe-se, como já citado, que a quinase Akt regula positivamente o transporte de glicose no adipócito, mas outras quinases parecem atenuar a sensibilidade à insulina através da regulação negativa (inibição) da via de sinalização desse hormônio. O tratamento de adipócitos com o fator de necrose tumoral alfa (TNF $\alpha$ ), por exemplo, leva à ativação de duas quinases: JNK (que fosforila e ativa o fator de transcrição c-jun) e IKK $\beta$  (que ativa outro fator de transcrição, NF $\kappa$ B, através da fosforilação e da degradação do I $\kappa$ B, um inibidor desse fator de transcrição). Quando ativadas, JNK e IKK $\beta$  também são capazes de promover a fosforilação do substrato do receptor de insulina (IRS), mas nesse caso os grupos fosfato se ligam a resíduos do aminoácido serina no IRS, e a função da molécula é inibida – ao contrário do que ocorre quando essa fosforilação é induzida pelo receptor de insulina situado na membrana celular.

Além disso, o TNF $\alpha$  também é capaz de atenuar a sensibilidade à insulina do adipócito através da regulação negativa da expressão do transportador de glicose (Glut4) e de fatores envolvidos na transcrição de genes, como o PPAR $\gamma$  (do inglês receptor ativado por proliferadores do peroxisoma- $\gamma$ ) e o C/EBP $\alpha$  (do inglês proteína ligadora ao amplificador CCAAT). Esses fatores de transcrição exercem um papel-chave ▶

no metabolismo de lipídios e glicídios no adipócito. Portanto, a identificação de outras quinases relevantes na modulação da sinalização da insulina poderia levar à descoberta de possíveis alvos para drogas destinadas a tratar o diabetes.

Mas quais as quinases expressas no adipócito? Para obter a resposta usamos a técnica denominada *chip* de DNA (ou *microarray*), capaz de detectar a expressão de genes em uma célula. Nessa técnica, trechos do DNA de um organismo são ‘colados’ (por um robô, em uma ordem predefinida, que pode ser identificada por um programa de computador) em uma lâmina de vidro para microscópio, que comporta até 30 mil pedaços. Paralelamente, RNAs mensageiros dos adipócitos são extraídos e, em seguida, ligados a pequenos segmentos fluorescentes, com cores variadas. Cada RNA, ao ser colocado na lâmina, reconhece seu DNA complementar e une-se a ele (processo denominado hibridação), levando o trecho fluorescente. Um leitor *laser* detecta então esse trecho, o que permite identificar, com base nas cores, os genes expressos no adipócito.

Com a ajuda do *chip* de DNA, identificamos 209 diferentes proteínas quinases expressadas nos adipócitos em cultura. Pequenos RNAs de interferência, cada qual desenhado para reconhecer e degradar um RNA mensageiro específico, que carrega a infor-

mação para a produção de uma quinase diferente, foram então introduzidos em um pequeno volume de adipócitos em cultura (cinco vezes menor que o usual). A introdução desses RNAs permitiu analisar a função de centenas de genes em tempo relativamente curto. Os adipócitos transfectados com cada RNA de interferência foram então semeados nas placas com 96 poços, e 72 horas depois examinamos os efeitos dos silenciamentos de diferentes proteínas quinases (1) no transporte de glicose, (2) na expressão do Glut4 e (3) na ativação da proteína Akt pela insulina.

Os resultados foram animadores: identificamos seis quinases que modulam o transporte de glicose, uma aparentemente atuando como regulador positivo e as demais como reguladores negativos do processo (figura 3). Uma etapa importante nesse estágio da pesquisa foi confirmar se, de fato, cada RNA de interferência estava inativando seu RNA mensageiro-alvo e, assim, atenuando a expressão da respectiva proteína quinase no adipócito. Partimos então para examinar (através da técnica de silenciamento) os níveis de mRNA que codificam cada uma das quinases identificadas como moduladoras do transporte de glicose. Como era esperado, o nível de cada mRNA (e da respectiva quinase) mostrou drástica redução quando as células foram transfectadas com o RNA de interferência correspondente. Tais resultados vali-

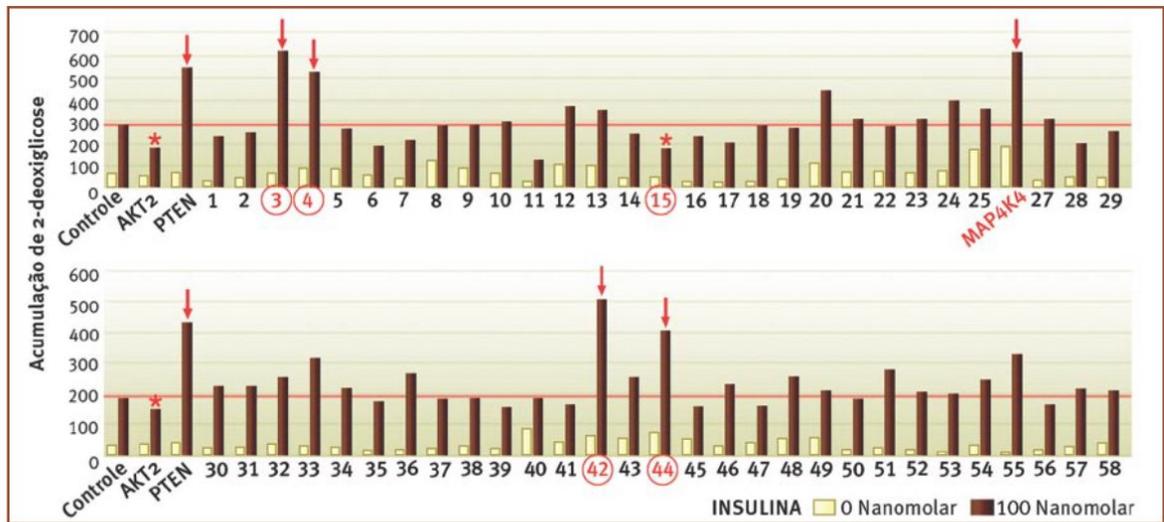


Figura 3. Uso do rastreamento com RNAs de interferência para identificar proteínas quinases que modulam a ação da insulina sobre o transporte de glicose em células adiposas em cultura. Dois grupos de células foram transfectadas com RNAs incapazes de degradar qualquer RNA mensageiro (grupo-controle) ou com RNAs de interferência para silenciar reguladores do transporte de glicose (como as proteínas Akt e PTEN) e diferentes proteínas quinases expressadas nessas células (indicadas pelos números de 1 a 58 no eixo horizontal). Após a transfecção, as células foram colocadas em placas contendo 96 poços e incubadas por 72 horas para permitir o silenciamento dos genes. Em seguida, por 30 minutos, um grupo foi colocado em contato com insulina (barras escuras) e o outro não (barras claras). O transporte de glicose nas células foi medido através da adição de glicose radioativa, marcada com trítio (<sup>3</sup>H-deoxiglicose). As barras verticais mostram a quantidade de glicose que as células acumularam, após curto período de incubação, e nota-se que o tratamento com insulina (barras escuras) aumentou o transporte de glicose. Os números em vermelho indicam proteínas quinases cujo silenciamento induz o aumento (setas) ou a redução (asteriscos) do transporte de glicose estimulado pela insulina. A medição do transporte de glicose nas células em que a quinase silenciada foi a Map4K4 (em vermelho, entre os números 25 e 27) mostrou que nesse caso aumentou o transporte de glicose pela insulina

daram nossas observações iniciais sobre a regulação do transporte de glicose através do silenciamento das proteínas quinases.

## Map4K4: uma proteína inibidora

Entre os reguladores negativos identificados, caracterizamos uma proteína pertencente à família das quinases ativadas por mitógenos (MapK), conhecida pela sigla Map4K4, por ser uma proteína Map quinase, que atua em uma cascata de fosforilação e ativação de outras 3Map quinases. A questão principal, nesse estágio da pesquisa, foi determinar como essa quinase modularia o transporte de glicose. Pelo menos três etapas na seqüência de sinalização da insulina (apresentada na figura 1) levam à estimulação do transporte de glicose e poderiam estar sendo moduladas pela Map4K4: (1) a ativação da quinase Akt, (2) o tráfego de vesículas contendo Glut4 da região próxima ao núcleo para a superfície do adipócito e (3) a expressão do transportador Glut4 nessas células.

Testamos, então, qual dessas etapas seria alterada com o silenciamento do mRNA da Map4K4 (impedindo sua produção). Não detectamos, nos adipócitos com esse gene silenciado, alterações na ativação da quinase Akt e no tráfego de Glut4 para a superfície da célula, em resposta à insulina, mas observamos um aumento significativo da expressão do Glut4 nessas células. Tanto os níveis de mRNA que codificam o Glut4 quanto os níveis desse transportador de glicose foram maiores, quando comparados com os níveis dessas moléculas em células-controle (células transfectadas com outros RNAs de interferência, incapazes de reconhecer e induzir a degradação de qualquer mRNA na célula). Esse resultado sugeriu que a expressão aumentada do transportador Glut4 provavelmente explicaria o aumento do transporte de glicose observado após o silenciamento da Map4K4. Isso é consistente com a hipótese de que a Map4K4 funciona como um regulador negativo da ação da insulina sobre o Glut4, através da modulação da expressão desse transportador.

Outro aspecto observado foi o de que os adipócitos que não expressavam a Map4K4 também apresentavam aumento na capacidade de sintetizar triglicerídeos. Esses resultados sugeriram que a Map4K4 talvez pudesse regular a atividade ou a expressão de fatores de transcrição que modulam tanto a expressão do Glut4 quanto o metabolismo de lipídios no adipócito. De fato, para nossa surpresa, o silenciamento da Map4K4 no adipócito aumentou significativamente a abundância de C/EBP $\alpha$  e PPAR $\gamma$ , dois fatores de transcrição que desempenham um

papel-chave no controle tanto do metabolismo de lipídios e glicídios quanto da sensibilidade à insulina e da expressão do Glut4 no adipócito. Em conjunto, esses dados indicam que a Map4K4 atenua a sensibilidade do adipócito à insulina, através da supressão da expressão dos fatores de transcrição C/EBP $\alpha$  e PPAR $\gamma$  e também do transportador Glut4.

Esses resultados nos encorajaram a testar também se a Map4K4 poderia atuar no adipócito como um mediador de fatores que causam resistência à insulina, por meio da diminuição da expressão de Glut4, PPAR $\gamma$  e C/EBP $\alpha$ . Sabe-se que o fator de necrose tumoral TNF $\alpha$  é um potente regulador negativo da expressão dessas moléculas no adipócito, além de poder ativar diferentes quinases do tipo Map. Por isso, examinamos em seguida se a expressão da Map4K4 em adipócitos era de alguma forma regulada pelo TNF $\alpha$ . Como esperado, o tratamento de adipócitos em cultura com TNF $\alpha$  durante 24 horas reduziu de forma drástica a expressão de Glut4, PPAR $\gamma$  e C/EBP $\alpha$ .

Surgiu, no entanto, um resultado surpreendente: esse tratamento aumentou em torno de três a quatro vezes a expressão da Map4K4 nos adipócitos (figura 4A). Esses achados são consistentes com a possibilidade de a Map4K4 exercer um papel importante durante a sinalização do TNF $\alpha$  no adipócito. De fato, quando silenciamos a Map4K4 antes de tratar as células com TNF $\alpha$  observamos uma redução do bloqueio da expressão do Glut4 mediada por esse fator. Portanto, a inativação da Map4K4 deu à célula uma 'proteção' parcial contra os efeitos danosos causados pelo TNF $\alpha$  (figura 4B). Isso sugere que o TNF $\alpha$  precisa da Map4K4 para agir no adipócito. Em conjunto, esses dados demonstram que uma conhecida citocina (o TNF $\alpha$ ) implicada na resistência à insulina associada com a obesidade parece exercer parte de seus efeitos (de atenuação da ação desse hormônio) no adipócito através da quinase Map4K4. Com base nessas descobertas, estamos propondo um modelo no qual a quinase Map4K4 tem sua expressão aumentada quando os adipócitos são expostos ao TNF $\alpha$ . Por sua vez, a Map4K4 atua inibindo a expressão do transportador Glut4 e dos fatores de transcrição PPAR $\gamma$  e C/EBP $\alpha$  (figura 4C).

No momento, estamos investigando que substratos e elementos são regulados por essa quinase e quais deles poderiam regular a expressão de genes ligados ao transporte e ao metabolismo de glicídios e lipídios no adipócito. Outra questão importante é saber qual a contribuição da Map4K4 para a manutenção dos níveis normais de glicose no corpo. Experimentos destinados a nocautear o gene que codifica a Map4K4 no tecido adiposo também estão em andamento em nosso laboratório e nossa expectativa é que, em um futuro próximo, saberemos a resposta para essa questão. ▶

SUGESTÕES PARA LEITURA

BOSE, A.; GUILHERME, A. e outros. 'Glucose transporter recycling in response to insulin is facilitated by myosin Myo1c', in *Nature*, v. 420(6.917), p. 821, 2002.

SALTIEL, A. R. & KAHN, C.R. 'Insulin signalling and the regulation of glucose and lipid metabolism', in *Nature*, v. 414(6.865), p. 799, 2001.

TANG, X.; GUILHERME, A. e outros. 'An RNA interference-based screen identifies MAP4K4/NIK as a negative regulator of PPARgamma, adipogenesis, and insulin-responsive hexose transport', in *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v. 103(7), p. 2.087, 2006.

TANG, X.; POWELKA, A. M. e outros. 'PTEN, but not SHIP2, suppresses insulin signaling through the phosphatidylinositol 3-kinase/Akt pathway in 3T3-L1 adipocytes', in *Journal of Biological Chemistry*, v. 280(23), p. 22.523, 2005.

ZHOU, Q. L., PARK, J. G. e outros. 'Analysis of insulin signalling by RNAi-based gene silencing', in *Biochemical Society Transactions*, v. 32(5), p. 817, 2005.

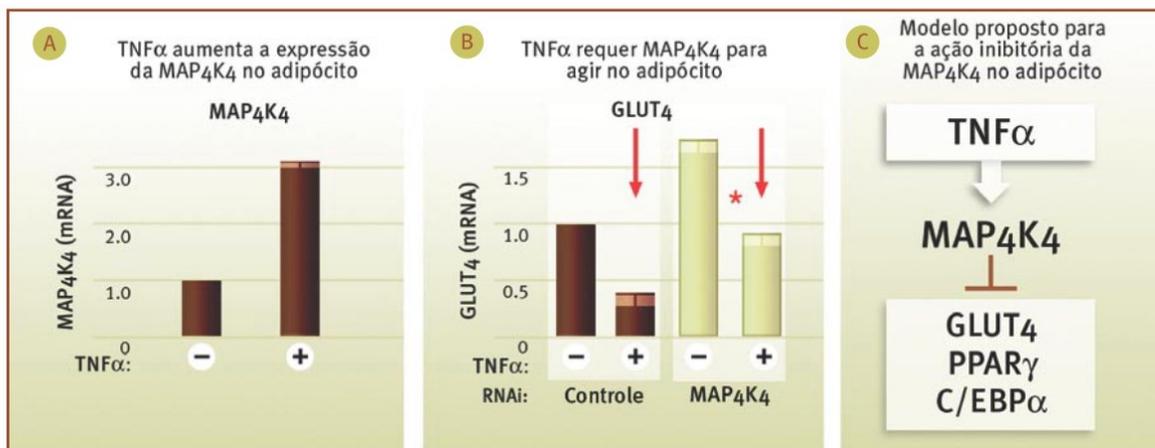


Figura 4. Outros ensaios mostraram que a quinase Map4K4 participa da ação inibitória do fator de necrose tumoral alfa (TNF $\alpha$ ) sobre as células adiposas. No experimento, células adiposas (gráfico A) foram incubadas sem TNF $\alpha$  (coluna com sinal negativo) ou com essa molécula (coluna com sinal positivo). Em seguida, extraiu-se o RNA total das células e determinou-se (através da análise de reação em cadeia da polimerase, ou PCR, em tempo real) a abundância relativa do RNA mensageiro que codifica a Map4K4. Os resultados indicaram que o tratamento com TNF $\alpha$  aumentou a expressão da Map4K4. Constatou-se, ainda, que a presença da quinase Map4K4 (gráfico B) é necessária para a ação inibitória do TNF $\alpha$  sobre a expressão do transportador de glicose GLUT4. Nesse caso, as células foram transfectadas (barras escuras) ou não (barras claras) com RNA de interferência para silenciar a Map4K4 e depois incubadas com TNF $\alpha$  (colunas com sinal positivo) ou sem essa molécula (colunas com sinal negativo). Extraiu-se então o RNA total das células e determinou-se (com a PCR) a abundância relativa do RNA mensageiro que codifica o GLUT4, o que permitiu constatar que o silenciamento da Map4K4 não só aumenta a expressão de GLUT4, mas também ‘atenua’ o efeito inibitório do TNF $\alpha$  sobre essa expressão (compare as barras indicadas pelas setas). O quadro C ilustra o modelo proposto para explicar o papel da quinase Map4K4 como regulador negativo da expressão dos fatores de transcrição C/EBP $\alpha$ , PPAR $\gamma$  e do GLUT4 nas células adiposas

## Uma técnica inovadora e útil

O diabetes tipo 2 (sem exigência de administração de insulina exógena) é uma doença crônica que, quando não tratada, causa várias complicações e apresenta alto índice de mortalidade. A obesidade parece ser um dos principais fatores de risco dessa doença. Isso sugere que o mau funcionamento do tecido adiposo leva a uma desregulação dos níveis de glicose, típica do diabetes. De fato, o metabolismo de lipídios e glicídios no tecido adiposo, bem como a secreção de várias moléculas que modulam a sensibilidade à insulina nos tecidos periféricos, parecem exercer um papel importante na manutenção do controle glicêmico. Assim, a identificação de moléculas que participam da via de sinalização da insulina permitirá compreender melhor o mecanismo bioquímico responsável pelo controle dos níveis de glicose e também as possíveis causas das falhas desse processo, como acontece no diabetes.

As drogas ‘antidiabetes’ disponíveis no momento, embora bastante eficientes, ainda apresentam algumas limitações e efeitos colaterais indesejáveis. As chamadas glitazonas, que melhoram a sensibilidade à insulina, são com frequência prescritas para

pacientes com diabetes tipo 2 nos Estados Unidos e na Europa, embora apresentem efeitos colaterais como ganho de peso e edema. Assim, o consenso é que a identificação de possíveis alvos moleculares para novas drogas antidiabetes, principalmente as que atenuem a resistência à insulina, é uma tarefa importante. Usando uma nova técnica para silenciar genes em larga escala, identificamos novos moduladores da ação da insulina sobre o transporte e o metabolismo da glicose no adipócito e estudamos em especial a atuação da quinase Map4K4. Os resultados sugerem que essa proteína seja um potencial alvo para novas drogas.

Nossas pesquisas demonstram o potencial dessa nova técnica para identificar moduladores da sinalização da insulina em adipócitos, em tempo relativamente curto, se comparado às técnicas convencionais de desestruturação de genes ou no-culte. Acreditamos que essa metodologia possa ter um impacto positivo na busca de alvos ainda desconhecidos para potenciais drogas destinadas a tratar o diabetes. Uma investigação mais detalhada sobre a relevância dos genes, identificados em nossas pesquisas, no controle dos níveis corporais de glicose permitirá validar esse novo método como uma ferramenta útil na busca de moduladores dos processos que ocorrem no tecido adiposo. ■

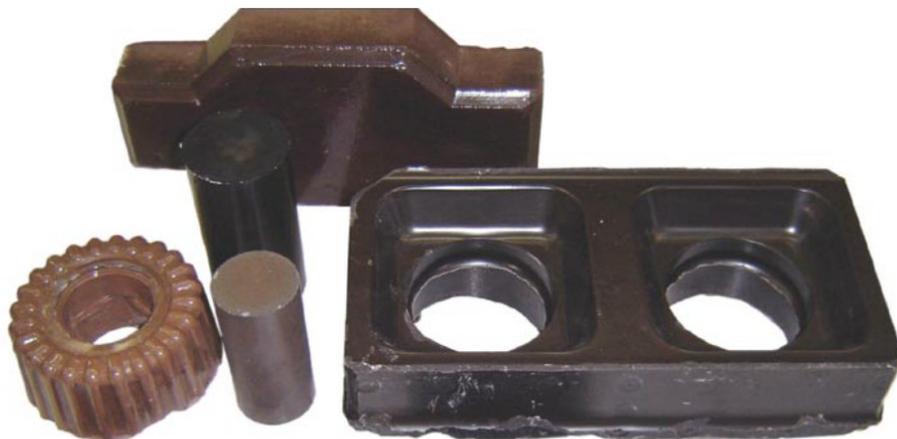
# Tijolo ecológico

FOTO DE LILIANA FAY

**C**onstruir a casa própria contribuindo para o bem-estar do meio ambiente pode ser uma realidade no futuro próximo graças a um tijolo 'ecológico' feito a partir de resíduos siderúrgicos e petroquímicos. Desenvolvido no Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), o material é tão resistente quanto o de outros tijolos, endurece rápido e impede que os metais pesados presentes nos rejeitos industriais contaminem a natureza. Além disso, apresenta um novo formato, que permite o encaixe dos tijolos sem o uso de argamassa.

A tecnologia para se fazer tijolos 'ecológicos' existe desde a década de 1940 e consiste em usar cimento, em vez da queima (ou sinterização), para estabilizar o material. Outra diferença é que o solo empregado contém mais areia do que argila, ao contrário daquele utilizado no tijolo cerâmico. Essa pesquisa ganhou impulso no Brasil 30 anos depois, com o investimento do Banco Nacional da Habitação (BNH). "A extinção desse órgão interrompeu os trabalhos", conta a arquiteta Liliana Fay, cujo doutorado, defendido em 2006, resultou na nova abordagem para a confecção do tijolo.

Ela procurou alternativas para aprimorar a composição da cerâmica, analisando resíduos siderúrgicos e petroquímicos, como a ferrugem formada nos processos de laminação e lingotamento do aço, a poeira filtrada nas chaminés das indústrias e a zeólita, substância que sobra do craqueamento do petróleo quando são extraídos os seus derivados. Outras opções



incluem rejeitos do desmonte de operações de mineração, bem como resíduos ricos em óxidos de ferro. Esses compostos, quando misturados e agregados. Para a reação de estabilização, ela recorreu ao ácido fosfórico. "Embora ainda não tenhamos completado todos os testes, já podemos dizer que essa nova cerâmica tem muitas vantagens", observa a arquiteta.

Em termos de resistência, o novo tijolo é tão forte quanto seu equivalente de cimento. A característica de endurecimento rápido surpreendeu até Fay, que revelou que no início o enrijecimento era instantâneo. "Para evitar isso, adicionei uma substância retardante à mistura", conta. Assim, o tijolo pode ser usado de três a quatro horas após a mistura, que é feita à temperatura ambiente em moldes plásticos. A resistência final é adquirida após três dias. Esses valores contrastam bastante com aqueles da versão de cimento, que fica pronta para uso apenas depois de sete dias e só atinge resistência máxima com 28 dias. Além disso, o processo de fabricação não necessita de cura úmida, a constante

adição de água requerida pelo cimento. Fay acrescentou ainda um sistema de encaixe aos tijolos que usa uma morfologia tipo macho-fêmea e dispensa a argamassa de assentamento, desenvolvido por ela durante o curso de mestrado. "Na alvenaria de tijolos de solo-cimento, havia problemas de rachadura devido a diferenças de contração entre os tijolos e a argamassa", explica a arquiteta.

Entre os problemas encontrados, Fay destaca o alto preço do ácido fosfórico, mas afirma que há substitutos mais baratos. Como ainda faltam alguns testes, a arquiteta não pode dizer qual o desempenho do novo material em termos de condutividade térmica e absorção de água. Ela ressalta que, mesmo que esses resultados venham a mostrar que o uso como tijolo não é apropriado, há outras possibilidades: "Não há uma aplicação específica para essa cerâmica. Ela pode ser empregada em pisos, azulejos, refratários e até em dormentes para estradas de ferro", afirma.

**Fred Furtado**  
*Ciência Hoje/RJ*

A nova cerâmica pode ser utilizada em pisos e azulejos e para a fabricação de tijolos

# Neurônios desligados

O desligamento dos neurônios da rede em que estão conectados pode ser uma das causas envolvidas nos surtos de esclerose múltipla – doença caracterizada pela ocorrência periódica de paralisções parciais do sistema nervoso, segundo revela pesquisa realizada na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Até o momento acreditava-se que as ‘panes’ eram provocadas pela destruição da bainha de mielina (substância lipídica que cobre alguns tipos de neurônios) pelo sistema imunológico do organismo. Com esse estudo, porém, verificou-se que a desmielinização não é a única causa da inatividade dessas células.

Segundo o biólogo Alexandre Oliveira, do Instituto de Biologia da Unicamp, entender o mecanismo que provoca os surtos abre uma perspectiva interessante para o desenvolvimento de medicamentos de intervenção. Os surtos são causados por uma reação das células do sistema imunológico contra a bainha de mielina presente nos neurônios – que passam a atacá-la como se ela fosse um agente externo –, o que provoca uma inflamação no tecido cerebral. “Durante o período de máxima inflamação, as sinapses são desligadas. Até as dos neurônios não mielinizados. É uma estratégia de sobrevivência da célula: ela se desconecta da rede durante o tempo em que está sofrendo uma lesão. Mas não sabemos por que alguns pontos da rede são desligados e outros não. Nossa hipótese é que o neurônio tem que fazer o mínimo necessário de conexões durante os surtos, para ser religado posteriormente”, ex-

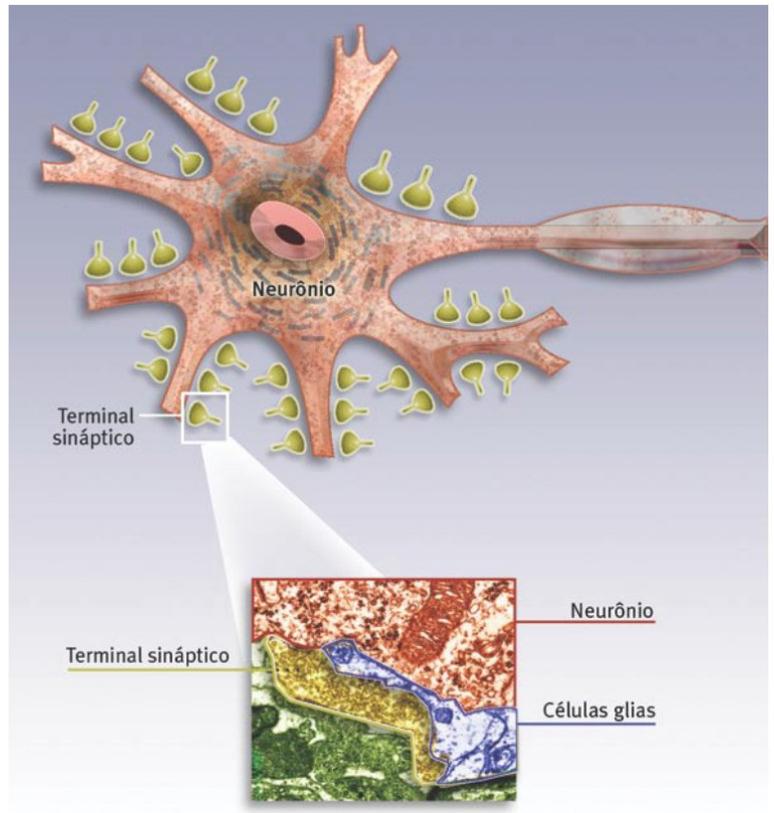


IMAGEM CEDIDA POR ALEXANDRE OLIVEIRA

Durante os surtos de esclerose múltipla, os neurônios eliminam diversas sinapses, provavelmente como estratégia de sobrevivência

plica Oliveira, orientador de Karina Brito Marques, que desenvolveu a pesquisa como parte de sua tese de doutorado.

A bainha de mielina afeta o funcionamento dos neurônios, mas não é fundamental. “Fizemos um experimento induzindo a falta de mielina, sem a presença de inflamação, e concluímos que não houve uma perda sináptica tão evidente quanto na presença de quadro inflamatório”, esclarece. Como o desligamento dos neurônios é resultado da resposta imunológica (inflamação), provavelmente esse fator é tão importante quanto a falta de mielina na

paralisação do sistema nervoso.

Para investigar o mecanismo de inflamação, os pesquisadores induziram, em cobaias, uma situação parecida com a que ocorre na doença. O modelo que eles utilizaram é monofásico, ou seja, o animal sofre um surto muito forte, mas depois se recupera. A bióloga Leonilda dos Santos, que também participa da pesquisa, revela que novos experimentos já estão sendo feitos com a aplicação de um modelo mais próximo à forma da doença em humanos: o modelo remitente/recorrente, caracterizado pela ocorrência de vários surtos em um período.

## Controle da doença

A esclerose múltipla não tem cura e atinge, em sua maioria, pessoas entre 20 e 40 anos. Há medicamentos para prevenir a ocorrência dos surtos, mas não existe nenhuma medicação eficiente para reverter totalmente a inflamação do sistema nervoso quando ela acontece. A falta de comunicação entre os neurônios, decorrente desse quadro inflamatório, provoca sintomas como incapacidade motora, formigamento e perda temporária de visão. A cada surto, há uma inflamação mais forte e o paciente perde capacidade neurológica, em maior ou menor escala. “Por isso a tendência é piorar com o decorrer dos acessos. Se conseguíssemos controlar as perdas sinápticas durante os surtos, poderíamos retardar os danos causados pela doença”, diz Oliveira.

Embora o estudo da Unicamp – financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) – tenha contribuído para a compreensão dos surtos, a causa da doença ainda é uma incógnita. Não se sabe por que o sistema imunológico ataca a bainha de mielina presente nas células nervosas. “A comunidade científica acredita que a bagagem genética do indivíduo, assim como a sua interação com o ambiente, têm importante participação na gênese da doença”, observa Leonilda dos Santos. Além disso, há um consenso de que as infecções bacterianas ou virais podem contribuir para o seu aparecimento. “Há alguns grupos de pesquisa empenhados em verificar o papel dos vírus da família Herpesviridae (vírus que provocam herpes) na deflagração da doença”, comenta a bióloga.

**Franciane Lovati**

*Ciência Hoje/RJ*

A partir da memória de idosos, a língua puruborá, que pertence à família Tupi, está sendo recuperada por pesquisadora do Museu Goeldi



FOTO DE DENNY MOORE

LINGÜÍSTICA

## VOCABULÁRIO RECUPERADO

Após décadas sem registros de falantes, a língua puruborá está sendo resgatada. Das quatro únicas pessoas vivas que ainda recordam o idioma, somente duas conseguem lembrá-la com mais precisão e colaboram com um estudo realizado pela lingüista Ana Vilacy Galucio, do Museu Paraense Emílio Goeldi, que tem como objetivo recuperar essa língua indígena praticamente extinta. O resultado é a publicação de um dicionário ilustrado com o vocabulário puruborá-português.

O povo Puruborá, cuja língua pertence à família Tupi, habita o estado de Rondônia e conta com cerca de 300 integrantes. Até 1949, os representantes da etnia viviam próximos e podiam praticar o idioma. No entanto, após uma série de eventos – como a invasão do posto indígena e a saída dos puruborás em busca de trabalho e melhores condições de vida – que culminaram, na década de 1980, com o não reconhecimento desse povo por parte da Fundação Nacional do Índio (Funai) como tradicionalmente indígena, a língua se perdeu. “Os puruborás se espalharam e esse fato, aliado a casamentos com pessoas que não pertenciam à etnia, além

do preconceito que muitas vezes enfrentavam, fez com que deixassem de usar a língua”, explica Galucio.

O trabalho de resgate começou em 2001 quando idosos que recordavam as palavras puruborás foram contatados. “Embora não possuam fluência na língua, eles lembram de muitas palavras e algumas frases”, conta a lingüista, que compara os dados recolhidos com uma lista de cerca de 300 palavras feita em 1932 por um pesquisador alemão e com outra lista de poucas palavras feita na década de 1970.

A pesquisa despertou o interesse dos jovens puruborás, que hoje querem aprender a língua a partir do que os cientistas descobriram. Além disso, está em andamento um trabalho de resgate de documentos, que ajudará na confirmação da existência desse povo e no reconhecimento e demarcação de suas terras. A Funai-PPTAL (Projeto Integrado de Proteção às Populações e Terras Indígenas da Amazônia Legal) lançou em 2006 um edital para contratar um antropólogo para realizar um laudo a respeito da reivindicação da área indígena puruborá pelos remanescentes do grupo.

**TUDO SOBRE HEPATITE** • Os portadores de hepatite e os interessados em conhecer melhor a doença têm à sua disposição um novo sítio na internet. A página [www.hepatites.com.br](http://www.hepatites.com.br) traz informações sobre os diferentes tipos da doença, fórum de dúvidas, contato com especialistas e grupos de apoio, além de uma seção onde o paciente pode contar sua história. A hepatite é uma inflamação do fígado e pode surgir por diversos motivos, desde infecção por vírus e bactérias até reações auto-imunes. No Brasil, cerca de 5 milhões de pessoas são portadoras da doença.

# Laços mais estreitos

Quase um terço dos artigos científicos produzidos no Brasil são fruto de colaborações com pesquisadores estrangeiros. O impacto desses trabalhos na comunidade científica é maior do que o dos realizados apenas por pesquisadores nacionais – de 1994 a 2003, mais de 80% dos estudos com 100 citações ou mais resultam de cooperação internacional. Contudo, essa interação ocorre principalmente com os Estados Unidos e países europeus. Apesar da proximidade geográfica e cultural com as nações latino-americanas e caribenhas, no campo da ciência a distância é grande. A Argentina, o maior colaborador do país na América Latina, só está presente em aproximadamente 6% dos trabalhos desenvolvidos aqui. Discutir maneiras de mudar essa situação foi um dos objetivos do simpósio ‘Cooperação Científica Brasil, América Latina e Caribe’, realizado no Rio de Janeiro de 24 a 26 de janeiro e organizado pela Academia Brasileira de Ciências (ABC) e pela Academia de Ciências para o Mundo em Desenvolvimento (TWAS, na sigla em inglês).

Na opinião do presidente da ABC, o médico Eduardo Moacyr Krieger, o intercâmbio entre os países latino-americanos e caribenhos deve ser intensificado. “É importante ter uma pesquisa nacional independente, mas também é necessário aproveitar as oportunidades de troca e complementação de conhecimento”, declarou. Para ele e outros representantes da comunidade científica presentes no encontro, a intensificação das colaborações requer, além do



intercâmbio regular entre os pesquisadores, a articulação maior dos cientistas com o governo para projetos de caráter institucional. “Temos que definir áreas, indicar pesquisadores e apresentar projetos mais sistêmicos com o compromisso de financiamento dos países envolvidos. Em suma, temos que montar o sistema de colaboração”, explicou Krieger. Em sua opinião, sem o diálogo das lideranças científicas com o governo, essa iniciativa fica dispersa e sem garantia de continuidade.

O ministro da Ciência e Tecnologia, o físico Sérgio Rezende, ressaltou que já existem recursos disponíveis para a cooperação internacional, como o Programa Sul-americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia (Prosul), criado pelo ministério e operado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por meio de editais. O Prosul conta com um orçamento de R\$ 3 milhões, em 2007, para promover encontros, intercâmbio de pesquisadores e, futuramente, projetos

científicos no âmbito da América do Sul. Segundo Rezende, o que falta para cada ação são gerentes de programa. “Sem gerenciamento, fica mais difícil definir claramente os objetivos”, observou.

O matemático Jacob Palis, presidente da TWAS, concorda em boa parte com o ministro. “É preciso fortalecer e ampliar os mecanismos existentes, mas também é necessário ter novas iniciativas que complementem os instrumentos atuais”, afirmou. Além do Prosul, ele citou as bolsas que o CNPq e a TWAS oferecem em conjunto para alunos de doutorado, pós-doutores e pesquisadores visitantes como exemplos da primeira situação; e um acordo de cooperação com o México a ser assinado entre as academias de ciências de cada país, com o apoio do MCT, como exemplo da segunda. Palis chamou a atenção também para a acolhida aos estudantes estrangeiros que vêm ao Brasil. Para o matemático, é preciso tratá-los de maneira mais amigável e facilitar sua estada no país. “Podem-se

oferecer cursos de português para que eles dominem a língua mais depressa”, disse. Ele sugeriu ainda que outros países, como o México e o Chile, criem programas semelhantes de fomento.

Nos demais países da América Latina, o cenário é similar ao do Brasil, de acordo com os representantes do Chile, Peru, Venezuela, México e Cuba. O matemático venezuelano Carlos Di Prisco, do Instituto Venezuelano de Pesquisas Científicas (Ivic), contou que a cooperação internacional dos pesquisadores do seu país é pequena e ocorre principalmente com o hemisfério Norte. A parceria com o Brasil, por exemplo, só resulta em 5% dos trabalhos colaborativos. “Precisamos de mais esforços nessa área, pois não estamos aproveitando nem as similaridades culturais nem a proximidade geográfica. Há muitos benefícios para ambos os países nessa interação”, declarou Di Prisco.

Já a astrônoma mexicana Silvia Peimbert, da Universidade Nacional Autônoma do México, lembrou que o Brasil é visto com respeito nas outras nações latino-americanas graças ao seu programa de bolsas, que traz cientistas estrangeiros para trabalhar aqui. “Se o pesquisador fica, vocês ganham uma mão-de-obra qualificada, se ele retorna para seu país de origem, funciona como uma espécie de embaixador. Não há como perder”, observou. Ela acredita que, para estimular o intercâmbio, os países poderiam ser mais generosos com suas instalações e seus equipamentos únicos, como o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), em Campinas (SP), ou o Grande Telescópio Milimétrico mexicano, permitindo visitas de um ou dois meses. “Temos que ser mais criativos e menos individualistas”, concluiu.

**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ

## ORNITOLOGIA

**REDESCOBERTA AVE RARA EM SÃO PAULO**

O caboclinho-de-são-paulo foi redescoberto nos arredores de Mogi das Cruzes (SP). A ave rara, conhecida por apenas cinco exemplares depositados em museus do Brasil e de Viena, na Áustria, teve seu último registro em 1901.

O observador de aves Luiz Fernando Figueiredo, da organização não-governamental Centro de Estudos Ornitológicos (CEO), conta a história da redescoberta. “O publicitário Antonio Wu, que montava um livro sobre as aves de Mogi das Cruzes, conseguiu fotografar o caboclinho, mas não sabia que se tratava daquela ave rara. Ao procurar o CEO para fazer a revisão técnica do livro, membros dessa entidade notaram que poderia tratar-se do caboclinho-de-são-paulo, o que foi confirmado pelo ornitólogo Luis Fábio Silveira, do Departamento de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP), que já andava à procura da ave nessa região há um bom tempo.

Contatado por Figueiredo, Silveira reuniu a equipe de seu laboratório e foi em busca do pássaro. Encontraram um casal que recebeu um anel identificador, permitindo acompanhar seus deslocamentos. Os pesquisadores acreditam que a ave seja migratória – a rota ainda é desconhecida – e que os espécimes se encontrem em São Paulo, no verão, para reprodução. O acompanhamento do casal trará novas informações.

Mas por que o caboclinho-de-são-paulo (*Sporophila bouvreuil saturata*) sumira por tanto tempo? Segundo Figueiredo, são várias os motivos. Um deles seria a falta de pesquisas em áreas próximas a locais muito urbanizados. “Talvez a procura não tenha sido suficiente. Mas o mais provável é que o desaparecimento seja consequência da perda de habitat. Essa ave habita as várzeas dos rios, como o Tietê, e esse tipo de ambiente, em São Paulo, foi muito reduzido devido ao crescimento urbano. Além disso, os caboclinhos, e não só o caboclinho-de-são-paulo, são muito apreciados para gaiolas, o que deve ter contribuído para seu desaparecimento na natureza”, conclui.



FOTO DE ÉRIKA MACHADO

**BRASIL COMO MODELO** • O Banco de Leite Humano do Instituto Fernandes Figueira (IFF), unidade da Fundação Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, servirá de modelo para a implantação de uma rede mundial de bancos de leite humano (BLH). Os pesquisadores da instituição darão apoio técnico para que países como Itália, Portugal e Espanha montem seus próprios BLH. Fundado em 1943, o banco do IFF foi o primeiro do país a coletar e distribuir leite materno e inspirou a criação da Rede Brasileira de BLH, uma parceria com o Ministério da Saúde. A iniciativa já está em expansão pela América Latina e é reconhecida pela Organização Mundial da Saúde como a estratégia de baixo custo e impacto social elevado que mais contribui para a redução da mortalidade infantil.



FOTO DE CARIN ARAUJO/SXC.HU

# Túneis do Rio de Janeiro analisados

**A** camada de fuligem acumulada nos túneis da cidade do Rio de Janeiro contém em sua composição substâncias tóxicas que, apesar de fixadas às paredes, podem representar ameaça tanto à saúde dos trabalhadores que fazem a limpeza do local quanto ao ambiente, caso o resíduo da lavagem das paredes não seja descartado corretamente. A boa notícia é que os riscos para os motoristas que trafegam por eles são considerados baixos, pois o tempo de permanência nos túneis normalmente é curto e as concentrações dessas substâncias no ar são menores.

Em pesquisa coordenada pelo químico Thomas Manfred Krauss,

da Fundação Oswaldo Cruz, foi coletada a fuligem presa às paredes internas dos principais túneis da cidade para poder avaliar a concentração de dioxinas por metro quadrado de parede. A partir dessas medições, a equipe de Krauss estimou a quantidade absoluta de dioxinas depositada na extensão total de cada túnel. Para isso, foram estabelecidas três premissas: a) a concentração é distribuída de forma homogênea pelo túnel inteiro; b) a forma do túnel corresponde à metade de um cilindro regular; e c) a concentração é igual nas duas partes (as vias de ida e volta) que compõem o túnel.

O grupo das dioxinas abriga

210 moléculas, sendo 17 delas tóxicas para o ser humano. Essas substâncias não têm aplicação industrial e são, na verdade, resíduos de processos da indústria química que envolvem cloro, ou resíduos de processos térmicos, como a incineração do lixo doméstico, hospitalar e industrial, e da combustão de gasolina.

Os resultados do estudo conduzido pela Fiocruz mostraram que o túnel Rebouças, que liga a Lagoa Rodrigo de Freitas aos bairros do Cosme Velho e Rio Comprido, é o mais contaminado, com 25,8 nanogramas Equivalentes Tóxicos Internacionais (ng EQT-I) de dioxina por metro quadrado (m<sup>2</sup>). Em seguida estão o túnel Zuzu Angel (na auto-estrada Lagoa-Barra) com 4,06 ng EQT-I/m<sup>2</sup> e o túnel Santa Bárbara (que conecta o Centro à Laranjeiras) com 0,6 ng EQT-I/m<sup>2</sup>. O sistema de equivalentes tóxicos é utilizado para correlacionar a toxicidade dos diversos compostos do grupo das dioxinas com aquela considerada mais tóxica, a 2,3,7,8-tetraclorodibenzoparadióxina, tomada como valor 1. “Percebe-se, portanto, que o Rebouças está bastante contaminado”, afirma Krauss.

A contaminação das paredes dos túneis é resultado da combustão da gasolina. “Apesar de cada carro liberar pouca quantidade de dioxinas, o grande número de veículos resulta em maiores concentrações dessas substâncias”, explica o químico. “Mesmo que os riscos para os motoristas sejam considerados baixos, reco-

O túnel Rebouças é o que mais retém substâncias tóxicas em suas paredes



FOTO THOMAS M. KRAUSS



As amostras de fuligem coletadas nas paredes dos principais túneis cariocas apontaram o Rebouças como o que apresenta maior concentração de dioxinas

menda-se que eles atravessem os túneis sempre de vidros fechados e com o ar na circulação interna, não só por causa das dioxinas, mas principalmente de outras substâncias presentes ali, como o monóxido de carbono.”

### As perigosas dioxinas

A forma mais comum de exposição da população às dioxinas é através da ingestão de alimentos contaminados. “As dioxinas podem se acumular no solo, entrando na cadeia alimentar, por exemplo, por meio de uma vaca que, ao se alimentar, ingere pequenas quantidades dessas substâncias.” Uma vez no corpo do animal, as dioxinas acumulam-se no tecido adiposo e são transmitidas pela carne ou pelo leite, podendo chegar ao ser humano.

A ingestão de dioxinas por humanos provoca intoxicações crônicas, cujos principais efeitos são o aumento do risco de câncer, problemas nos sistemas hormonal e imunológico e malformação fetal (teratogênese). Já a contaminação aguda – quando a pessoa ingere grandes quantidades de dioxinas de uma só vez – causa erupções cutâneas severas e até a morte.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o valor aceitável de ingestão diária dessas substâncias varia entre 1 e 4 picogramas ( $10^{-12}$  gramas) por quilo da pessoa.

A preocupação no caso dos túneis é que a dioxina presa às paredes, e solta no momento da limpeza, seja inalada e venha a se juntar à dioxina já presente no corpo do indivíduo. “Por isso, é preciso que haja ventilação adequada nos túneis e que os trabalhadores responsáveis pela limpeza utilizem luvas e máscaras”, afirma Krauss. Ele lembra ainda que a água resultante da limpeza deve ser descartada corretamente, impedindo que atinja rios próximos e acabe entrando na cadeia alimentar.

### Revezamento

A assessoria de imprensa da empresa responsável pela manutenção da maioria dos túneis da cidade, a Companhia Municipal de Limpeza Urbana (Comlurb), informou que seus funcionários utilizam varredeiras mecânicas (com vidros fechados), carros-pipas e limpadores a jato no trabalho. A equipe é composta de 15 garis que contam também com equipamentos de proteção individual – máscara, avental, luvas, macacão impermeável especial, capacete, óculos de ampla visão e botas de cano alto. Além disso, eles trabalham em sistema de revezamento: os cinco garis que atuam por vez na área interna trocam de posto a cada meia hora com os que permanecem na área externa. Já as águas que são usadas para a lavagem dos túneis, ainda segundo a assessoria da Comlurb, são captadas pelo sistema de drenagem de águas pluviais, que desembocam no mar, onde são diluídas.

**Mariana Ferraz**  
Ciência Hoje/RJ

### GEOGRAFIA

## PATRIMÔNIO DE MINAS EM VERSÃO DIGITAL

Quem quer conhecer o patrimônio histórico de Minas Gerais ganhou uma nova ferramenta: o *Atlas digital dos bens móveis e imóveis tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional* (Iphan). Apresentado em CD-Rom e também na forma de livro, o *Atlas* traz informações de 216 bens, como igrejas, capelas e fazendas distribuídos por 46 municípios do estado.

Para a produção do material, foi necessário intenso trabalho de campo, como conta o geógrafo João Francisco de Abreu, coordenador do projeto. “Foram mais de 100 excursões. Vistamos os locais, tiramos fotografias e conversamos com moradores e agentes de prefeituras para sabermos como os bens eram utilizados e mantidos, além de pesquisarmos outros aspectos históricos em documentos.”

Os resultados obtidos através dessas viagens foram digitalizados utilizando sistemas de informações geográficas (GIS, na sigla em inglês), o que permitiu aos pesquisadores inserirem a localização precisa dos bens (como altitude, latitude e longitude), montarem mapas e conjugá-los com outras informações, como data do tombamento e estilo arquitetônico. Abreu acrescenta que o trabalho demandou o desenvolvimento de novos *softwares* e técnicas de computação, que poderão ser úteis a outras pesquisas na área.

Estruturado de forma interativa, com diferentes opções de busca, o *Atlas*, que é bilíngüe (português e inglês), é destinado tanto a turistas quanto a escolas, bibliotecas e ao próprio Iphan.



# Para o alto e avante

Um foguete com um sistema de propulsão mais eficiente e de menor custo pode dar novo fôlego ao programa espacial brasileiro. Desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Brasília, o foguete tem um motor híbrido – também aperfeiçoado pelos cientistas – que usa um combustível sólido, a parafina, e um oxidante (ou propelente) líquido, o óxido nitroso ( $N_2O$ ), também conhecido como gás hilariante. Esses produtos são baratos e de fácil aquisição, já que o país produz ambos. Além disso, o propulsor híbrido apresenta, em alguns aspectos, uma eficiência maior que a do sólido, usado, por exemplo, no ônibus espacial. Parte do programa Uniespaço, iniciativa da Agência Espacial Brasileira (AEB) para apoiar o desenvolvimento de tecnologias de interesse do programa espacial brasileiro, o projeto gerou um protótipo que foi apresentado em novembro último em São José dos Campos (SP).

Apesar de trabalhar com motores híbridos desde 2000, o grupo só começou a desenvolver o atual projeto após a publicação dos resultados de um laboratório da Universidade Stanford, na Califórnia (Estados Unidos). Os pesquisadores norte-americanos haviam conseguido usar parafina, material de que são feitas as velas, como combustível sólido para um propulsor híbrido. “Quando soube disso, decidimos repetir o experimento aqui e obtivemos bons resultados”, conta o engenheiro mecânico Carlos Alberto Gurgel Veras, chefe do Laboratório de Propulsão Híbrida e coordenador da pesquisa.

A idéia original da equipe da UnB, segundo Gurgel, era desen-

volver apenas o motor híbrido, mas com o lançamento do edital do programa Uniespaço e a aprovação do projeto, o trabalho passou a caminhar em duas frentes: a do propulsor e a do foguete em si. Além de desenvolver o motor para usar a parafina e o óxido nitroso, os quais estão isolados um do outro no dispositivo, os pesquisadores trabalharam na válvula que conecta os dois compartimentos e permite controlar o início e o final do processo de queima, bem como o empuxo, a força que impulsiona o foguete. “Esse fator é também muito importante para colocar satélites em órbita, pois a inserção requer um controle mais preciso, o que é bem mais fácil com um foguete híbrido ou líquido”, ressalta o coordenador.

## Mais vantajoso

Além de ser mais barato e eficiente, o desempenho do motor híbrido com parafina é de três a cinco vezes superior ao do polibutadieno, combustível usado tradicionalmente nesses motores. “A parafina e o óxido nitroso, este último usado como anestésico por dentistas estrangeiros, não são tóxicos, além de ser menos poluentes”, acrescenta. O coordenador explica que, ao contrário dos motores sólidos, nos quais uma trinca no propelente pode levar a uma explosão do fo-

guete, nos híbridos, a parafina sela automaticamente eventuais fissuras.

O grupo da UnB construiu dois protótipos de 3,2 m de comprimento e 160 cm de diâmetro que passaram por vários testes. Os dois são recuperáveis, possuindo pára-quedas para trazê-los de volta ao solo. Um deles é equipado com vários sensores e dispositivos que permitem um acompanhamento mais preciso da trajetória, bem como a obtenção de fotos. Segundo o edital da AEB, o foguete deve ultrapassar uma altitude de 5 km. Devido a esse requisito, o voo final só pode ocorrer no Centro de Lançamento de Alcântara (MA) ou no da Barreira do Inferno, em Natal (RN). “Estávamos apenas aguardando a liberação da Força Aérea para realizar esse último teste, que foi programado para abril”, esclarece Veras.

Para ele, os motores híbridos são a melhor opção para missões de ‘baixa’ altitude, entre 400 km e 700 km com carga útil. “O foguete poderia ser acoplado a um avião de caça do qual seria lançado durante o voo”, descreve. O custo desse lançamento seria bem inferior ao equivalente feito pelo foguete Pegasus norte-americano (US\$ 13 milhões) para uma carga de



430 kg em órbita baixa (200 a 2.000 km). Para se ter uma idéia, aproximadamente US\$ 300 milhões podem ser gastos em uma viagem do ônibus espacial norte-americano. “Não faz sentido usar um sistema tão caro para levar equipamento para a Estação Espacial Internacional, que fica a cerca de 350 km de altura”, afirma o coordenador. Ele acrescenta que uma mudança de paradigma no uso de satélites também aproveitaria a propulsão híbrida. Em vez de colocar um único dispositivo a 35 mil km do solo, se utilizaria uma constelação de satélites em uma altitude menor.

Gurgel acredita, no entanto, que o aprimoramento da propulsão híbrida necessitará de um grande investimento, na mesma escala daquele implementado para os motores líquidos e sólidos. “Embora isso torne o custo do híbrido mais caro, as vantagens sobre o sistema sólido são grandes”, observa. O interesse já estaria surgindo graças a iniciativas como a da SpaceShipOne, primeira astronave comercial tripulada a alcançar aproximadamente 150 km de altitude, que usou um motor híbrido.

Gurgel ressalta que o programa Uniespaço não visa especificamente à substituição de um sistema pelo outro. O objetivo é introduzir as ciências espaciais nas universidades para atrair mão-de-obra para a área e desenvolver a tecnologia. “É importante que o Brasil domine a propulsão híbrida e é por isso que criamos um grupo que atua em todas as etapas envolvidas nesse campo”, conclui o coordenador, salientando que agora o país realiza, com regularidade, pesquisas nas três tecnologias de propulsão – líquida, sólida e híbrida.

**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ

## BIOLOGIA

### NOVOS RÉPTEIS DO CERRADO

Duas novas espécies de lagarto foram descobertas no cerrado brasileiro. Batizadas de *Stenocercus quinarius* e *Stenocercus squarrosus*, elas foram encontradas, respectivamente, no Parque Nacional Grande Sertão Veredas, entre Minas Gerais e Bahia, e no Parque Nacional da Serra das Confusões, Piauí.

A descoberta mostra o quanto a biodiversidade dessa região é pouco conhecida. “O Brasil ainda precisa de um grande esforço para catalogar sua biodiversidade. No cerrado, devido ao ritmo intenso de degradação, ações como essa são ainda mais urgentes”, afirma Cristiano Nogueira, biólogo da organização não-governamental Conservação Internacional e coordenador de um inventário da fauna de répteis Squamata (lagartos, serpentes e anfíbios ou cobras-de-duas-cabeças) do cerrado. “Sabia-se muito pouco sobre esses répteis. Ainda há muito a ser estudado e publicado, mas já conseguimos demonstrar que o endemismo e a diversidade no cerrado é muito maior do que se pensava”, afirma Nogueira, que defendeu tese de doutorado na Universidade de São Paulo (USP) em 2006 sobre o tema.

Durante as expedições de campo, que envolveram 10 localidades do Brasil central, foram encontradas ao menos 15 outras espécies desconhecidas pela ciência, algumas já em fase de descrição. Outras espécies novas estavam contidas nas coleções herpetológicas examinadas pelo pesquisador e compunham material obtido em amostragens anteriores pelo cerrado. “As coleções zoológicas do Instituto Butantan, do Museu de Zoologia da USP e da Universidade de Brasília (UnB) forneceram dados fundamentais, indispensáveis ao projeto. São como bibliotecas da nossa fauna”, diz o pesquisador. O trabalho de classificação desses animais continuará ao longo do ano e conta com a colaboração de especialistas da USP e da UnB. “Essas informações básicas sobre a composição da fauna são fundamentais para podermos traçar boas estratégias de conservação, em uma das regiões mais ricas e ameaçadas do planeta”, conclui Nogueira.

*Stenocercus quinarius*



FOTO DE ANDRÉ PESSOA

FOTO DE CRISTIANO NOGUEIRA

# Amaranto, opção contra o colesterol

O *Amaranthus cruentus*, espécie que melhor se adaptou às condições climáticas locais, já está sendo cultivado no país



CARLOS R. SPEIAR

O amaranto, um dos vegetais mais importantes da América pré-colombiana, cujo consumo foi proibido pelos espanhóis por estar associado a práticas religiosas, começa a ser reabilitado por cientistas brasileiros com um nobre fim: pesquisas recentes mostram que, além de ser altamente nutritivo, o amaranto é um excelente redutor dos níveis de colesterol plasmático, que provoca o entupimento dos vasos sanguíneos.

A conclusão é resultado de um estudo feito pelo Laboratório de Bioquímica e Propriedades Funcionais dos Alimentos da Universidade de São Paulo (USP), que investiga os chamados alimentos funcionais – aqueles que, além de suas funções nutricionais básicas, trazem algum benefício adicional

para a saúde. O coordenador do projeto, o cientista de alimentos José Alfredo Gomes Arêas, conta que o conceito de alimentos funcionais surgiu na década de 1980, quando o governo japonês percebeu uma piora da saúde da população nipônica decorrente de seus hábitos alimentares e estimulou o consumo de certos produtos, entre eles a soja, obtendo bons resultados.

A equipe de Arêas começou a estudar o amaranto em 1997, tendo realizado, desde então, diversos testes com animais para entender como a planta reduz as taxas de colesterol. Após induzirem o aumento do colesterol total e do LDL (o chamado mau colesterol) em *hamsters* e coelhos, através de alimentos ricos em ácidos graxos

saturados e outros compostos, os pesquisadores administraram uma dieta contendo o amaranto.

Os resultados obtidos nos experimentos levaram os cientistas a concluir que a fração protéica do amaranto é a responsável pela redução do colesterol, pois as proteínas, ao serem ‘quebradas’ na digestão, transformam-se em peptídeos (pequenas cadeias de aminoácidos) capazes de inibir a enzima responsável pelo acúmulo do colesterol. Mas o mecanismo ainda não está completamente elucidado e a equipe continua investigando.

Arêas também realizou, em parceria com o Instituto do Coração (InCor) de São Paulo, estudos com pacientes do hospital, cuja taxa de colesterol estava elevada.

A administração de amaranto, mesmo em pequena quantidade, junto com estatinas, diminuiu mais acentuadamente os níveis de colesterol dos pacientes. O pesquisador ressalta, entretanto, que mais estudos são necessários para que se possa avaliar a real participação do amaranto, uma vez que o número de pacientes testados era pequeno e eles também foram tratados com medicamentos. “É muito difícil achar as condições ideais para conduzirmos nosso estudo. Precisariamos de um controle rígido da dieta dos envolvidos”, explica o pesquisador.

### Muito nutritivo

Além da comprovada redução do colesterol em animais, o amaranto é naturalmente rico em proteínas de alto valor biológico (uma medida do aproveitamento da proteína pelo organismo), o que, segundo Arêas, não é comum em vegetais – a maioria deles não tem alguns aminoácidos essenciais e seu aproveitamento é de 60% ou menos. “A proteína do amaranto pode ser comparada à do leite”, diz. A planta é ainda fonte de cálcio biodisponível (pronto para ser assimilado pelo organismo), outro fato incomum nos vegetais. Por fim, o amaranto também não contém glúten ou outras substâncias alergênicas em sua composição, o que o torna uma opção para os celíacos – pessoas com intolerância ao glúten.

Mas como consumir o amaranto? Como o alimento não faz parte da cultura alimentícia brasileira, a equipe da USP investiga formas de uso da planta, que tem na semente a parte comestível mais importante. “O amaranto é conhecido como um pseudocereal, porque é parecido com os cereais, sobretudo a semente”, conta o pesquisador. A semente, que, quando aquecida, estoura como pipoca, está sendo utilizada para a criação de barras de cereais, granola e até salgadinhos. “A idéia não é consumir

diretamente a semente, mas sim introduzi-la como ingrediente em alimentos para os quais o paladar do brasileiro já está acostumado, como foi feito com a soja. O brasileiro raramente consome o grão da soja, mas ingere com frequência produtos que têm soja em sua composição.”

Antes, porém, de chegar ao mercado, o amaranto deve começar a ser cultivado no Brasil. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Cerrados e a Universidade de Brasília (UnB), entre outras instituições, já estão se encarregando da pesquisa agrônoma para disseminar o vegetal no país. Carlos Roberto Spehar, agrônomo da Embrapa e responsável por essa etapa do projeto, conta que a intenção é diversificar a agricultura. “A produção de grãos no país é baseada em poucas espécies, o que torna as lavouras mais suscetíveis a pragas e doenças”, afirma. Em um grande esforço para vencer a resistência à sua aceitação, o projeto incluiu a difusão de tecnologia de cultivo e uso. Assim, os agricultores foram ensinados a plantar o amaranto e a utilizá-lo na culinária.

Atualmente, alguns produtores já cultivam o *Amaranthus cruentus*, espécie que tem se adaptado melhor às condições climáticas locais. O trabalho compreende várias etapas, desde a genética e o melhoramento até a recomendação de cultivares. “Estamos estimulando outros agricultores a começarem a produção, de modo a que possam sair na frente quando houver maior demanda do mercado – o que certamente ocorrerá”, aposta Spehar. Segundo ele, a principal dificuldade é a falta de divulgação. “Assim que o brasileiro conhecer o amaranto, irá incorporá-lo na dieta”, finaliza.

**Mariana Ferraz**  
Ciência Hoje/RJ

### FISIOLOGIA

## EXERCÍCIO DIMINUI APETITE

Embora pareça óbvio, exercitar-se ajuda a perder peso, mas não apenas porque o corpo gasta energia e sim porque reduz o apetite. A conclusão é de pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que publicaram seus resultados na revista científica norte-americana *Diabetes*. O trabalho foi desenvolvido durante o curso de mestrado em Clínica Médica do profissional em educação física Marcelo Benedito da Silva Flores. Ele utilizou três grupos-controle de ratos e três grupos submetidos a seis horas de exercícios na água, com intervalo de 40 minutos. Em seguida, dois grupos – um que havia feito exercícios e outro não – tiveram o hormônio insulina ou leptina injetado diretamente no hipotálamo, órgão do sistema nervoso central que controla a fome e a sede, entre outras funções. Dois outros grupos não receberam qualquer substância.

“Esses hormônios inibem a sensação de fome e observamos que nos ratos que fizeram exercícios, essa inibição foi 40% maior”, revelou o médico José Barreto Campello Carvalheira, orientador da pesquisa. O dado é ainda mais relevante quando se observa que os ratos que não tiveram hormônios injetados comeram a mesma quantidade de comida, independentemente de terem se exercitado ou não, quando se esperaria que aqueles que praticaram exercício teriam maior necessidade de reposição de calorias. Carvalheira ressalta que o grande mérito do trabalho está em ligar inequivocamente o efeito à atividade física. Isso foi conseguido com experiências adicionais empregando um bloqueador da citocina interleucina-6 (IL-6). “A IL-6 é secretada pelo músculo durante os exercícios e interage com os hormônios injetados. Quando a bloqueamos, não observamos a redução do apetite”, conta o médico. “Esses dados confirmam que o exercício é uma maneira viável de se reduzir o peso”, conclui.



Os ratos submetidos a seis horas de natação tiveram o apetite reduzido

FOTO DE JOSÉ RODRIGO PAULI

# Um novo elo



Reconstituição do 'Dino da Ulbra' por computação gráfica

**E**le tinha cerca de 0,5 m de altura, 1,5 m de comprimento e não pesava mais que 12 quilos. Mas pode ser o mais antigo ancestral já encontrado dos neoterópodos, grandes dinossauros dos períodos Jurássico e Cretáceo, que viveram entre 190 e 67 milhões de anos atrás. A descoberta de fóssil do animal, anunciada em dezembro passado, foi feita pela equipe de paleontologia da Universidade Luterana do Brasil (Ulbra/Cachoeira do Sul/RS), coordenada pelo paleontólogo Sérgio Furtado Cabreira. Seus descobridores o chamam de "elo perdido"; muitos veículos de comunicação que noticiaram o achado falaram em "pai" ou "avô" dos dinossauros.

A comunidade acadêmica tem endossado em parte essas conclusões sobre o fóssil, retirado de rochas do Triássico (período geológico ocorrido entre 251 e 199 milhões de anos atrás) na Formação Santa Maria, em Agudo,

município da região central do Rio Grande do Sul. É o que sugere a opinião de dois especialistas consultados pela reportagem de *Ciência Hoje*. "É preciso cautela", pede o paleontólogo Max Cardoso Langer, do Departamento de Biologia da Universidade de São Paulo (USP), campus Ribeirão Preto. "A mistura de características é bastante comum quando se trata de fósseis."

A afirmação de Langer pode ser ilustrada por um exemplo conhecido dos paleontólogos. Em 1912 uma descoberta paleontológica foi apresentada pelo geólogo amador britânico Charles Dawson (1864-1916) como o "elo perdido" entre os homínídeos e os demais primatas. Só em 1954 se descobriu que eram, na verdade, ossos de humanos e de um orangotango enterrados juntos.

Langer ressalta ainda que, embora o 'Dino da Ulbra' (como tem sido chamado) pareça um terópodo, ele pode pertencer ao que os pesquisadores costumam chamar de "beco sem saída evolutivo". "É possível que ele forme um ramo exclusivo do Triássico", presume. Sua semelhança com os terópodos se deve principalmente às características da cintura pélvica: ílio longo (típico de animais que viveram entre o Triássico e o Jurássico) que conectava os membros do aparelho locomotor às vértebras sacrais fusionadas, dando ao novo animal uma estrutura mais estável na região da bacia. O paleontólogo da USP salienta que as conclusões, até agora, são apenas especulações, por falta de mais estudos sobre o novo achado. "O fóssil foi anunciado sem que os pesquisadores tivessem publicado um artigo sobre ele em revista científica."

Apesar de seu entusiasmo pela descoberta, o paleontólogo Cástor Cartelle Guerra, da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, também é cauteloso. "É possível que esse seja o mais antigo dos dinossauros carnívoros já encontrados", diz, lembrando que as



Desenho dos ossos encontrados pela equipe da Ulbra. A disposição das peças dá uma idéia do dinossauro em vida

FOTO JONI MARCOS FAGUNDES DA SILVA (ULBRA)



Ílio esquerdo encontrado por pesquisadores da Ulbra em rochas do período Triássico, no município de Agudo (RS). Junto com o ísquio e o púbis (todos em pares), forma a pelve do dinossauro

características do ‘Dino da Ulbra’ divulgadas sugerem que o animal era carnívoro, bípede e corredor. “Mas amanhã ou depois pode surgir outro achado mais antigo”, conjectura. Cartelle ressalva ainda que a expressão ‘elo perdido’, da qual muitos pesquisadores são fãs, é inexata. Afinal, todo organismo é um elo na cadeia evolutiva, e todo organismo anterior a nós está perdido até que se encontre um fóssil.

### Um pequeno entre os grandes

Até agora se conheciam quatro espécies de terópodos basais, considerados os ancestrais dos grandes dinossauros: duas encontradas no Brasil e duas na Argentina. Ocorre que essas espécies apresentam uma característica que as afasta desses primos mais notáveis: ílio curto, que se ligava no máximo a duas vértebras e lhes conferia instabilidade na bacia (e conseqüentemente em todo o sistema locomotor). Embora os terópodos basais também andassem sobre duas patas apenas, essa instabilidade seria impensável para os bípedes caçadores que vieram depois. Trocando em miúdos, os paleontólogos consideravam os basais como ancestrais dos neoterópodos por

falta de algo mais ‘palatável’ para ocupar esse lugar.

O novo achado revela à comunidade científica que podem ter existido animais com características consideradas mais avançadas na mesma época em que viveram os terópodos basais, ou seja, 28 milhões de anos antes do aparecimento dos neoterópodos. Além disso, a estabilidade da cintura pélvica não é a única característica que aproxima o ‘Dino da Ulbra’ dos neoterópodos. Cabreira cita, entre outras, a estrutura do crânio e da mandíbula (com diversas articulações, que davam ao animal mais firmeza na caçada) e o número e o formato dos dentes (que eram serrilhados).

Para Cabreira, os cinco anos de estudos que devem se seguir vão mostrar a real importância do fóssil. Mas ele sugere desde já que os dinossauros podem ter surgido no Triássico Médio (entre 245 e 228 milhões de anos atrás). Começam agora os estudos anatômicos, de descrição e identificação do material encontrado. O trabalho será feito pela equipe de paleontologia da Ulbra, em parceria com pesquisadores de outras instituições.

#### Sandoval Matheus Poletto

Especial para *Ciência Hoje*/PR



METEOROLOGIA

### CHOVE SEM PARAR

O município de Calçoene, no Amapá, foi identificado como o local mais chuvoso do Brasil, com precipitação média anual de 4.165 mm. Isso significa, por exemplo, que entre janeiro e julho – estação chuvosa da região – cada mês tem cerca de 25 dias de chuva. A constatação foi possível graças ao cruzamento de dados reunidos pela rede de estações pluviométricas, gerenciada pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Daniel Pereira Guimarães, engenheiro florestal da Embrapa Milho e Sorgo, analisou as séries históricas de precipitação em diferentes pontos do país. “Uma série histórica concentra 30 anos de coleta de dados. Esse tempo é o mínimo considerado confiável para análises estatísticas”, explica o pesquisador. Segundo ele, Calçoene só alcançou esse patamar há pouco tempo, o que pode ser uma das explicações pelas quais o município não aparecia, em análises anteriores, como um dos locais mais chuvosos do país. “Além disso, os dados agora estão mais consistentes, pois vêm sendo revisados. Isso é necessário porque são números relativos a milhares de estações, anotados em campo por pesquisadores e, depois, computadorizados. Nesse processo alguns números podem ser confundidos, uma letra pode não ser bem compreendida. Esses são erros comuns, mas que estão sendo reparados.”

O recorde de chuvas anterior pertencia à região de Ubatuba, na serra do Mar paulista, entre Paranapiacaba e Itapanhaú, com precipitação média anual de 3.600 mm. Em Calçoene, o volume de chuvas equivale a três vezes o verificado na cidade de São Paulo.

# Plantas brasileiras no combate ao diabetes

**A** biodiversidade brasileira é tida como guardiã de segredos que podem transformar-se em diversos produtos, de artigos de beleza a medicamentos. O desenvolvimento de uma nova pomada com ação cicatrizante e antiinflamatória, voltada principalmente para os diabéticos, reforça essa hipótese. Fruto da combinação de substâncias presentes em três plantas nativas, a pomada é um fitoterápico que reduz consideravelmente o tempo de cicatrização de feridas.

O remédio tem duas versões, creme e gel, e seus componentes

principais são os flavonóides, que atuam, nesse caso, inibindo as enzimas produtoras de mediadores da inflamação. Além disso, o remédio inibe a formação da glicoproteína acídica e do colágeno polimérico, substâncias produzidas em excesso pelos diabéticos que, junto com altas taxas de açúcar e gordura no sangue, também comuns nos portadores da doença, diminuem a circulação, tornando a cicatrização mais lenta e aumentando as chances de gangrena e amputação de membros.

Desenvolvido por Tânia Toledo de Oliveira, especialista em

química dos produtos naturais da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em parceria com os farmacêuticos Tanus Jorge Nagem, da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), e Ednaldo Queiroga de Lima, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), o fitoterápico resultou de uma tentativa da equipe de encontrar uma forma de evitar amputações, mas o resultado foi além do esperado. “Acabamos desenvolvendo um remédio que pode ser utilizado em qualquer tipo de ferida”, explica a pesquisadora.

Feridas em diabéticos, caso não tratadas, demoram meses para fechar e algumas vezes não cicatrizam, deixando os pacientes vulneráveis à perda de dedos dos pés e das mãos ou de membros inteiros. O novo remédio é capaz de reduzir o tempo de cicatrização para um período de 15 dias a um mês após a primeira aplicação, evitando a amputação.

Os testes pré-clínicos (com animais) e clínicos (com seres humanos) já foram concluídos e o pedido de patente foi encaminhado ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). A equipe aguarda apenas o fim do processo para começar as negociações com empresas interessadas em comercializar o produto. “Acredito que dentro de um ano o remédio já esteja no mercado”, diz Oliveira, acrescentando que a pomada não apresenta efeitos colaterais ou reações alérgicas.

**Mariana Ferraz**  
Ciência Hoje/RJ

**DIABETES MELLITUS.** Existem dois tipos principais de diabetes, causados por diferentes fatores. O diabetes tipo 1 é uma doença auto-imune, na qual o organismo destrói as células produtoras de insulina por reconhecê-las como corpos estranhos. O diabetes tipo 2 é causado pela produção constante de insulina pelo pâncreas e pela incapacidade das células de metabolizarem a glicose.

No Brasil o diabetes atinge 5 a 6 milhões de pessoas entre 30 e 69 anos e, segundo a Associação Nacional de Assistência ao Diabético, esse número pode chegar a 10 milhões (o equivalente a 10% da população nessa faixa etária), caso se considerem os pacientes não diagnosticados. O diabetes é ainda a principal causa de amputações de membros inferiores. Os principais fatores de risco para os portadores da doença do tipo 2 são idade maior ou igual a 45 anos, histórico familiar e excesso de peso.



Teste para medir nível de glicose no sangue

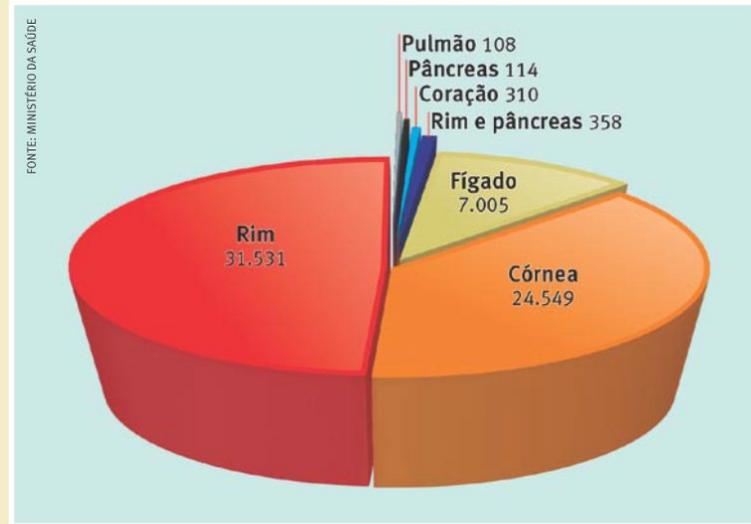
ADMINISTRAÇÃO Lentidão na espera por transplantes pode ser minimizada

# Fila que mata

**O** Brasil é o segundo país em transplantes de órgãos no mundo e financia 92% das operações, mas apesar desses números animadores ainda há cerca de 65 mil pessoas esperando na fila para esse procedimento. Dependendo do tipo de transplante, o tempo de espera pode variar de um ano (para coração) a 11 anos (para rim). Muitos pacientes morrem antes de conseguirem o órgão. Na fila para receber um fígado – espera média de 4,5 anos – a taxa de mortalidade é de aproximadamente 55%. Mas tudo isso pode ser mudado. É o que conclui um estudo do Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (Ipea), no Rio de Janeiro, que demonstra que os problemas são de origem administrativa e organizacional.

A pesquisa foi realizada com dados de 2003 do Sistema Único de Saúde (SUS) e publicada em outubro do ano passado na revista *Cadernos de Saúde Pública*. Mas essa linha já é desenvolvida no Ipea desde 2002. Segundo o economista Alexandre Marinho, autor do trabalho, existe um campo da economia, chamado teoria das filas, voltado para esse tópico. O pesquisador utilizou um modelo matemático para analisar os dados obtidos e fazer inferências sobre a situação do SUS.

Marinho critica, no entanto, a precariedade na divulgação das informações. “Em outros países, há investimento na administração de filas de transplante e os dados podem ser acessados na internet”, conta. “No Brasil”, acrescenta, “só existem alguns dados disponíveis na rede, mas eles são incompletos ou defasados”. Alguns, por exemplo, sobre doadores vivos e a par-



Número de pessoas na fila de espera para transplantes no Brasil, em 2006

cela de transplantes – realizada pelo SUS ou não – vão até meados de 2005, mas os registros só começam a ser encontrados a partir de 2001. “Nesse quesito, o país está na pré-história”, afirma.

## Longo prazo

Segundo Marinho, um aumento de 10% na oferta de órgãos reduziria consideravelmente as filas. No entanto, esse acréscimo não é fácil de conseguir e requer uma série de medidas com o objetivo de incentivar a doação, aumentar a captação dos órgãos e diminuir a burocracia associada ao processo. Para ele, o foco tem de ser na área administrativa, já que em relação à tecnologia, o Brasil está bem.

“A capacitação dos médicos deve reforçar a obrigatoriedade da notificação da morte encefálica. Hoje, muitos não sabem que isso é obrigatório ou não têm idéia de como fazê-lo”, diz o economista. Com isso, perdem-se muitos potenciais doadores, já que apenas um de cada oito desses pacientes é notificado, e somente um de cada cinco deles

se torna doador. Além disso, Marinho revela que as centrais estaduais de notificação, captação e distribuição de órgãos têm vários problemas e a ausência ou a precariedade das comissões intra-hospitalares de transplantes dificulta a coordenação da rede como um todo. Para o economista, o problema não será resolvido com mutirões ou ações de curto prazo. “Essas iniciativas diminuem temporariamente a fila, mas como não atacam as causas do problema, ele persiste e a lista de espera volta aos níveis anteriores”, observa.

Marinho alerta que a situação tende a se agravar, pois a população brasileira está envelhecendo e, com isso, a prevalência de doenças que requerem transplantes, como diabetes e hipertensão, também deve aumentar.

**Fred Furtado**

*Ciência Hoje/RJ*

# Na ponta dos dedos

**E**mbora a atual cultura da dieta de supermercado torne a alimentação cada vez mais padronizada, as pessoas de diferentes lugares ainda consomem alimentos muito distintos. Isso foi verificado por pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) através de uma técnica inovadora: a análise de um tecido morto encontrado na ponta dos dedos, as unhas. Com o auxílio dessa ferramenta, os cientistas avaliaram os hábitos alimentares de indivíduos de algumas regiões do Brasil, dos Estados Unidos e da Europa, mas ainda não sabem dizer se a diferença constatada no perfil alimentar de cada região ocorre por causa de questões culturais ou econômicas.

A técnica utilizada para conhecer a dieta das populações estudadas consiste na verificação da relação entre a quantidade dos isótopos (elementos químicos iguais com massas diferentes) leves e pesados de carbono e nitrogênio (o mesmo método que é utilizado para determinar o tipo de alimentação de animais extintos). “Cada tipo de vegetal tem uma relação característica entre isótopos leves e pesados de carbono e nitrogênio, que é transferida para os animais herbívoros e carnívoros na cadeia alimentar. A partir da análise de alguns tipos de tecidos conseguimos determinar com clareza essa relação, o que nos fornece informações sobre os alimentos consumidos”, explica a bióloga Gabriela Nardoto, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena) da USP, de Piracicaba (SP). Exemplos de tecidos capazes de esclarecer isso são as unhas, os cabelos e os



músculos. “Preferimos analisar as unhas porque são mais fáceis de coletar, embora os cabelos proporcionem um histórico bem mais longo da alimentação do indivíduo”, diz a pesquisadora.

Foram analisadas 816 amostras: 490 do Oeste dos Estados Unidos, 273 do Sudeste brasileiro e 53 da região de Santarém (PA), na Amazônia. Além da grande quantidade de amostras de pessoas da classe média brasileira e norte-americana, o grupo analisou também 35 amostras de cinco países da Europa Ocidental. “Como os mesmos alimentos estão disponíveis em diversos lugares do mundo, acreditávamos que as populações de classe média brasileira e norte-americana se alimentassem da mesma forma. Já sabíamos que os europeus usavam fontes diferentes de açúcar e gordura, e que isso se expressaria na análise, mas de qualquer modo, as distinções foram bem maiores do que as esperadas”, conta a pesquisadora.

Uma das conclusões do estudo é que os norte-americanos comem muito mais carne do que os brasileiros. “Verificamos também que

os vegetais consumidos nos Estados Unidos contêm muito mais fertilizantes que os consumidos no Brasil. Isso é compreensível se considerarmos que os agricultores de lá usam uma quantidade de fertilizante seis vezes maior que os daqui”, explica.

As diferenças também existem no tipo de carboidrato consumido pelas duas populações, porque o açúcar mais comum lá é o de beterraba, enquanto aqui se consome apenas o da cana-de-açúcar. “Essa diferença é perceptível porque, como esses açúcares provêm de vegetais diferentes, a relação entre os isótopos estáveis de carbono e nitrogênio é diferente. E é ainda mais expressiva quando comparamos as populações do Brasil e da Europa, já que os norte-americanos estão em uma posição intermediária, porque consomem também um pouco de açúcar de cana.”

É preciso ressaltar, porém, que a pesquisa abrangeu apenas indivíduos da classe média de cidades de médio e grande portes. “Essa classe não apresenta hábitos alimentares diferenciados no Su-

deste brasileiro. A classe média de Piracicaba, por exemplo, se alimenta da mesma forma que a de São Paulo”, observa.

Nardoto adianta, porém, que o estudo não vai parar nesse ponto: os pesquisadores querem estender as análises a todas as classes sociais de Piracicaba, bem como analisar material de indivíduos da classe média de cidades pequenas. “Nessa primeira fase tivemos a intenção de descrever a dieta, mas, a partir da segunda fase do estudo, procuraremos interpretar as causas dessas diferenças, tanto que agora teremos antropólogos e nutricionistas no grupo”, conta.

### Dietas distintas em Santarém

Um dos focos da pesquisa foi verificar se há diferenças na dieta adotada pelas áreas urbana e rural de uma mesma cidade. Com esse objetivo, foi feito um estudo de caso no município paraense de Santarém. “Verificamos que há diferenças até entre as localidades rurais. Os ribeirinhos comem muito peixe, enquanto as pessoas da zona rural, que moram longe do rio, se alimentam principalmente do que é plantado na roça (arroz, feijão e mandioca) e da caça. Já na zona urbana a alimentação é parecida com a das populações urbanas das grandes cidades do Sudeste”, compara. Nardoto relata que a maior fonte de proteínas dos cidadãos da área urbana de Santarém é o frango. Ela sugere que é possível que isso aconteça devido ao alto preço do peixe no supermercado, mas não descarta que fatores sociais e econômicos, ligados à globalização, possam também estar envolvidos. Já os ribeirinhos pescam seu próprio alimento e por isso podem se alimentar principalmente dessa fonte.

**Franciane Lovati**  
Ciência Hoje/RJ

## AGRONOMIA

### MANEJO DE IRRIGAÇÃO MAIS SIMPLES E BARATO

Um equipamento nacional de baixo custo pode auxiliar pequenos e médios agricultores no manejo da água de irrigação. Desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Minas Gerais, o irrigômetro mede a quantidade de chuva que cai e aquela de que a planta precisa, bem como indica a duração e o momento adequado para a irrigação. “Trata-se de uma alternativa aos dispositivos existentes no mercado, que têm um nível tecnológico muito alto ou requerem o uso de tabelas e cálculos complexos”, conta o engenheiro agrícola e agrônomo Rubens Alves de Oliveira, do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV e coordenador da pesquisa, iniciada em 2004.

Orçado em R\$ 1.390 – segundo Oliveira, um preço bem mais barato do que o das outras opções –, o irrigômetro funciona com base na estimativa da evapotranspiração (perda de água pela evaporação e transpiração de uma cultura). O aparelho possui duas régua que, associadas ao nível de uma coluna d’água, fornecem todas as informações necessárias para o agricultor. A primeira indica o momento da irrigação e é dividida em quatro cores: azul (não irrigar), verde (pode irrigar, mas é aconselhável aguardar), amarelo (deve irrigar) e vermelho (passou da hora de irrigar – a planta já está com grande deficiência de água). A segunda régua informa o tempo que deve durar o processo. “As régua são removíveis e existem três versões de cada: uma para culturas muito sensíveis, como beterraba e cenoura; outra para aquelas sensíveis, como feijão e milho; e mais uma para as pouco sensíveis, como algodão e trigo”, explica Oliveira. Ele informa que o irrigômetro estará disponível comercialmente ainda este ano.



FOTO DE RUBENS ALVES DE OLIVEIRA

O muriqui-do-norte é um dos primatas brasileiros mais ameaçados de extinção



**ECOLOGIA** Fêmea de primata é transferida com sucesso para área de proteção ambiental

## Esperança para o muriqui-do-norte

**O**s esforços dos pesquisadores brasileiros para conservar o muriqui-do-norte, primata que só ocorre na mata atlântica e que se encontra altamente ameaçado de extinção, estão dando resultados alentadores. Recentemente uma fêmea da espécie foi transferida com sucesso de um pequeno fragmento em Pedra Bonita, Minas Gerais, para a reserva particular do patrimônio natural (RPPN) da Mata do Sossego, no mesmo estado, e aparentemente foi aceita pelo bando de 28 muriquis que habita a reserva.

Segundo o biólogo Braz Cosenza, da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), o trabalho, que faz parte do Projeto de

Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio), tem a finalidade de conhecer a biologia e a ecologia do animal e estabelecer as estratégias a serem aplicadas para sua conservação. “Estamos em contato com pesquisadores e técnicos de várias instituições, como a Universidade Federal de Viçosa e o Ibama. Nosso objetivo principal é estabelecer um protocolo, dotando o Comitê do Muriqui (criado para integrar os diferentes projetos de preservação da espécie) de uma base de dados ampla para a proteção da espécie no seu ambiente natural”, diz Cosenza, que participou do salvamento do muri-

qui, coordenado por Fabiano Melo, da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Encontrada e mantida por um fazendeiro da região de Pedra Bonita, a muriqui estava sozinha em um fragmento de 1 hectare (1 ha equivale a 10 mil m<sup>2</sup>) de mata. “Não sabemos com exatidão como ela foi parar ali. O dono da propriedade afirma que ela simplesmente apareceu, mas isso é pouco provável. A hipótese que considero mais correta é que ela tenha ficado perdida após a morte de sua mãe por algum caçador”, supõe o pesquisador.

Após saber da existência do animal, a equipe de biólogos acompanhou durante um ano a

## UM PRIMATA ÚNICO

O miqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) é o maior mamífero exclusivamente brasileiro e ocupa a 12ª posição entre os primatas mais ameaçados de extinção. Exclusivo da mata atlântica (só ocorre nessa formação vegetal), a espécie sofre com a caça e, principalmente, com a destruição de seu hábitat, muitas vezes reduzido a pequenos fragmentos insuficientes para sua sobrevivência. Hoje ela pode ser encontrada apenas nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, mas sua ocorrência já foi registrada no sul da Bahia.

Por serem animais muito dóceis, eles receberam dos índios o nome miqui, que em tupi significa 'povo tranqüilo'. Altamente sociáveis, os miquis-do-norte apresentam alguns comportamentos distintos dos de outras espécies de primatas. Disputas raramente ocorrem em sua sociedade, que também não apresenta estrutura hierárquica rígida. São poligâmicos e têm cuidado parental acentuado, com os filhotes permanecendo junto às mães até os dois anos de idade. Além disso, as fêmeas raramente dão a luz a gêmeos, o que é comum em outras espécies de primatas.

jovem fêmea, que tem entre cinco e seis anos de idade, até decidir transferi-la para a Mata do Sossego. Tãmanha precaução foi tomada por se tratar de um animal extremamente ameaçado de extinção. A espécie tem hoje, em todo o Brasil, entre 700 e mil indivíduos e eles só habitam áreas de mata atlântica primária, ou seja, muito conservadas. "A miqui é ainda jovem e tem potencial para formar novos grupos, por isso não entregamos o animal para um zoológico", explica Cosenza.

Esses primatas estabelecem novos bandos a partir da migração de fêmeas. Quando elas chegam a uma nova área e estão aptas, copulam com vários machos e formam novos bandos, sendo, portanto, de grande importância para o aumento da variabilidade genética e para a manutenção da espécie.

Transferir animais silvestres não é tarefa fácil. Muitos morrem devido ao estresse e aos ferimentos que o procedimento pode provocar. Mas a fêmea do miqui-do-norte não teve esses problemas. Depois de capturada, sua saúde foi avaliada. Foram coletadas amostras de sangue e pêlos e feitas medições de peso e tama-

nho. Em seguida os pesquisadores colocaram um radiocolar que permite acompanhar os deslocamentos do animal. Por fim, a miqui foi cuidadosamente levada para sua nova 'casa', onde foi solta sem danos. "Consideramos a operação um sucesso total. Essa é a segunda vez que uma transferência de miqui acontece sem perdas e as condições em que a realizamos podem ajudar a estabelecer padrões para esse tipo de atividade", comemora o pesquisador.

O animal está agora sendo monitorado por cientistas que acompanham seus movimentos através do radiocolar e por contato visual. O objetivo do acompanhamento é coletar mais dados sobre a espécie e verificar a integração da fêmea com o bando que já habitava a área. "Ao que tudo indica, ela está sendo bem aceita, pois já no segundo dia foi vista tendo contato com animais do grupo", conta Cosenza, acrescentando que a equipe deve monitorar a fêmea por um período de seis meses a um ano.

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

**MATERIAL DIDÁTICO INDÍGENA** • Livros, CDs e um DVD criados por representantes indígenas darão suporte às aulas de diferentes tribos brasileiras em 2007. O material didático aborda tanto a história e as lendas dos povos quanto temas mais 'tradicionais', como matemática. Parte da produção é apresentada na língua materna de cada povo, como o CD com canções dos povos Terena, Pataxó e Pareci, e parte em português ou em trabalhos bilíngües. O projeto conta com recursos do Ministério da Educação e a seleção do conteúdo é feita pela Comissão Nacional de Apoio à Produção de Material Indígena (Capema).

ILUSTRAÇÃO MAURILLO OLIVEIRA E ORLANDO GRILLO

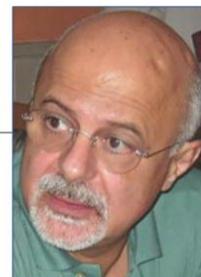


**RIQUEZA FÓSSIL PRESERVADA** • A chapada do Araripe, no Ceará, tornou-se em setembro o primeiro geoparque do hemisfério Sul. A área foi incluída na Rede Mundial de Geoparques da Unesco, uma lista com 37 parques de reconhecida importância para a proteção de riquezas geológicas e paleontológicas. Com 10 mil km² de extensão, a chapada do Araripe reúne um terço de todos os pterossauros (répteis alados) descritos no planeta e mais de 20 ordens diferentes de insetos fossilizados, com idades entre 70 e 120 milhões de anos.

**AMAZÔNIA NA INTERNET** • Conhecer melhor as divisões da Amazônia Legal, que ocupa quase dois terços do território brasileiro, ficou mais fácil com a veiculação na internet do mapa de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) dos nove estados da região. A página traz um mapa interativo que permite clicar na área desejada e obter informações, em linguagem simples, sobre as formas de uso da terra permitidas no local, a existência de áreas protegidas ou de terras indígenas. A produção do macromapeamento, realizada em um período de dois anos, possibilitou a padronização dos mapas antes dispersos em cada estado. A iniciativa pode ser conferida no portal do Ministério do Meio Ambiente, no endereço [www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/\\_arquivos/index.html](http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/index.html)

**Amir Ordacgi Caldeira**

*Instituto de Física Gleb Wataghin,  
Universidade Estadual de Campinas (SP)*



## Computação quântica: realidade ou precipitação?

**No último dia 13 de fevereiro, uma companhia canadense apresentou publicamente o 'Orion', nome dado ao que foi amplamente divulgado, na imprensa brasileira e internacional, como o primeiro computador quântico do mundo.**

**Na realidade, trata-se do protótipo de um processador composto por 16 *q-bits* (*bits* quânticos) cuja funcionalidade foi demonstrada pela resolução de alguns problemas lógicos. Apesar de o dispositivo ainda contar com um número de elementos muito pequeno (o que não o candidata a competir com nenhuma máquina convencional de computação), a empresa promete apresentar um processador com 1.024 *q-bits* até o final do ano que vem. Nesse caso, estaríamos, sem dúvida, diante de outro patamar de eficiência, o que certamente viabilizaria definitivamente a idéia da tão almejada computação quântica.**

**A** reação gerada pelo 'Orion', dispositivo apresentado pela companhia D-Wave Systems, foi muito variada: de mensagens eletrônicas de pleno entusiasmo dos que torcem por um desenvolvimento relâmpago da computação quântica até declarações mais céticas de profissionais que coordenam programas destinados à viabilização de projetos nessa área. Minha intenção neste artigo é explicar ao leitor o porquê dessa segunda posição, um tanto ortodoxa, defendida por renomados cientistas da área. Antes, porém, vou apresentar alguns conceitos para situar o leitor nesse debate.

Os computadores convencionais funcionam com base na lógica binária. Todas as funções possíveis em uma dessas máquinas (por exemplo, geração e armazenamento de mensagens ou operações matemáticas) são executadas pela codificação dos elementos a serem usados (letras, números ou símbolos de pontuação) por números de um sistema binário. Isso significa que todos os símbolos que precisamos são representados por uma série de 'zeros' e 'uns' que se dispõem alternadamente. Por exemplo, enquanto precisamos de 10 símbolos para descrever os números no sistema decimal (0, 1, ..., 9), são necessários apenas dois (0 e 1) para descrevê-los no sistema binário (de-

composição em potências de 2). Por exemplo, o número 4 pode ser escrito nesse sistema como  $4 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$ , que representamos pela seqüência ordenada dos três algarismos que multiplicam as potências de 2 envolvidas, ou seja, 100. Assim, podemos codificar tudo o que necessitarmos por longas seqüências compostas pelos algarismos 0 e 1.

Para fazer composições ou operações com essas seqüências, precisamos, obviamente, gerá-las fisicamente. Assim, cada algarismo da seqüência deverá ser gerado por algum elemento físico que, quando excitado, responde com 0 ou 1. Esses são os chamados *bits*, abreviatura para (*bi*)nary *digi*(t). Várias são as possibilidades de implementação dos *bits*: por exemplo, um pequeno circuito elétrico fabricado de forma a conduzir corrente elétrica se sujeito a uma voltagem maior que um determinado valor (mas que não produz qualquer corrente se a voltagem for menor que esse valor de referência). Nesse caso, associamos o algarismo 1 à presença de corrente; e 0, à sua ausência. Compondo, então, vários desses minúsculos circuitos, podemos gerar a seqüência que quisermos. Os computadores que conhecemos em nosso cotidiano, apesar de extremamente complexos, baseiam-se em idéias simples, como a descrita aqui.

Outro processo que nos surpreende a cada dia é o da miniaturização dos dispositivos usados nos computadores convencionais. Isso se reflete no tamanho das máquinas disponíveis no mercado hoje em dia. Um simples *laptop* tem atualmente uma capacidade computacional muito maior que grandes máquinas da década de 1960. O processo de miniaturização aqui mencionado se deve a avanços relativos à manipulação da matéria em escalas de comprimento que já chegam a nanômetros, ou seja, um bilionésimo ( $10^{-9}$ ) do metro.

Por outro lado, nessa escala de comprimento, algo novo entra em cena: a mecânica quântica. Desenvolvida no começo do século passado, essa nova teoria é a única forma de se descrever os inusitados efeitos apresentados pela física dos átomos, das moléculas e partículas subatômicas (ou elementares). A mecânica quântica nos traz novos conceitos, como o princípio da incerteza e a dualidade onda-partícula, entre outros. A explicação de todos esses conceitos já forneceria material suficiente para a elaboração de outro artigo de divulgação científica, e, portanto, vou procurar me ater ao tema principal.

O efeito quântico de interesse imediato para nós está presente em sistemas que respondem com 0 ou 1 a uma determinada excitação, mas que, se convenientemente miniaturizados, apresentam uma sobreposição dessas possíveis realizações. Em nosso exemplo do circuito elétrico, teríamos uma situação esdrúxula na qual as duas alternativas, ter ou não corrente elétrica, existiriam ao mesmo tempo. Muito estranho, mas é o que ocorre na mecânica quântica. É assim que certas configurações atômicas e moleculares se comportam. A esses novos *bits*, dá-se o nome de *q-bits* – abreviatura de (*q*)*uantum bit*.

Para imaginar o que ocorre

## Uma grande fração da comunidade científica envolvida na disputa de qual seria o melhor candidato a *q-bit* defende o uso de dispositivos de dimensões extremamente reduzidas, mas que ainda possam ser acessados pela eletrônica dos processadores convencionais

em um processador quântico, devemos compor vários desses elementos, como fizemos no processador convencional. Entretanto, devido à possibilidade da sobreposição de alternativas, as seqüências de ‘zeros’ e ‘uns’ que resultariam de *bits* convencionais podem agora coexistir entre várias realizações. Por exemplo, as seqüências 001000111..., 111000111..., 000001111... etc. podem existir ao mesmo tempo, ou seja, várias possíveis histórias podem ocorrer simultaneamente! É esse o efeito que possibilitaria se fazer a chamada computação paralela com um único processador quântico.

Em face dessa breve explicação, o leitor poderia se perguntar se não seria apropriado o uso de sistemas atômicos como *q-bits*. A resposta é sim, mas, apesar do avanço já mencionado sobre a manipulação de sistemas nanométricos, acessar *q-bits* na escala atômica ou molecular não é uma tarefa das mais elementares. Por isso mesmo, uma grande fração da comunidade científica envolvida na disputa de qual seria o melhor candidato a *q-bit* defende o uso de dispositivos de dimensões extremamente reduzidas, mas que ainda possam ser acessados pela eletrônica dos processadores convencionais. Um dos candidatos que melhor se encaixa nessa descrição é

um parente próximo do circuito acima apresentado, o Squid (sigla, em inglês, para Interferômetro quântico supercondutor).

Esse dispositivo é um anel supercondutor sobre o qual há uma pequena constricção. Quando as dimensões desse objeto são suficientemente grandes, ele funciona como um medidor de intensidade de campos magnéticos (magnetômetro) de alta sensibilidade. Por outro lado, quando o diâmetro do anel é menor que um micron (um milionésimo do metro), esse objeto funciona, quando submetido a temperaturas menores que 1 K (272,16°C negativos), como um átomo gigante e pode apresentar diferentes efeitos quânticos. Quando sujeito a um campo magnético externo de determinado valor, o Squid apresenta duas configurações estáveis de corrente supercondutora (ou seja, corrente que flui sem resistência elétrica), que passo a chamar de ‘1’ e ‘0’, por analogia com o circuito introduzido anteriormente. Na realidade, essas correntes fluem nos sentidos horário e anti-horário. Esse é o chamado *q-bit* de fluxo.

O fato de o Squid se comportar quanticamente nos diz que essas duas configurações de corrente podem coexistir, fenômeno denominado coerência quântica macroscópica. Portanto, poderíamos indicá-lo como o candidato ideal para desempenhar o papel de um ▶

## Para que haja a confirmação inequívoca de que o ‘Orion’ seja realmente um computador quântico, outros laboratórios deverão ser capazes de reproduzir o funcionamento de um dispositivo construído com as mesmas características

*q-bit* e juntar vários deles em um processador quântico.

Entretanto, há outro efeito que não foi considerado nesta análise. Devido ao seu tamanho (ainda que extremamente pequeno), os Squids acessíveis à eletrônica convencional sofrem forte influência do meio em que são construídos ou até do ruído intrínseco (flutuação) da corrente dissipativa que transportam juntamente com a corrente supercondutora. Essa influência aleatória e incontornável do ambiente e/ou do ruído destrói a coerência quântica necessária para a preservação da coexistência das diferentes configurações de corrente, e o Squid pode tornar-se um *bit* convencional em um intervalo de tempo muito curto. Esse efeito é conhecido na literatura especializada por descoerência e é um dos maiores empecilhos para a viabilização da computação quântica por *q-bits* supercondutores.

A descoerência torna-se ainda mais importante à medida que juntamos um maior número de Squids para formar o processador quântico. No momento, ainda não há previsão teórica geral de como esse efeito poderia variar com o aumento do número de *q-bits*. Entretanto, tudo indica que a descoerência vá depender tanto da arquitetura do processador quanto da forma com que os *q-bits* interajam entre si.

Apesar de haver inúmeros candidatos a *q-bits* vindos de outras

áreas da física, vamos nos restringir apenas ao *q-bit* supercondutor de fluxo, por ter sido esse, aparentemente, o usado no ‘Orion’.

Tendo apresentado ao leitor algumas questões básicas que cercam a computação quântica, passo agora a discutir como o dispositivo lançado pela D-Wave Systems se insere no processo de desenvolvimento do computador quântico.

Tão logo a idéia da computação quântica começou a tomar vulto, vários governos e empresas privadas começaram a investir pesadamente na área. IBM, Microsoft e HP são apenas algumas das mais conhecidas companhias que participam dessa corrida. No âmbito universitário, o interesse pela área também floresceu, e muitos projetos envolvendo um grande número de instituições foram lançados em vários países (no Brasil, por exemplo, há o Instituto do Milênio de Informação Quântica, apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) ou até entre diferentes nações. No caso particular dos *q-bits* de fluxo, algumas das instituições envolvidas em seu desenvolvimento são as norte-americanas IBM; Universidade da Califórnia, em Berkeley; NIST (sigla, em inglês, para Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia); e Universidade de Nova York, em Stonybrook; bem como o Instituto Kavli de Nanociência, em Delft (Holanda).

O primeiro passo para a viabilização desse *q-bit* seria o controle preciso da coerência quântica macroscópica em Squids, ou seja, garantir que a sobreposição de estados correntes (no caso, a corrente fluindo nos dois sentidos simultaneamente) exista sem qualquer ambigüidade. Posteriormente, deve-se tentar minimizar o efeito da descoerência sobre esse elemento, para que ele possa realmente apresentar a sobreposição por um tempo relativamente longo (aqui, tempo longo significa que a sobreposição dure o suficiente para que várias operações lógicas possam ser efetuadas).

A segunda etapa consiste em se acoplar vários Squids, controlar a interação entre eles e a forma pela qual a descoerência varia à medida que esse número aumenta. Há ainda problemas como o da inicialização do sistema (criação de uma configuração de referência) ou da leitura das configurações de saída, mas iremos considerar apenas os dois primeiros na discussão abaixo.

Se o dispositivo apresentado pela D-Wave for mesmo um processador quântico, imagina-se que, pelo menos, essas etapas tenham sido vencidas. Entretanto, os resultados apresentados por vários grupos de pesquisa em empresas, universidades e centros especializados, todos de inquestionável competência, sugerem que esse não é o caso. A obtenção da sobreposição quântica requer técnicas experimentais muito sofisticadas, e o mesmo ocorre com o controle da descoerência. Os grupos ativos nessa área ainda estão se debatendo com essas questões nos casos de apenas dois ou três *q-bits*.

A D-Wave não emitiu qualquer informação de como essas medidas de controle foram tomadas em seu processador. Aliás, nem mesmo uma explicação clara dos *q-bits* usados foi fornecida pela companhia. Mesmo que isso te-

nha ocorrido por uma questão de segredo industrial, a parte relativa ao processo físico envolvido poderia ter sido divulgada por meio de publicações científicas, o que ainda colocaria a empresa na liderança da pesquisa básica na área. Nada disso foi feito. O diretor técnico da companhia, Geordie Rose, afirmou que o objetivo da D-Wave não é a publicação de trabalhos científicos, mas sim o da criação de produtos industriais. Entretanto, para que haja a confirmação inequívoca de que o 'Orion' seja realmente um computador quântico, outros laboratórios deverão ser capazes de reproduzir o funcionamento de um dispositivo construído com as mesmas caracterís-

ticas (lembremo-nos de que a reprodutibilidade dos resultados é um ponto fundamental no método científico).

Na realidade, há até declarações conflitantes de executivos da empresa. Enquanto alguns afirmam que o 'Orion' é um computador quântico, outros declaram o contrário, reconhecendo que o processador, do ponto de vista quântico, não é integralmente coerente. Assim sendo, o que exatamente é esse dispositivo?

Por outro lado, mesmo que estejamos diante de um dispositivo quântico, restaria ainda garantir o aumento de desempenho do produto. Sem saber como essa arquitetura particular permitiu a

eliminação quase total da descoerência, até onde se pode acreditar no funcionamento do dispositivo com, por exemplo, 1.024 *q-bits*?

Há ainda vários pontos que podem ser questionados sobre o funcionamento do 'Orion' como um computador quântico, mas, para analisá-los em sua plenitude, precisaríamos de maior conhecimento técnico, o que não cabe em um artigo como este.

Para finalizar, gostaria de enfatizar que as críticas ao dispositivo da D-Wave têm sido feitas por pesquisadores altamente qualificados e que apenas querem entender o processo que permitiu à D-Wave ter dado, supostamente, um salto tão grande. ■

# Dê um brilho especial a suas aulas.

## Use os livros desta coleção.

Ciência Hoje na Escola é uma série de 12 livros paradidáticos que abordam temas da atualidade e abrangem diversas áreas do conhecimento. Cada volume é composto por artigos escritos por alguns dos melhores pesquisadores do país. Todos os livros contêm índice por palavra-chave e um caderno especial para auxiliar o trabalho do professor em sala de aula. Bem ilustrados, os volumes trazem ainda experimentos que apóiam as atividades curriculares.

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

**PELO TELEFONE:** 0800-7278999



A MELHOR DA SALA  
Ela não pode faltar

CONHEÇA OS TÍTULOS DA COLEÇÃO

Céu e Terra  
Bichos  
Corpo Humano e Saúde  
Meio Ambiente e Águas  
Ver e Ouvir  
Química do dia-a-dia  
Tempo e espaço  
Matemática  
Evolução  
Geologia  
Sexualidade  
Eletricidade

# Nova arma contra o papilomavírus humano

Wyara E.J. Castro Mesquita  
Kátia K.V. Oliveira Moura

Departamento de Biologia e Biomedicina, Universidade Católica de Goiás  
e Núcleo de Pesquisas Replicon

O câncer de colo do útero está freqüentemente associado ao papilomavírus humano (HPV), um vírus de DNA que tende a se instalar no tecido epitelial mucoso. Os exames ginecológicos de rotina são importantes para detectar esse tipo de infecção, mas a confirmação e a definição do tipo de vírus só são possíveis por meio de exames moleculares. Uma vacina contra o HPV desenvolvida recentemente tem apresentado resultados positivos, aplicando-se, no entanto, a mulheres que não tiveram contato com o vírus. Embora essa vacina seja um grande avanço na busca da cura do câncer de colo uterino, exames preventivos e sexo seguro ainda são as melhores formas de prevenção.

Altamente prevalente, o HPV é detectado em 10% a 20% da população sexualmente ativa entre 15 e 50 anos. Nos órgãos genitais, manifestam-se de duas formas: por meio de verrugas (que podem aparecer na vagina, no pênis ou no ânus) ou de uma forma microscópica que costuma infectar o pênis, a vagina e o colo do útero. No Brasil, o câncer de colo uterino é o segundo tipo mais freqüente de neoplasia em mulheres, perdendo apenas para o câncer de

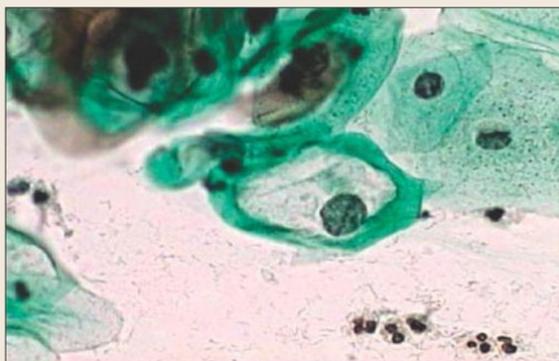
mama. Em algumas regiões do país, como o Norte e o Nordeste, a incidência daquele tipo de tumor está entre as mais altas do mundo.

Em humanos, já foram descritos mais de 100 tipos de HPV, dos quais aproximadamente 30 infectam a mucosa genital. Alguns são considerados de baixo risco oncogênico (HPV 6, 11, 42, 43 e 44); outros, de alto risco oncogênico (HPV 16, 18, 31, 33, 35, 45, 51, 52 e 56). Esses últimos estão presentes em 99,7% dos casos de câncer invasivo do útero, a exemplo do tipo 16, detectado em cerca de 50% a 80% das lesões malignas do colo cervical uterino.

Os vírus não se auto-reproduzem, dependendo assim das células do hospedeiro para sua multiplicação. A infecção inicial ocorre na camada basal do epitélio. Após a invasão, o HPV integra seu DNA ao da célula, que acaba por copiar e reproduzir o vírus. Ao se dividir, essas células infectadas distribuem o DNA do vírus entre as células-filhas.

A transmissão se dá a partir do contato direto durante relações sexuais sem proteção, podendo ocorrer ainda por contato manual ou durante um parto normal. Uma característica importante do HPV é que ele pode ficar longo tempo instalado nas células sem se manifestar, entrando em ação em situações especiais, como, por exemplo, durante a gravidez ou em fase de estresse, quando as defesas do organismo costumam ficar comprometidas. Em geral, a infecção não apresenta sintomas. Às vezes a mulher sente leve coceira e dor durante a relação sexual.

Comumente a infecção não resulta em câncer, mas está comprovado que 99% das mulheres que tiveram câncer no colo uterino haviam sido infectadas pelo HPV. Nos estágios iniciais a infecção pode ser tratada com sucesso em 90% dos casos. Mas a prevenção é a melhor arma contra o vírus, devendo a mulher se submeter a exames do colo uterino a cada seis



Células vaginais contaminadas pelo vírus HPV, que normalmente se aloja em tecido epitelial mucoso

IMAGEM EXTRAÍDA DE WWW.DIACUEM.BR/LANCAMENTO\_EDRMA.HTM



A vacina, aprovada recentemente no exterior e já comercializada no Brasil, combate o câncer de colo do útero provocado pelos tipos 6, 11, 16 e 18 do vírus HPV

meses. O exame consiste na coleta de muco cervical para análise citológica, que verifica a presença de lesões celulares.

Existem, porém, técnicas mais avançadas para se detectar o HPV, como a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), que registra a presença do DNA do vírus. Ao contrário dos exames citológicos, que só oferecem diagnóstico positivo se houver lesões celulares, a PCR permite que o vírus seja detectado antes mesmo do surgimento dessas lesões. A PCR indica ainda o tipo de HPV responsável pela infecção, o que antes só era possível com a biópsia do tecido lesionado.

Embora o HPV seja o principal causador do câncer de colo do útero, ele não é o único responsável pela doença. A contaminação pelo vírus nem sempre leva ao câncer. Outros fatores – como início precoce da vida sexual, promiscuidade sexual sem proteção, grande número de partos normais, baixa imunidade e tabagismo – potencializam a ação do vírus e estão associados (principalmente os dois primeiros fatores) ao câncer de colo uterino causado por HPV.

## A vacina

A incidência e a mortalidade por câncer cervical têm caído, em parte graças ao diagnóstico precoce e ao tratamento das lesões, cujo rastreamento por citologia tem tido sucesso e servido de modelo para outros tipos de tumores. Diversos estudos revelam que muitos casos de câncer de colo uterino poderiam ser evitados caso os exames preventivos fossem realizados com frequência. Embora se submetam adequadamente a essas investigações, algumas mulheres ainda vão desenvolver câncer de colo do útero. Mas, com o uso da técnica PCR para diagnóstico, o número de casos da doença deve diminuir cada vez mais.

Desenvolvida recentemente após inúmeros estudos, a vacina contra o HPV já está disponível para os tipos 16 e 18 (responsáveis por 70% dos casos de câncer de colo uterino) e para os tipos 6 e 11, que respondem por 90% das verrugas genitais. A vacina, produzida em laboratório a partir do DNA do próprio HPV, induz a produção de anticorpos que neutralizam o vírus, impedindo futura infecção. Aprovada pela agência norte-americana que controla drogas e alimentos (FDA), a vacina – denominada Gardasil – chegou à rede privada de saúde brasileira em outubro de 2006. O teste da vacina envolveu 25 mil mulheres com idade entre 16 e 23 anos em 33 países.

O novo produto é indicado a mulheres de nove a 26 anos e funciona melhor em meninas que ainda não iniciaram a vida sexual, não tendo tido, portanto, contato com o HPV. Como já foi dito, a vacina não protege pessoas já infectadas pelo vírus. Mas pode beneficiar mulheres já expostas, uma vez que dificilmente alguém se infecta com os quatro tipos de uma vez. A vacinação é feita em três doses. A segunda aplicação se dá dois meses após a primeira, e a terceira seis meses após a dose inicial. Acredita-se que a proteção dure pelo menos cinco anos, mas ainda são necessários estudos que confirmem esse dado. Nos Estados Unidos, a dose de Gardasil custa US\$ 120 (em torno de R\$ 260), valor que dificulta sua entrada na rede pública.

No Brasil, outra vacina contra o HPV passa por testes em animais de laboratório. Desenvolvida pela Universidade de São Paulo e pelo Instituto Butantan, ela se aplica aos tipos 16 e 18 do vírus. Vale lembrar que a vacina tem função preventiva, não possuindo qualquer efeito terapêutico.

Segundo seus fabricantes, ela é 100% eficaz. Entre as mulheres que a receberam, nenhuma teve câncer cervical ou lesões pré-cancerosas nos dois anos posteriores ao recebimento das três doses. Em um grupo de mulheres não vacinadas, 21% tiveram registro de lesões no útero ou câncer cervical. O desenvolvimento da vacina significa um grande avanço nas pesquisas, mas ainda é cedo para dizer se realmente solucionará o problema. Não se deve esquecer que ela se destina ao combate de apenas quatro tipos de HPV.

Como a promiscuidade sexual é o principal fator de risco para a infecção genital pelo HPV, o uso de preservativos tem grande importância na prevenção das doenças transmitidas pelo vírus. O preservativo masculino protege as áreas que estão em contato com ele, mas não evita a contaminação de outras regiões. Assim, o dispositivo pode reduzir, mas não eliminar, o risco de transmissão do HPV. Já o preservativo feminino tem maior poder de proteção, por ser mais amplo. Estudos mostram que o uso de preservativos pode acelerar a regressão da neoplasia intra-epitelial cervical em mulheres.

No momento, o mais aconselhável é investir em sexo seguro, para evitar o HPV e outras doenças sexualmente transmissíveis, e realizar exames preventivos periodicamente, até que a vacina se torne acessível a todos. ■

# Impacto da urbanização na vida aquática amazônica

O crescimento desordenado de cidades da Amazônia tem provocado a derrubada de florestas e a poluição de áreas que deveriam estar sob permanente proteção, como os igarapés e a vegetação que margeia esses corpos d'água. Além de sofrer perdas estéticas, econômicas e recreativas, tais ambientes perdem também biodiversidade. Pesquisa sobre a fauna de igarapés nas grandes cidades – como a que realizamos em 2003 em Manaus – pode indicar o grau de comprometimento de sua diversidade biológica diante das mudanças impostas pela urbanização. Por **Sheyla R. M. Couceiro**, do Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, **Neusa Hamada**, da Coordenação de Pesquisas em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, e **Sérgio L. B. Luz**, do Centro de Pesquisas Leônidas e Maria Deane, Fundação Oswaldo Cruz (Manaus).

**N**os últimos anos, países em desenvolvimento têm valorizado cada vez mais as águas urbanas como recurso natural e como elemento importante para o bem-estar social. A escassez de água em algumas áreas do globo e a mortalidade humana associada a doenças de veiculação hídrica, como cólera e hepatite, estão entre os principais responsáveis por essa nova mentalidade. Anualmente, estimativas mun-

diais indicam que 3,4 milhões de pessoas, sobretudo crianças, morrem em consequência de doenças veiculadas pela água.

Na América Latina, cerca de 70% da população vivem em cidades. Assim, os projetos de preservação devem envolver as áreas urbanas, procurando mantê-las em condições de serem usufruídas esteticamente, econômica e recreativamente pela população. No Brasil, pouca ou nenhuma providência tem sido tomada para preservar ou restaurar os cursos d'água urbanos.

Fundada em meio à floresta Amazônica, às margens do rio Negro, Manaus é hoje a maior cidade da Amazônia. Sua área urbana possui uma rede de drenagem composta por inúmeros igarapés (nome pelo qual são conhecidos os riachos na região Norte), resultando em um complexo sistema de relações que envolve a floresta, animais, água e população humana. Nesse sistema, qualquer perturbação, como a

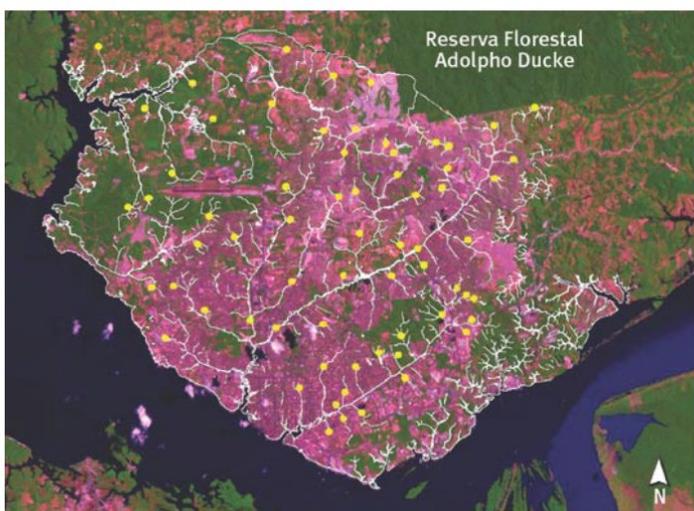


Imagem da área urbana de Manaus tomada pelo satélite LandSat, que mostra parte da hidrografia da região, inclusive os igarapés estudados (pontos amarelos), e a Reserva Florestal Adolpho Ducke, fragmento florestal que sofre pressão dos bairros construídos em suas imediações

FOTOS DE SHEYLA R.M. COUCEIRO



O desmatamento das áreas invadidas é o primeiro passo para a destruição dos igarapés



Canos lançam o esgoto não tratado das residências diretamente nos cursos d'água



Lixo se acumula em igarapés de áreas florestadas



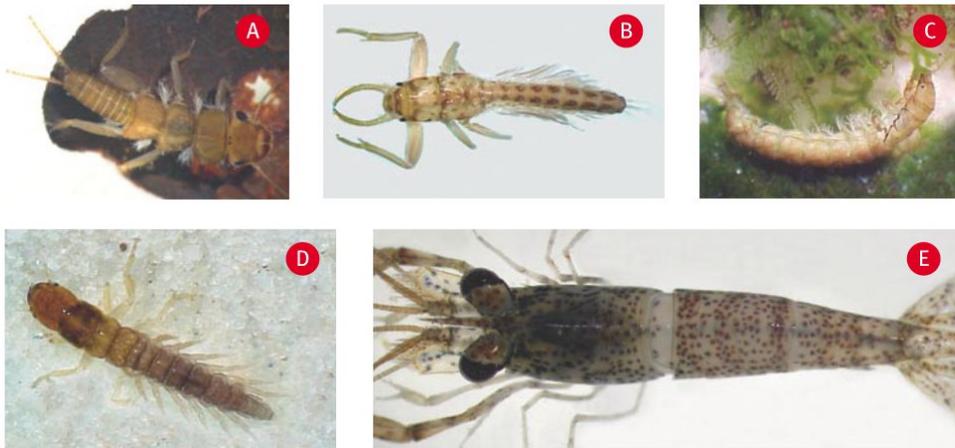
Igarapé 'urbanizado' após remoção da vegetação marginal. O impacto é causado também por obras do governo do estado

remoção da floresta ou a poluição de cursos d'água, ocasiona mudanças que repercutem não só na flora e na fauna, mas também na população humana.

Com raras exceções, os igarapés da área urbana de Manaus perderam sua mata ciliar, que margeia os cursos d'água. Essa vegetação – por lei, uma área de preservação permanente – é essencial na manutenção de rios e igarapés, pois propiciam, com a queda de folhas, galhos, frutos e flores, alimento para peixes e outros organismos. Além disso, evita a perda de sedimento para o curso d'água e o assoreamento de seu leito. A situação é agravada pelo despejo de esgoto doméstico não tratado nas águas da grande maioria dos igarapés. Em Manaus, a rede de coleta de esgoto cobre 3% das residências, e aproximadamente 50% das casas têm fossas sépticas.

O crescimento de Manaus vai aos poucos reduzindo as áreas de floresta da cidade, deixando apenas fragmentos em meio a moradias muitas vezes construídas às margens dos igarapés. Assim, mesmo as áreas de conservação, protegidas por lei, não estão livres dos efeitos causados pela ocupação desordenada, como é o caso do Parque Municipal do Mindu, fragmento florestal urbano da capital amazonense cortado pelo igarapé que lhe dá nome. Esse igarapé nasce fora dos limites do parque e recebe o despejo de esgoto *in natura* de casas dos bairros por onde passa. Chega, portanto, ao parque já poluído e com forte mau cheiro, propiciando habitats em que proliferam potenciais vetores de doenças.

Até áreas distantes do centro urbano têm sua proteção ameaçada pela crescente urbanização de ▶



Larvas de insetos das ordens Plecoptera (A), Ephemeroptera (B), Trichoptera (C) e Megaloptera (D), além de camarão (E), foram coletados em igarapés preservados da área urbana de Manaus. Esses organismos usam o substrato (como folhas, por exemplo) para construir abrigo

Manaus, a exemplo da Reserva Florestal Adolpho Ducke, que pertence ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Antes considerada em área rural, hoje está cercada por bairros criados há poucos anos por invasões. Algumas nascentes dos igarapés da reserva, localizadas perto de seus limites, correm o risco de se tornar poluídas.

Levantamentos recentes indicam que anualmente mais de 22 mil km<sup>2</sup> de margens de cursos d'água em florestas tropicais são afetados pelo desmatamento e que há poucos dados acerca dos efeitos ecológicos sobre as comunidades aquáticas. De 1991 a 2001 foram publicados menos de 30 estudos, em todo o mundo, indicando os efeitos do desmatamento sobre a fauna ou a flora de rios.

Na Amazônia, o aumento da população humana está diretamente relacionado com a ampliação do desmatamento. A redução de habitat e a degradação são as principais causas da perda de espécies relacionadas com urbanização. Para traçar planos de recuperação ou conservação dos cursos d'água urbanos, é preciso que se conheça adequadamente a fauna que vive nesses ecossistemas.

### Desmatamento e poluição orgânica

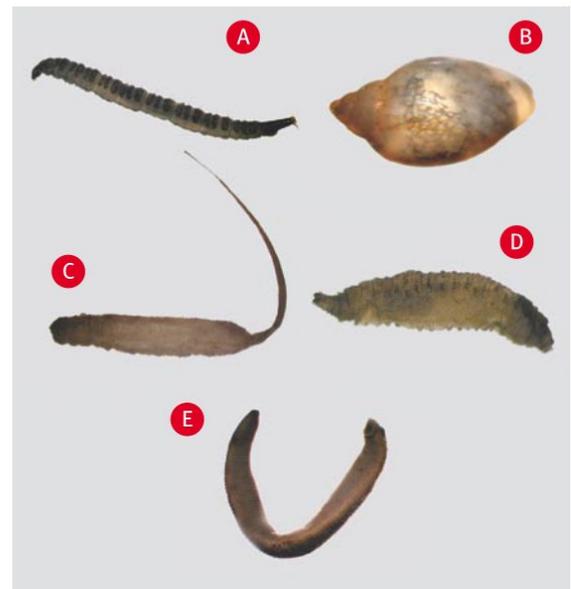
Nos meses de outubro e novembro de 2003 avaliamos a situação de 65 igarapés na área urbana de Manaus, utilizando como ferramenta algumas variáveis abióticas (como taxa de desmatamento no entorno dos igarapés) e variáveis voltadas para a caracterização de suas águas, como concentração de oxigênio dissolvido na interface com o leito, pH, condutividade elétrica e taxa de nitrogênio total e fósforo total. Valores elevados de nitrogênio e fósforo em águas urbanas indicam que o sistema está poluído por esgoto doméstico, principalmente pelo despejo de dejetos orgânicos e detergentes.

As variáveis mencionadas foram analisadas juntamente com a fauna de macroinvertebrados aquáticos (insetos, camarões, caranguejos, minhocas e sanguessugas), com o objetivo de verificar seus efeitos sobre a riqueza (número de táxons), densidade (quantidade de indivíduos por m<sup>2</sup>) e composição (táxons que constituem a comunidade) desses organismos.

Os macroinvertebrados foram escolhidos para esse estudo por serem utilizados em várias partes do mundo para indicar a qualidade das águas. Sua composição e abundância refletem as condições do ambiente. Além

disso, desempenham papel crucial na manutenção do ecossistema, uma vez que realizam a ciclagem de nutrientes (transformando matéria orgânica, como folhas, em pequenos detritos, por exemplo) e são um elo importante na cadeia trófica (alimentam-se de outros organismos e servem de alimento para algumas espécies de aves, peixes e outros animais aquáticos).

Nossas análises indicaram que 80% dos igarapés apresentavam características ambientais típicas de áreas alteradas pelo desmatamento e pela poluição orgânica: altos valores de pH e condutividade elétrica e baixos valores de oxigênio dissolvido na



Larvas de insetos da ordem Diptera – Psychodidae (A), Syrphidae (B), Ephydriidae (C) –, além de molusco (D) e sanguessuga (E), foram encontrados em abundância em igarapés impactados

água. O levantamento da fauna de macroinvertebrados aquáticos revelou o predomínio de organismos tolerantes a vários níveis de perturbação causada pelo homem.

O desmatamento e a poluição orgânica são responsáveis pela reduzida diversidade da fauna de macroinvertebrados encontrados em nossos levantamentos. Os grupos dominantes foram insetos da ordem Diptera (Chironomus, Ceratopogonidae, Psychodidae, Syrphidae e Ephydriidae), minhocas e sanguessugas, que são típicos de ambientes impactados e ocorrem em baixa densidade – ou não estão presentes – em igarapés preservados. Nestes, como os da Reserva Florestal Adolpho Ducke, a fauna de macroinvertebrados esteve representada principalmente por famílias das ordens Trichoptera, Plecoptera, Ephemeroptera e Megaloptera, e pelas famílias Simuliidae e Chironomidae, da ordem Diptera. Tais ordens, características de ambientes não perturbados, estavam ausentes ou tiveram baixa representatividade nos igarapés que estudamos.

O comprometimento da biodiversidade se verificou mesmo em níveis taxonômicos menos refinados, como família. Das 11 famílias da ordem Trichoptera e das duas da ordem Megaloptera observadas na reserva Adolpho Ducke, só nove da primeira e uma da segunda foram observadas nos igarapés da área

urbana de Manaus. A ordem Plecoptera tem apenas uma família na região, com três gêneros. Nos igarapés urbanos constatou-se a presença de apenas dois indivíduos de um único gênero. Além disso, boa parte da fauna de ambientes não perturbados só foi observada em igarapés urbanos situados em pequenos fragmentos florestais. Não houve correlação significativa entre a densidade de macroinvertebrados e as variáveis abióticas investigadas.

Se o crescimento desordenado de Manaus não for detido, assistiremos a perdas contínuas da biodiversidade dos cursos d'água das áreas urbanas ainda não impactados. Afinal, as invasões para construção de novas moradias não respeitam as áreas de proteção permanente, como a vegetação que margeia os igarapés e os próprios igarapés. Para evitar que isso ocorra, são necessárias medidas preventivas, como preservação da mata ciliar e conscientização da população, que deve ser incentivada a construir fossas sépticas. A preservação de áreas próximas a igarapés, vale lembrar, evita problemas sociais e econômicos no futuro, uma vez que é mais fácil evitar impactos do que recuperar áreas degradadas, um processo lento e oneroso. É preciso ainda restaurar os cursos d'água da área urbana, desviando para tubulações o esgoto lançado em seu leito e recuperando a vegetação que protege suas margens. ■

**Einstein**

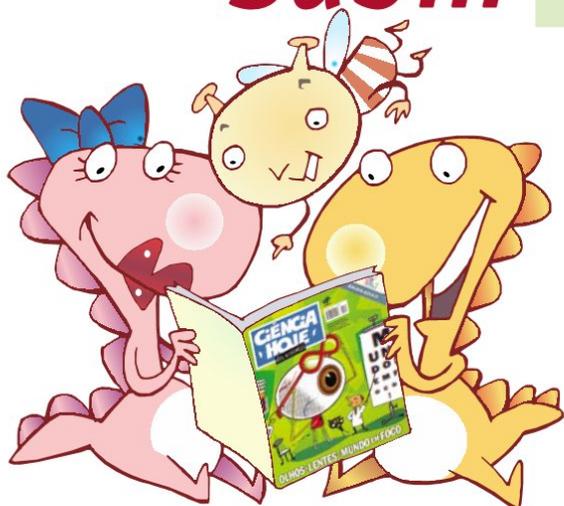
**Pasteur**

**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)

**ECOLOGIA** População da árvore preferida pela ave para fazer o ninho tende a diminuir

# Ameaça futura para a arara-azul

A arara-azul precisa, para se reproduzir, de ninhos amplos e protegidos da chuva e de predadores. No Pantanal Mato-grossense, os ninhos naturais dessa ave, em sua grande maioria, são encontrados em apenas uma árvore, o manduvi. Essa dependência levou o Projeto Arara Azul a investigar a idade em que essa árvore atinge o tamanho adequado para comportar os ninhos. O estudo revelou que os manduvis com ninhos de araras-azuis têm entre 60 e 90 anos de idade, fato que, somado à perda constante de indivíduos jovens dessa árvore na região pantaneira, em função do desmatamento, indica que a disponibilidade de ninhos naturais para a arara-azul tende a diminuir nas próximas décadas. Por **Antônio dos Santos Júnior**, do Instituto Arara Azul, **Iria H. Ishii**, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (campus Corumbá), e **Neiva M. R. Guedes**, do Projeto Arara Azul, da Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal.

FOTO DE M. STAFFORD / ARQUIVO PROJETO ARARA AZUL

Figura 1. Fêmea de arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) ocupando cavidade-ninho em árvore adulta de manduvi, na fazenda Caiman

**A** arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) é o maior dos integrantes da família dos psitacídeos, atingindo mais de 1 m de comprimento (figura 1). Essa ave tem hábitos sociais, formando populações sedentárias que podem fazer pequenas migrações diárias para alimentação e/ou reprodução. A espécie é apontada como ameaçada de extinção no Livro Vermelho de Espécies Ameaçadas, da União Internacional pela Conservação da Natureza (IUCN), e na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). No Mato Grosso do Sul, a Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (Uniderp) desenvolve o Projeto Arara Azul, que envolve a pesquisa, o manejo e a conservação dessa espécie.

Iniciado em 1990, diante da constatação do declínio da população da ave na região do Pantanal, o projeto identificou como os principais fatores envolvidos nesse problema a captura de exemplares para o comércio ilegal de animais silvestres e a descaracterização do seu habitat por queimadas ou desmatamentos. Na execução do projeto, biólogos,



FOTO DE ANTÔNIO JR.

veterinários, assistentes de pesquisa, fazendeiros e estudantes dividem ações que vão desde estudos sobre reprodução e comportamento da espécie e sobre o seu hábitat até atividades de educação ambiental. Hoje, são monitorados cerca de 3 mil indivíduos da espécie, distribuídos em uma área de 400 mil hectares no Pantanal sul-mato-grossense, onde existem 386 ninhos naturais e 202 artificiais. Os ninhos artificiais, projetados pelos pesquisadores de acordo com as necessidades da arara-azul, são construídos e instalados em árvores nas áreas em que a espécie vive.

As ações do projeto e seus resultados envolveram grande parte da população do Mato Grosso do Sul e expandiram-se para o resto do Brasil e países vizinhos. Peões e fazendeiros passaram a apoiar o trabalho e hoje têm orgulho das araras que povoam a região. Os principais resultados de mais de 16 anos de trabalho são a ampliação da população de araras-azuis, que praticamente dobrou na área monitorada, e o manejo e a recuperação de mais de 180 ninhos naturais e artificiais. Além disso, estudos sobre as relações ecológicas de outras espécies de aves no Pantanal também têm sido desenvolvidos, entre elas a arara-vermelha (*Ara chloroptera*), a arara-canindé (*Ara ararauna*) e o gavião-relógio (*Micrastur semitorquatus*).

## A importância do manduvi

Em 2004 o Projeto Arara Azul iniciou, em parceria com a Universidade Federal de Mato Grosso do

Sul (UFMS), uma nova pesquisa, apoiada pela Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, para estudar aspectos da população de manduvis (*Sterculia apetala*) (figura 2), árvore de grande porte que ocorre no Pantanal, dentro de fragmentos florestais naturais. O principal motivo desse estudo é o fato de que essa árvore abriga 94% dos ninhos de araras-azuis no Pantanal, sendo por isso considerada uma espécie-chave para a conservação dessa bela ave na região.

A grande questão a ser respondida por essa nova pesquisa era: em que idade o manduvi passa a abrigar cavidades-ninho para a arara-azul no Pantanal? A resposta permitiria sugerir medidas de manejo para a população de manduvi e dos ambientes no Pantanal que abrigam essa árvore, para promover sua conservação e, com isso, garantir a existência, no

futuro, de uma quantidade de árvores adultas (com capacidade de abrigar os ninhos) adequada em relação à população crescente da arara-azul na região.

As araras-azuis escavam seu ninho a partir da quebra de um galho, que deixa exposto o cerne da árvore, ou a partir de pequenos buracos iniciados por pica-paus ou outras aves. Essas araras são capazes de, com seus fortes bicos, ampliar pequenas cavidades e transformá-las em ninhos, que servirão não só para elas, mas também para outras espécies, que ocupam ninhos vazios.

A partir de técnicas derivadas da dendrologia, ciência que estuda a formação e constituição das madeiras, é possível conhecer a idade de uma árvore, desde que a madeira da espécie investigada apresente marcas anatômicas representativas das respostas do seu metabolismo às variações ambientais ocorridas durante o seu crescimento ao longo do ano. As marcas desse tipo são mais conhecidas como 'anéis de crescimento' – camadas concêntricas de células acumuladas no lenho das árvores, com limites bem definidos (de modo geral, cada camada representa um ano de vida da árvore). A dendrocronologia, ramo da dendrologia que abrange as técnicas utilizadas para determinar a idade das árvores, procura extrair as informações presentes na estrutura dos anéis de crescimento e aplicá-las para decifrar questões relativas à história desses vegetais e ao meio ambiente.

O crescimento anual das árvores foi demonstrado pela primeira vez em espécies que vivem no clima temperado da Europa, onde todos os anos ocorrem condições climáticas extremamente restritivas ao crescimento (o inverno extremamente frio). As informações sobre a idade e o crescimento das árvores obtidas nas pesquisas com pinheiros e carvalhos, nas florestas temperadas da Europa e da América do Norte, permitiram a adoção de programas de exploração de florestas mais adequados do ponto de vista de sua renovação, ou seja, baseados no abate apenas de árvores saudáveis e com idade e tamanho adequados.

Existia, porém, a crença de que as árvores das regiões tropicais crescem de modo contínuo (sem formar anéis identificáveis), mas isso foi desmentido por estudos que constataram, também nessas regiões, a formação de anéis anuais. Os estudos pioneiros foram realizados na ilha de Java, em 1927. No Brasil, pesquisas demonstraram essas variações em árvores ▶



Figura 2. Árvore adulta de manduvi que sobressai em relação à vegetação em torno, em fragmento de floresta na fazenda Nhumirim



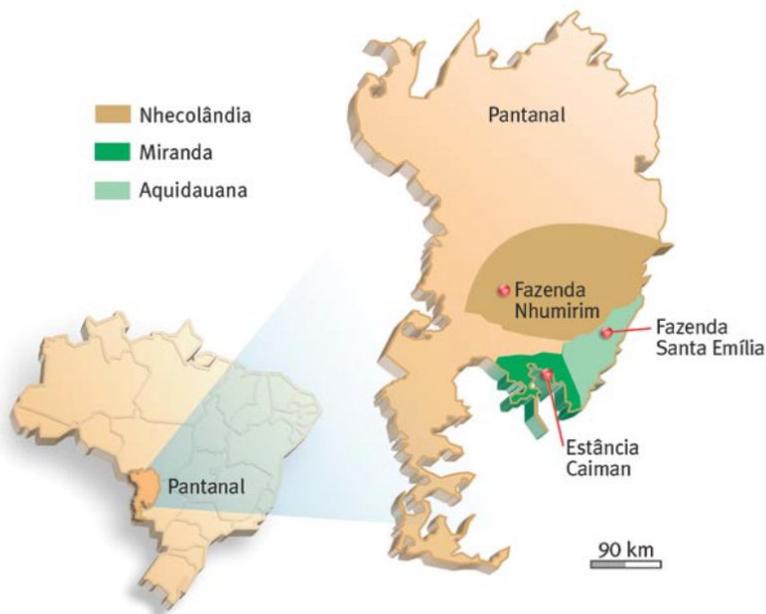


Figura 3. Localização das fazendas pantaneiras (com as respectivas sub-regiões) onde se desenvolveu o estudo sobre o manduvi

na floresta amazônica, na mata atlântica e no Pantanal, reconhecendo a existência de fatores ambientais periódicos (anuais) que limitam o seu crescimento, como a carência (secas) ou o excesso (inundações) de água disponível e alterações na quantidade de luz solar (fotoperíodos). Esses e outros fatores limitantes alteram o metabolismo das árvores e induzem períodos de dormência (o que é fácil identificar nas árvores que perdem periodicamente as folhas) na deposição das camadas que formam o lenho, deixando marcas reconhecíveis na anatomia da madeira. Os anéis de crescimento – as camadas depositadas entre as épocas de dormência – não só informam a idade da árvore, mas também fornecem dados sobre as condições ambientais verificadas durante a sua vida (anos de maior pluviosidade, por exemplo, geram anéis mais largos).

Por ser um ecossistema que alterna fases de inundação (quando as planícies ficam alagadas durante

meses) e de estiagem (com déficit hídrico no solo das áreas não inundáveis), o Pantanal causa diferentes respostas em muitas espécies arbóreas sujeitas à inundação. Uma dessas respostas à variação do clima ou à disponibilidade de água é a perda de folhas por algumas espécies em certos períodos, como acontece com o manduvi. A redução ou a paralisação da fotossíntese, nessas espécies, interrompe o crescimento, o que deixa marcas na madeira.

Cavidades em árvores constituem um recurso limitante para aves que as usam para nidificação, e a redução na disponibilidade das mesmas pela perda de árvores maduras com cavidades naturais ou com porte suficiente para sua construção pode resultar em baixas taxas de reprodução das aves e na gradual redução de suas populações. Assim, conhecendo a estrutura etária da população de manduvis (proporção de árvores jovens, adultas e velhas) e a idade de recrutamento de árvores adultas da espécie com cavidades-ninho para a arara-azul, pode-se avaliar a existência de um estoque de árvores para suprir a demanda por ninhos hoje e no futuro. Os resultados obtidos seriam um ponto de partida para a elaboração de propostas de manejo da população da árvore, visando assegurar uma oferta adequada de cavidades-ninho para a arara-azul.

### Sem árvores para os ninhos

A pesquisa foi conduzida em três diferentes sub-regiões do Pantanal: na fazenda Santa Emília (sub-região de Aquidauana), base de estudos da Uniderp; na estância Caiman (sub-região do Miranda), fazenda de pecuária e turismo ecológico e base de campo do Projeto Arara Azul/Uniderp; e na fazenda Nhumirim (sub-região de Nhecolândia), base de pesquisas do núcleo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária no Pantanal (Embrapa Pantanal) (figura 3).



Figura 4. Coleta de amostras de tronco de manduvi na estância Caiman – esse método só foi utilizado em árvores quebradas ou já derrubadas em desmatamentos



Figura 5. Coleta não destrutiva de amostra do interior do tronco de manduvi, usando a sonda de Pressler, que extrai uma baqueta com todas as camadas de crescimento da árvore, na fazenda Nhumirim

FOTOS DE ANTONIO JR.

Para determinar a idade dos manduvis com cavidades-ninho foram escolhidas apenas árvores que as araras-azuis utilizavam até há pouco tempo ou ainda utilizam, todas cadastradas pelo Projeto Arara-Azul e monitoradas nos últimos anos. A simples contagem do número de anéis de crescimento indicou a idade de cada uma.

As primeiras são manduvis que se quebraram na altura do ninho durante tempestades ou ventanias ou foram derrubados em desmatamentos, inviabilizando o uso pela ave. Nesse caso, foram realizados cortes transversais dos troncos, a 1,3 m acima do solo, obtendo-se três discos com 3 a 5 cm de espessura (figura 4), secados naturalmente em temperatura ambiente e depois polidos com lixas para evidenciar os limites dos anéis de crescimento e possibilitar a contagem.

Nas árvores ainda usadas pelas araras foi empregado um equipamento, a sonda de Pressler, que funciona de modo semelhante a uma furadeira, mas com uma 'broca' oca, que permite a retirada de finos cilindros de madeira (baquetas) do interior do tronco (figura 5). É uma técnica não-destrutiva, que causa às árvores um pequeno dano, insuficiente para afetar a sua saúde.

A madeira dessa espécie tem o cerne (área mais interna do tronco, composta predominantemente por células mortas) marrom-avermelhado, enquanto o alburno (camada com células vivas, responsável pela condução da seiva bruta) é amarelo-claro. Os anéis de crescimento são limitados por um tipo de tecido denominado parênquima marginal terminal (figura 6). Lesões provocadas no tecido cambial (onde se formam as novas células, logo abaixo da casca) mostram com clareza a formação de apenas uma camada de crescimento durante o ano, nas três árvores de manduvi usadas nessa experiência (figura 7). O crescimento dos anéis, no manduvi, é semelhante ao descrito para outras espécies da mesma família (Sterculiaceae) na África.

O estudo datou com sucesso 14 manduvis utilizados pela arara-azul como sítio reprodutivo, revelando que se concentram na faixa etária entre 60 e 90 anos. Isso significa que, aparentemente, essa árvore só atinge o tamanho mínimo necessário para abrigar as cavidades usadas como ninho a partir de cerca de 60 anos de idade. Além disso, dados do Projeto Arara Azul permitiram estimar que 5% das cavidades-ninho utilizadas pelas araras são perdidas, por ano, em queimadas, desmatamentos ou tempestades.

O manduvi ocorre em florestas semidecíduais – em que as árvores perdem parte das folhas em determinada época do ano – com solo rico em nutrientes. Essas florestas cobrem apenas 4% da superfície do Pantanal. Trata-se, portanto, de uma árvore rara e que ocorre de maneira agregada. Assim, com base nessa raridade, na constante perda de árvores

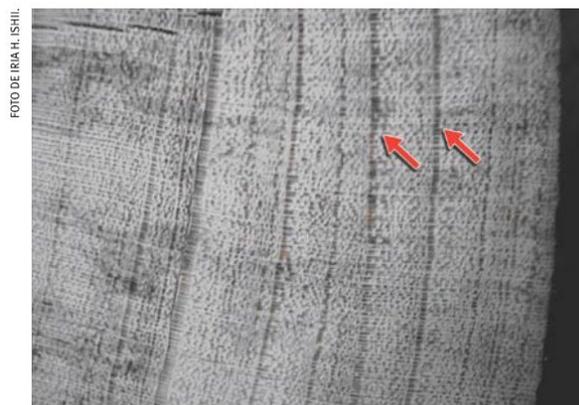


Figura 6. Corte transversal de tronco de manduvi mostrando (setas) os limites dos anéis de crescimento anual (imagem obtida no Laboratório de Botânica da UFMS, em Corumbá)



Figura 7. Detalhe do experimento realizado pelo Laboratório de Botânica da UFMS, em Corumbá, para confirmar o crescimento anual e reconhecer o limite dos anéis de crescimento anual (a seta aponta a faixa de parênquima marginal terminal que indica esse limite)

com cavidades e no crescente desmatamento da planície pantaneira para implantação de pastagens com espécies exóticas (como a gramínea braquiária), pode-se concluir que a renovação da população do manduvi vem sendo afetada pelas práticas relacionadas à pecuária, e que a oferta de cavidades para a nidificação da arara-azul tende a diminuir. A ave, portanto, poderá se tornar dependente da instalação de ninhos artificiais para conseguir se reproduzir de forma a suprir as perdas naturais.

A ameaça da falta de ninhos naturais só será confirmada com o monitoramento em longo prazo da população de manduvis, da reprodução das araras-azuis e da oferta de ninhos. Além disso, a adoção de medidas como a proteção das áreas mais altas, cobertas por florestas, e a redução ou controle das queimadas poderá aumentar a 'vida útil' das cavidades-ninho, já que as chances de quebra das árvores diminuirão em função da presença protetora de outras espécies arbóreas que crescem ao redor. Cuidar do manduvi, portanto, é cuidar também da arara-azul. ■

ZOOLOGIA Animal marinho de morfologia aberrante é encontrado no litoral paulista

## Que bicho estranho!

Meio século após seu primeiro e único registro na costa brasileira, o ctenóforo *Vallicula multiformis* foi redescoberto em Ilhabela, no litoral norte do estado de São Paulo. A espécie, sedentária e de hábito bentônico (vive no fundo do mar), difere muito de seus parentes planctônicos, que se distribuem ao longo da coluna d'água. Não fossem alguns traços morfológicos típicos, seria muito difícil identificá-la como um ctenóforo. Por **Otto M. P. Oliveira**, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (pós-graduando), e **Alvaro E. Migotto**, do Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo.

*Vallicula multiformis*, espécie de ctenóforo bentônico de ocorrência rara na costa brasileira

Os ctenóforos são animais carnívoros exclusivamente marinhos, de corpo gelatinoso e translúcido, geralmente arredondado ou oval. As espécies mais conhecidas vivem na coluna d'água e formam – juntamente com águas-vivas típicas (pertencentes ao filo Cnidaria), salpas, quetógnatos e alguns moluscos planctônicos sem concha – o chamado plâncton gelatinoso. A maioria das espécies nada livremente com a ajuda de um grande número de pentes de cílios.

O filo Ctenophora é caracterizado pela presença

de oito fileiras de pentes ciliados ao longo do corpo, responsáveis pela locomoção, e por um par de tentáculos recobertos por milhares de células denominadas coloblastos. Com propriedades adesivas, essas estruturas microscópicas ajudam a capturar pequenas presas, que ficam literalmente grudadas nos tentáculos. Os beroídeos, ao contrário dos demais animais do grupo, são desprovidos de tentáculos.

Todos os ctenóforos são predadores. Os que possuem tentáculos, inclusive os bentônicos, predam passivamente, estendendo-os como se fossem linhas de pesca e capturando pequenos organismos planctônicos que neles se prendem. Já os beroídeos predam ativamente outros organismos gelatinosos, às vezes maiores, abocanhando e retirando pedaços ou engolindo-os inteiros.

Certos ctenóforos são sedentários, por terem perdido os pentes de cílios e, com isso, a capacidade de nadar. Esses animais vivem sobre rochas, algas e outros organismos do leito oceânico, muitos dos quais estabelecem associações simbióticas com outros invertebrados. A ausência de pentes ciliados, o corpo muito achatado e o modo de locomoção são traços que os diferenciam bastante de um ctenóforo típico. Eles se parecem mais com um verme platelminto (uma planária, por exemplo) do que com seus parentes planctônicos. Não fossem os tentáculos ramificados e distendidos durante a alimentação – presentes em muitas larvas e adultos –, a identificação do filo dependeria do exame de estruturas



FOTOS DE ALVARO E. MIGOTTO

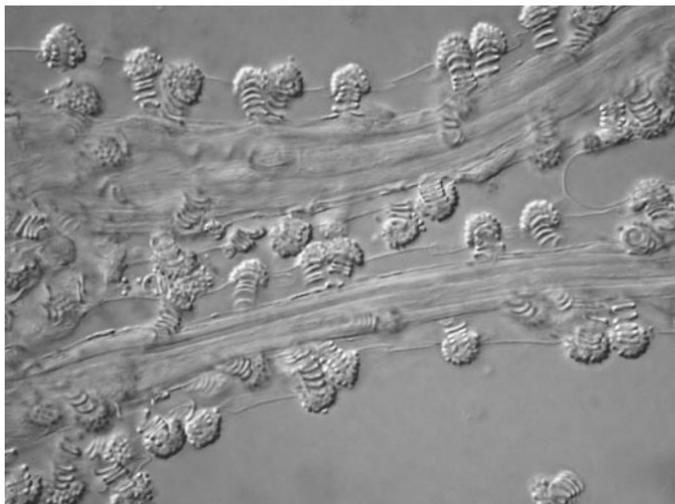
internas. Esses ctenóforos aparentemente aberrantes pertencem à ordem Platyctenida, que, embora pouco estudada, reúne cerca de um terço das espécies de ctenóforos conhecidas atualmente.

### Cinco décadas depois

A espécie *Vallicula multiformis* foi encontrada pela primeira vez na costa da Jamaica, no início da década de 1950. Em 1957, a zoóloga alemã Eveline du Bois-Reymond Marcus (1901-1990), do Instituto de Biociências da USP, descreveu espécimes coletados em Ubatuba e Ilhabela, no litoral norte de São Paulo. Desde então, a literatura científica fez apenas uma breve menção à ocorrência da espécie no canal de São Sebastião, que fica entre o município de mesmo nome e Ilhabela.

*Vallicula multiformis* é conhecida por seu grande poder de regeneração. Em laboratório, quando cortada em vários pedaços dá origem a clones. Acredita-se que dessa forma seja capaz de se reproduzir assexuadamente. Entretanto, os indivíduos da espécie são hermafroditas (produzem tanto gametas masculinos quanto femininos) e também se reproduzem sexuadamente. Após a fecundação, os embriões se desenvolvem em câmaras esféricas no interior do corpo do adulto, até serem liberados na água em uma forma larval muito semelhante à dos demais ctenóforos. Mas, logo após a liberação, as larvas se metamorfoseiam, adquirindo um aspecto semelhante ao do adulto sedentário.

Em abril de 2004 encontramos um indivíduo da espécie sobre uma alga vermelha proveniente da praia do Sino, em Ilhabela. O exemplar foi mantido por um mês em laboratório sob temperatura constante de 25°C e alimentado com pequenos crustáceos.



Dois tentáculos de *V. multiformis* com inúmeros coloblastos (estrutura espiralada com esferas adesivas na extremidade) vistos ao microscópio óptico em contraste de fase (aumento de 100 vezes). Essas células recobrem os tentáculos e ajudam o animal a capturar alimentos



*Vallicula multiformis* rasteja sobre um ramo de alga vermelha

Seu corpo era translúcido e esbranquiçado, com pigmentação marrom e bege principalmente na região central. A forma do corpo variava segundo a contração ou o relaxamento das margens e às vezes se tornavam nítidas algumas projeções, como dedos, na superfície do corpo voltada para o lado oposto ao substrato.

O corpo tinha cerca de 1 cm de comprimento quando totalmente distendido. Em duas margens opostas era possível ver sulcos de onde saíam longos tentáculos branco-leitosos e ramificados, que atingiam até 10 cm de comprimento. Os tentáculos necessitavam de movimentação da água circundante para se estender, mas se recolhiam rapidamente por ação muscular assim que alguma presa era capturada. Os tentáculos eram dotados de inúmeros coloblastos.

A forma do corpo de *V. multiformis*, adaptada à vida em ambiente bentônico (ao contrário de outras espécies mais conhecidas de ctenóforos planctônicos), reflete uma ruptura entre linhagens evolutivas de ctenóforos, ocorrida possivelmente milhões de anos atrás.

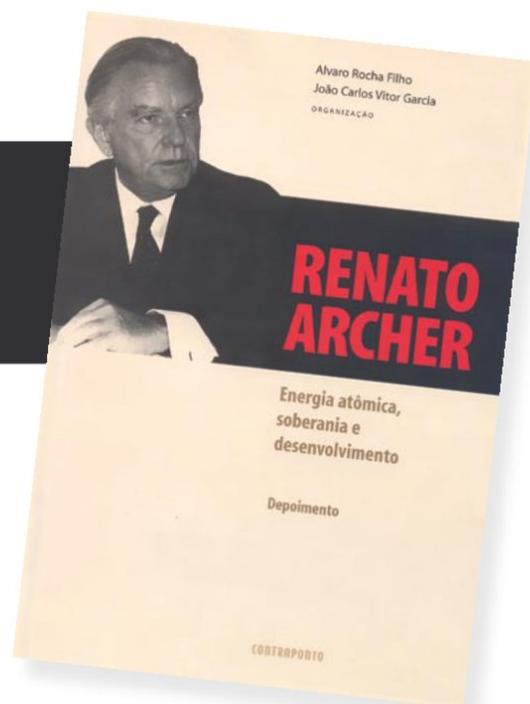
A raridade de registros da espécie na costa brasileira se deve possivelmente à falta de especialistas no grupo em nosso país e à dificuldade para identificá-la, já que, com os tentáculos recolhidos, se assemelha a vermes platelmintos. Por ocorrer comumente em águas tropicais do oceano Atlântico – como em Bermuda, nas ilhas do arquipélago da Madeira e na região do Caribe –, é provável que a espécie esteja presente também em outras áreas da costa brasileira, especialmente nas regiões Norte e Nordeste. ■

# Soberania nuclear

## Renato Archer: energia atômica, soberania e desenvolvimento – Depoimento

Alvaro Rocha Filho e João Carlos Vitor Garcia (org.)

Rio de Janeiro, ed. Contraponto, 272 p., R\$ 30



Este é um livro útil e bom de ler. Revela aspectos essenciais da história das lutas políticas no Brasil pelo direito de dominar as tecnologias nucleares. Estranha o fato de tão relevante depoimento ter sido publicado só agora. Mas, neste caso em especial, antes tarde do que nunca. Eis um trabalho cuidadoso de Alvaro Rocha Filho, jornalista, e de João Carlos Vitor Garcia, pesquisador de história da ciência no país. Ambos conheceram bem o ilustre depoente, um ativo participante dos embates elegantemente narrados no volume, além de homem público conhecido em momentos cruciais da vida política do país nos últimos 60 anos: Renato Bayma Archer da Silva (1922-2006).

Na década de 1950, jovem deputado federal pelo Maranhão, sua terra natal, Archer denunciou com provas irrefutáveis, durante as sessões eletrizantes de uma Comissão Parlamentar de Inquérito sem precedentes no país, as maquinacões destinadas a liquidar, no governo [João] Café Filho (1954-55), a política de energia nuclear do governo [Getúlio] Vargas (1951-54). Para tanto, enfrentou a figura marcial do então poderoso general Juarez Távora (1898-1975), que, derrotado, viu-

se constringido a pedir reforma no Exército.

O nome de Archer ganhou projeção nacional. Ele conhecia bem a trama internacional que envolvia a questão.

Não por acaso, logo foi designado para representar o Brasil por três anos na junta de governadores da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). Por lá também passara seu grande mestre, o almirante Álvaro Alberto da Motta e Silva (1889-1976). Fora seu aluno de química na Escola Naval (1940-1944). Os dois tornar-se-iam depois mais que amigos, aliados em renhidos embates, com destaque para aqueles que envolviam a tecnologia nuclear e os avanços da C&T no país.

Para Archer, Álvaro Alberto é o pioneiro da política de ciência e tecnologia (C&T) no Brasil, criador do CNPq [Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico] e de outras instituições de apoio à atividade de pesquisa. Archer o descreve como “a pessoa que se propõe a promover da maneira mais objetiva e organizada uma política científica e tecnológica, com vistas ao desenvolvimento nacional” e que, ao mesmo tempo, “mais usou seus

conhecimentos científicos pessoais para este propósito”.

Dono de memória privilegiada, Archer conta – em seu último longo depoimento recuperado neste livro – como o almirante enfrentou a proposta apresentada pelo chefe da delegação dos Estados Unidos na AIEA, Bernard Baruch. O chamado Plano Baruch pregava a desapropriação de todas as jazidas de minerais radioativos para se corrigirem as “injustiças da natureza”, que dera tais minerais a quem não tinha tecnologia e os negara a quem a dominava: as jazidas ficariam sob o controle do Conselho de Segurança da Organização das Nações Unidas (ONU), sobre o qual, à época, os Estados Unidos mantinham forte domínio. À ONU caberia a tarefa de converter o urânio e o tório em combustível nuclear e distribuir aos demais países. Era evidente a quem o esquema beneficiava. O Plano Baruch parecia um rolo compressor. A balança entornava para o seu lado, inclusive com as

duas únicas abstenções, da Índia e da Austrália, quando a palavra foi dada a Álvaro Alberto. Com muita habilidade, ele concordou com a tese da “correção das injustiças da natureza”, desde que ela fosse estendida a outros combustíveis minerais, como petróleo e carvão. A posição de outras potências pesou no caso, mas, segundo Archer, a palavra tranqüila e sensata de Álvaro Alberto ajudou, e muito, a enterrar o Plano Baruch, do qual nunca mais se falou.

Por ironia da história, Archer, já como o primeiro ministro de Ciência e Tecnologia do país (1985-1987), passou por momentos parecidos ao receber uma delegação de senadores dos Estados Unidos que exigiam a mudança da política de informática no Brasil. Firme e respeitoso, Archer fez ver aos atrevidos visitantes que aquela política havia sido aprovada por unanimidade pelo Congresso Nacional e só poderia ser alterada pelo mesmo caminho legislativo.

São muitas as histórias reais bem contadas neste livro, que ainda inclui documentos secretos – colocados agora ao alcance do grande público – sobre o escândalo dos minerais radioativos. Archer deixa um testemunho de convicção e firmeza a favor do uso pacífico da energia nuclear, que, a seu juízo, o Brasil deve manejar como vigoroso fator de desenvolvimento soberano.

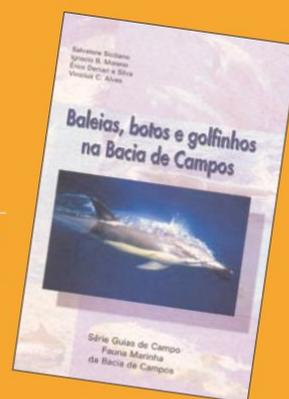
**José Monserrat Filho**  
*Jornal da Ciência* (editor),  
*Sociedade Brasileira*  
*para o Progresso da Ciência*

## Baleias, botos e golfinhos na bacia de Campos

**Salvatore Siciliano, Ignacio B. Moreno, Érico Demari e Silva e Vinicius C. Alves**

*Rio de Janeiro, ENSP/Fiocruz, 100 p., R\$ 30*

A despeito do fascínio que provocam, pouco se conhece sobre a vida dos cetáceos (baleias, botos e golfinhos). Onde podemos encontrá-los? Como se alimentam e reproduzem? Como identificamos as diferentes espécies? Neste livro, que faz parte da série ‘Guias de campo: fauna marinha da bacia de Campos’ – uma parceria entre o Grupo de Estudos de Mamíferos Marinhos da Região dos Lagos (GEMM-Lagos, da Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz) e o Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes) –, os autores respondem a essas e outras perguntas sobre tais animais, caracterizando várias espécies que habitam a região, onde se encontram pelo menos 31 das mais de 40 espécies existentes no Brasil.



## Arquivos do mal-estar e da resistência

**Joel Birman**

*Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 406 p., R\$ 51,90*

A crise cultural contemporânea e os efeitos provocados sobre a subjetividade são vistos de diversos ângulos nos 16 ensaios que compõem o livro. Professor titular do Instituto de Psicologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Birman esmiúça os elementos do mal-estar da atualidade, como o esfacelamento da perspectiva de futuro, os vínculos sociais e afetivos frágeis, a hipervalorização do consumo, a fragmentação do sujeito e as conseqüências da responsabilidade absoluta pela gestão da própria vida. Ao mesmo tempo em que se pergunta sobre as contribuições que a psicanálise tem a dar no enfrentamento dos principais problemas de nosso tempo, o autor articula o discurso psicanalítico com outros discursos teóricos, no campo das ciências humanas e da filosofia, apresentando uma leitura complexa das formas de sofrimento relacionadas às transformações impostas pela pós-modernidade.

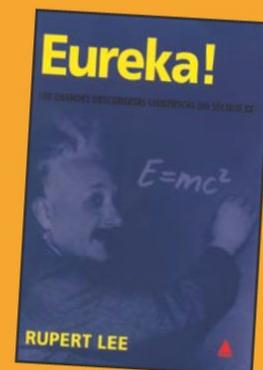


## Eureka! 100 grandes descobertas científicas do século 20

**Rupert Lee**

*Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 270 p., R\$ 34,90*

Com capítulos dedicados a diferentes ramos do conhecimento – como medicina, física, biologia, ciências da terra e cosmologia –, a obra traz uma seleção das principais descobertas da ciência do século 20. Escrito em linguagem simples pelo zoólogo Rupert Lee, do Queen’s College de Oxford, na Inglaterra, o livro tem como base os artigos científicos em que foram originalmente descritas tais descobertas – e o autor tem o cuidado de citar as fontes, dando a chance ao leitor de consultá-las. Estão presentes nas páginas do livro, por exemplo, a pesquisa (do ornitólogo inglês David Lack) que, em 1947, comprovou a existência da seleção natural por competição, proposta por Charles Darwin quase um século antes (na década de 1850), e a maneira como o físico alemão Albert Einstein formulou a famosa equação  $E=mc^2$ .



# Síntese nas estrelas

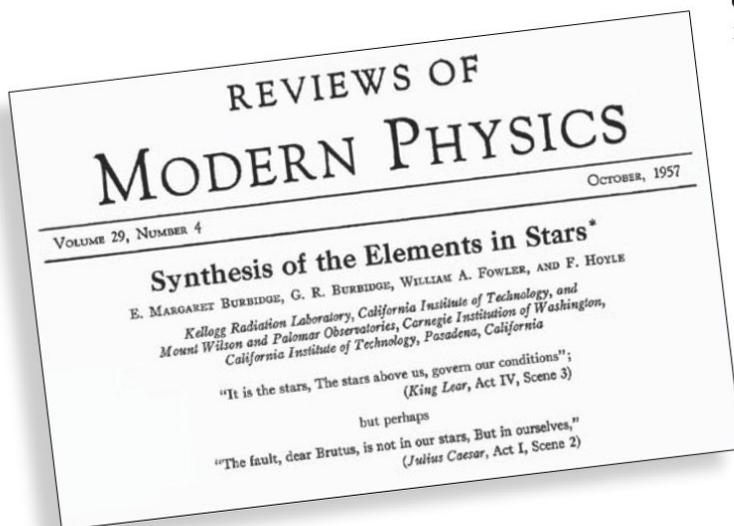
Em 1957, três físicos britânicos e um físico norte-americano publicaram na prestigiosa *Reviews of Modern Physics* (v. 29, nº 4, pp. 547-650), da Sociedade Norte-americana de Física, um artigo que logo se tornou um clássico. Mais conhecido pela sigla B<sup>2</sup>FH (as iniciais do sobrenome de seus autores), o trabalho propunha, após anos de estudos teóricos e experimentais, os processos de formação dos núcleos atômicos dos elementos químicos existentes na natureza. Meio século depois, é impressionante a atualidade dos processos enunciados.

Há alguns séculos, a compreensão da diversidade dos elementos químicos, denominada alquimia, era estudada pelos chamados filósofos herméticos. Considerava-se que os metais eram compostos que continham, em diferentes proporções, os três elementos básicos da época: mercúrio, enxofre e sal (ou arsênico). O texto *Espelho da alquimia*, do filósofo inglês Roger Bacon (1214-1294), traz a definição do que seria o ouro: “Um corpo perfeito composto de um mercúrio puro, fixo, brilhante, vermelho, e de um enxofre puro, fixo, vermelho, não combustível.” A transmutação dos elementos era também estudada pela alquimia. No século 8, o alquimista árabe Abu Musa Jabir ibn Hayyan (c.721-c.815), mais conhecido por Geber, seu nome latinizado, introduziu a idéia da pedra filosofal como agente catalisador na transformação dos elementos, a qual poderia também servir para preparar o ‘ouro potável’ ou o elixir da longa vida. Hoje sabemos que tanto os metais quanto qualquer outro tipo de matéria ordinária são compostos de átomos e que, no universo, a transmutação dos elementos químicos em grande escala ocorre no interior de estrelas a partir de reações nucleares.

Os primeiros passos dados no sentido de se compreender a formação dos elementos no interior das estrelas se devem ao físico alemão Hans Bethe (1906-2005), cujos trabalhos lhe valeram o prêmio Nobel de Física em 1967. O entendimento da formação dos núcleos atômicos (ou seja, do processo conhecido como nucleossíntese) dos elementos nas estrelas

derivou de uma disputa entre o físico russo George Gamow (1904-1968) e o astrofísico britânico Frederick Hoyle (1915-2001). Os elementos químicos teriam se formado no Big Bang ou no interior das estrelas?

Página inicial do artigo em que Eleanor e Geoffrey Burbidge, William Fowler e Fred Hoyle propuseram os processos nucleossintéticos responsáveis pela formação dos elementos químicos





Representação de William Fowler como alquimista. A pintura foi encomendada pelo astrônomo norte-americano Stanford Woosley para homenagear Fowler pelo recebimento do Nobel de Física em 1983

Gamow deu grandes contribuições ao tentar elucidar o problema. Em particular, previu a existência da radiação de fundo (só descoberta em 1968) e que todos os elementos químicos teriam se formado no Big Bang. Hoyle, por sua vez, propunha que todos os elementos seriam formados nas estrelas.

Sabe-se hoje que os elementos mais leves (hidrogênio, deutério, trítio, hélio, lítio, e traços de berílio e boro) se formaram no Big Bang e que os mais pesados têm origem no interior estelar. As estrelas de maior massa irrompem como supernovas (estrelas que explodem no final da vida), ejetando o material processado no meio interestelar.

Os oito processos propostos pelos astrofísicos britânicos Eleanor Margaret Burbidge e Geoffrey Burbidge, pelo físico nuclear norte-americano William Fowler (1911-1995) e por Frederick Hoyle no artigo 'Síntese dos elementos nas estrelas' são: 'Queima de hidrogênio', 'Queima de hélio', 'Processo  $\alpha$ ', 'Processo e', 'Processo s', 'Processo r', 'Processo p' e Processo x', que serão comentados a seguir. Para mais informações sobre os autores do artigo, veja 'Um quarteto bem afinado'.

A 'Queima de hidrogênio', produzindo hélio e tendo carbono, nitrogênio e oxigênio como agentes que aceleram essas reações nucleares, é válida até hoje. Desde então, houve grandes avanços nos estudos sobre taxas de reações nucleares e no entendimento

do fluxo de neutrinos solares produzidos durante algumas reações de queima de hidrogênio. A 'Queima de hélio', que produz essencialmente carbono e oxigênio, também continua válida. Por outro lado, ainda é incerta a taxa da reação de carbono (12) com uma partícula alfa, dando oxigênio (16) mais radiação (os números entre parênteses indicam a massa atômica dos elementos, isto é, a soma de prótons e nêutrons em seus respectivos núcleos).

Para o 'Processo  $\alpha$ ', B<sup>2</sup>FH sugeriram que os elementos com núcleos múltiplos de partículas  $\alpha$  fossem se criando um sobre o outro: oxigênio (16), neônio (20), magnésio (24)... até cálcio (40). Mas a reação em que um núcleo de oxigênio reage com uma partícula alfa para gerar um núcleo de neônio, além de radiação, é muito lenta; na verdade, ocorre primeiro a queima de carbono, depois de neônio e em seguida de oxigênio. A queima de neônio se dá antes da queima de oxigênio, pelo fato de o oxigênio ser um elemento muito estável, demorando mais para reagir e requerendo, por isso, temperaturas mais altas.

Para o 'Processo e', B<sup>2</sup>FH propunham que, acima de 3 bilhões de Kelvin, acontecem processos nucleares em profusão, formando até o ferro (56). Na realidade, essas condições só prevalecem em supernovas. Mesmo assim, a afirmação de B<sup>2</sup>FH estava praticamente certa, pois o elemento silício está envolvido na formação de elementos mais pesados, com massa atômica entre 24 e 60.

O 'Processo s', em que s denomina a captura lenta de nêutrons por núcleos de ferro, formando elementos até o bismuto (208), continua válido até hoje. Convém destacar que observações e dados de laboratório produziram informações mais detalhadas sobre esse processo. E o 'Processo r', no qual r denomina a captura rápida de nêutrons por núcleos pesados, formando até o urânio (238), também continua válido. Tal processo deve ocorrer em supernovas, mas ainda não há um modelo claro do local onde ele se passa. O mais provável é que se dê durante a ocorrência de supernovas, devido à fusão de duas estrelas de nêutrons.

No 'Processo p' – cuja explicação dada por B<sup>2</sup>FH é aceita até hoje –, alguns elementos pesados recebem prótons, além de nêutrons (como acontece nos processos s e r). O 'Processo x', não confirmado posteriormente, seria responsável pela formação dos elementos leves, os quais, sabemos hoje, se formaram em parte no Big Bang e em parte devido à quebra de

## UM QUARTETO BEM AFINADO

Eleanor Margaret Burbidge nasceu em Davenport, Inglaterra, a 12 de agosto de 1919 e estudou na Universidade de Londres, onde permaneceu até 1951. Desde 1962 trabalha no Observatório Yerkes, da Universidade de Chicago, e no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Estados Unidos). Ocupou diversos cargos administrativos, entre eles o de diretora do Observatório Real de Greenwich, na Inglaterra, e de primeira diretora do Centro de Astrofísica e Ciências Espaciais, na Universidade da Califórnia, em San Diego. Entre outros trabalhos, estudou espectros de galáxias, para determinar sua rotação, massa e composição química, tendo alcançado especial renome por suas investigações sobre espectroscopia de quasares. Teve papel relevante no desenvolvimento de instrumentos para o telescópio espacial Hubble.

Nascido em Chipping Norton, Inglaterra, a 24 de setembro de 1925, Geoffrey Burbidge estudou na Universidade de Bristol e obteve seu título de doutor na Universidade de Londres em 1951. Trabalhou na Universidade de Cambridge, no Instituto de Tecnologia da Califórnia e no Observatório Yerkes; desde 1962 é professor da Universidade da Califórnia, em San Diego. De 1978 a 1984, dirigiu o Observatório Nacional Kitt Peak, situado perto de Tucson, Arizona (Estados Unidos). Astrofísico teórico, interessa-se por estruturas e massas de galáxias e quasares, processos de radiação não-termal e cosmologia. Entre seus principais trabalhos está a proposição de uma cosmologia alternativa, que contradiz a teoria do Big Bang. O universo, segundo ele, é oscilante, expandindo-se e contraindo-se periodicamente desde o seu surgimento. Essa teoria, devido à sua natureza controversa, deu-lhe grande notoriedade. É casado com Eleanor Margaret Burbidge.

William Fowler nasceu em Pittsburgh a 9 de agosto de 1911 e morreu a 14 de março de 1995 em Pasadena, Califórnia. Graduou-se na Universidade de Ohio e cursou seu doutorado em física nuclear no Instituto de



Da esquerda para a direita, Eleanor Burbidge, Geoffrey Burbidge, William Fowler e Fred Hoyle

Tecnologia da Califórnia. Ao longo de sua carreira, obteve vários prêmios importantes, entre eles o Henry Norris Russell Lectureship, da Sociedade Norte-americana de Astronomia, em 1963, a Medalha Eddington, em 1978, a Medalha Bruce, em 1979, e, em 1983, o Nobel de Física – dividido com o astrofísico indiano Subrahmanyan Chandrasekhar (1910-1995) – por seus esforços na montagem de laboratórios para medir taxas de reações nucleares.

Frederick Hoyle nasceu a 24 de junho de 1915 em Gilstead e morreu a 20 de agosto de 2001 em Bournemouth, Inglaterra. Foi professor de astronomia da Universidade de Cambridge e passou a maior parte de sua carreira no Instituto de Astronomia de Cambridge, que fundou e dirigiu durante anos. Foi um dos proponentes da teoria do universo infinito e em constante expansão e, com a colaboração do matemático e astrônomo Chandra Wickramasinghe, do Sri Lanka, lançou a hipótese conhecida como ‘panspermia’, que propõe a existência de sementes de vida no universo, que a vida na Terra pode ter surgido dessas sementes e que elas podem semear ou ter semeado vida em outros corpos habitáveis. Entre outras distinções recebidas, estão o Prêmio Kalinga, das Nações Unidas, em 1968, e o Prêmio Crafoord, concedido pela Academia Sueca de Ciências em reconhecimento às suas notáveis pesquisas em campos não cobertos pelo Nobel. Publicou mais de 40 livros sobre ciência, divulgação científica e ficção científica. Desses últimos, alguns foram escritos em co-autoria com seu filho Geoffrey Hoyle.

núcleos de carbono, nitrogênio e oxigênio por raios cósmicos no meio interestelar.

A atualidade dos processos de nucleossíntese propostos por B<sup>2</sup>FH é, portanto, digna de nota. Nos últimos 50 anos, os avanços do conhecimento sobre nucleossíntese no interior de estrelas, taxas de reações nucleares e evolução estelar, combinados com testes observacionais viabilizados pelo desenvolvimento de telescópios cada vez mais potentes, foram em boa parte impulsionados pelo importante trabalho do casal Burbidge, de Fowler e Hoyle.

Em 1997, uma extensa revisão desses processos foi feita por um grupo liderado pelo astrônomo norte-americano George Wallerstein e publicada na mesma *Reviews of Modern Physics* (v. 69, n<sup>o</sup> 4, pp. 995-1.084), mostrando que o trabalho de B<sup>2</sup>FH continuava extraordinariamente atual.

### **Beatriz Barbuy**

*Instituto Astronômico e Geofísico,  
Universidade de São Paulo  
e vice-presidente da União Astronômica Internacional*

## Animais em pesquisas I

Sou bolsista do CNPq e estudante de história da UFF. Gostaria de fazer algumas observações sobre o artigo 'Experimentação com animais' (CH 231). Primeiro, gostaria de parabenizar a revista pelo espaço dado a um tema tão importante (e polêmico!) (...). Entretanto, alguns pontos chamaram minha atenção. O artigo transmite a idéia de que o uso mais consciente (será este o termo mais apropriado?) de animais em pesquisas foi produto de uma auto-avaliação dentro do meio científico, ignorando, assim, a luta incansável de organizações protetoras dos animais. Essa batalha ainda existe, já que os testes em animais continuam sendo feitos de maneira irresponsável, o que em nada lembra a ética científica exaltada no texto. Outro ponto interessante é que os autores simplesmente ignoraram que, além dos grandes avanços na medicina possibilitados por essa prática, os cientistas testam os animais em pesquisas voltadas para a produção de cosméticos. Além de pesquisas sobre Alzheimer (importantes, sem dúvida), animais são submetidos a processos dolorosos para a produção do novo batom da estação; e nisso os nossos valerosos cientistas estão envolvidos (...). É claro que a utilização de animais não pode (ainda) ser totalmente substituída, mas esse uso está longe de ser o ideal e responsável. Gostaria de pedir ainda uma maior abertura da revista para artigos históricos. Não esqueçam que também fazemos ciência.

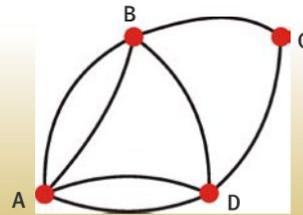
ALINE FERNANDES DE SOUSA  
RIO DE JANEIRO, RJ

## Animais em pesquisas II

Sou aluno de pós-graduação da UFRJ e, como tema de um curso de férias, realizamos um júri que discutia o uso ou não de animais em laboratórios. (...) Exponho aqui minhas conclusões. Ficou mais do que claro que a falta de esclarecimento dificulta qualquer tipo de medida a ser tomada. A maior parte dos jurados não tinha idéia de quais procedimentos são tomados nas pesquisas, como elas são realizadas e em que contexto ético as cobaias

## Correção

- Na figura 2 da seção 'Qual o problema?' da CH 235, as letras do diagrama não foram impressas. Veja a figura correta ao lado.



estão inseridas. Pessoas que não são do ramo de pesquisa aproveitam essa lacuna entre pesquisador e sociedade para se beneficiar de projetos de leis sem qualquer cabimento. Por outro lado, os pesquisadores também não fazem esforço para obter uma melhor compreensão da sociedade em relação ao que acontece em um ambiente acadêmico. Nada mais justo que se ter um porta-voz entre o pesquisador e a sociedade para encurtar o caminho. E esse porta-voz é o educador, que tem a confiança, o convívio e o esclarecimento de ambas as partes. Aqueles que querem o progresso no modo de agir e pensar de uma nação têm que estar comprometidos e trabalhar para assegurar que nós, educadores, tenhamos recursos e liberdade para fazer a sociedade pensar e ter senso crítico quanto a essas questões, de modo que as pessoas possam exercer seu mais importante direito de democracia.

LEONARD RAMOS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA, UFRJ  
RIO DE JANEIRO, RJ

## Burocracia na ciência

Gostaria de parabenizar Franklin Rumjanek pelo texto da edição de CH 233 ('Ciência burocrática'). Estou há dois anos na Inglaterra fazendo pós-doutorado e fico perplexo com a mentalidade ainda vigente no Brasil: no intuito de gerar um maior número possível de publicações, muitos de meus colegas médicos envolvidos com ciência dedicam boa parte do tempo a fazer relatos de casos ou a escrever cartas a editores comentando artigos recentes. E, pior, são impulsionados pelo programa de pós-graduação de nossa universidade (UFRGS). É tolice imaginar que algum dia terão alguma importância científica fora do

ambiente local se mantiverem essa atitude. Concordo plenamente com Rumjanek.

ALESSANDRO C. PASQUALOTTO  
ESCOLA DE MEDICINA,  
UNIVERSIDADE DE MANCHESTER  
MANCHESTER, INGLATERRA

## Homossexualidade

Parabenizo a revista pela seriedade com que as informações são publicadas. No entanto, há uma palavra imprópria na seção 'O Leitor Pergunta', na CH 232. A palavra usada no texto é 'homossexualismo'. Não existe uma base sustentável para assegurar que a homossexualidade é ou não uma doença. Na segunda metade do século 20 houve um consenso científico-médico quanto a retirar a homossexualidade (referida, naquela época, por homossexualismo, termo considerado proscrito desde então...) da Classificação Internacional de Doenças. Então a palavra correta passou a ser homossexualidade.

MAIRON MARQUES DOS SANTOS  
ANÁPOLIS, GO

✉ O Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa apresenta as duas formas – *homossexualismo* e *homossexualidade* – como *sinônimos*.

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

CORREIO ELETRÔNICO:  
cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

# Como dar o bolo... e deixar todo mundo contente!



**Marco Moriconi**

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

É provável que o leitor já tenha passado pela seguinte situação: 'rachar' com alguém, por exemplo, um bolo. Como fazer para, ao final, você e a outra pessoa ficarem satisfeitos com a porção que coube a cada um?

Será que há uma fórmula para definir matematicamente o estado de satisfação com relação a uma fatia de bolo? O interessante é que cada pessoa tem seu modo de decidir qual é a melhor fatia de um bolo. Pode ser que a fatia tenha sido escolhida porque: i) parecia mais 'gorducha'; ii) tinha uma cereja em cima; iii) mais cobertura... Na verdade, o que importa é que, quando uma pessoa olha para um bolo fatiado, ela sabe exatamente qual é a melhor fatia, qual a segunda melhor, qual a terceira melhor e assim por diante.

A solução clássica para o problema de um bolo e duas pessoas é o protocolo chamado 'você corta, e eu escolho'. Vejamos por que esse método funciona tão bem. Chamemos nosso bolo de B, e os dois 'gulosos' de G1 e G2. Um deles, não importa qual, divide B em duas fatias (F1 e F2). Obviamente, G1 será cuidadoso ao dividir B, pois deve se sentir satisfeito com qualquer um dos dois pedaços (ou seja, G1 tenderá a fazer F1 o mais semelhante possível a F2).



Feita a divisão, G2 agora tem o direito de escolher qual dos dois pedaços quer. Assim, é muito provável que escolha o pedaço que, segundo ele, é o melhor. Com isso, G1 fica com o pedaço que 'sobrou', mas que o fará feliz, pois, para ele, é a porção que corresponde à metade de B. No final, G2 não terá inveja do pedaço de G1 e vice-versa.

Os dois gulosos saem contentes.

Mas como dividir o bolo caso chegue mais uma pessoa (G3)? Bem, o protocolo, um pouco mais complicado, é denominado 'o último a cortar e/ou aparar a fatia fica com ela'. E ele é assim: um deles (G1, por exemplo) divide B em três fatias (F1, F2 e F3). Ele escolhe uma fatia (F1, por exemplo) e a passa para a análise de G2. Se este último achar que F1 é igual a ou menor que  $1/3$  de B, então ele a passa para G3. Caso contrário, ele aparar F1 (tornando-a o que, para ele, corresponde a  $1/3$  de B), junta as aparas às duas fatias que estão no prato e passa F1 aparada para G3. G3 faz o mesmo: se achar que F1 (ou F1 aparada) é maior  $1/3$  que B, ele a aparar e devolve o excesso ao prato, mas, nesse caso, tem que ficar com ela, pois terá sido o último a tê-la aparada. Mas se G3 achar que F1 (ou F1 aparada) é menor que  $1/3$  de B, ele a devolve, respectivamente, a G1 (ou a G2), e este terá que ficar com ela, por ter sido o último a aparar-la.

Por que isso funciona?

Veja que, cada vez que a fatia é aparada, quem a aparou está afirmando que o que sobra (fatia menos as aparas) é, pelo menos,  $1/3$  do bolo. E cada um dos outros concordará que o que sobrou (F2 + F3 + aparas) é, pelo menos,  $2/3$  do bolo.

Para finalizar a divisão, os que estão sem fatia juntam as aparas (caso estas existam) a F2 e F3 e aplicam o método 'você corta, e eu escolho'.

O método pode ser facilmente generalizado para mais pessoas. Assim, todo mundo leva o bolo... e fica contente! ■

## DESAFIO

O protocolo que apresentamos não evita a inveja da fatia do outro. Você consegue imaginar uma situação em que um dos 'gulosos', apesar de satisfeito com o pedaço dele, fica com inveja do pedaço do outro?

## SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Trace uma ponte entre os vértices que têm um número ímpar de pontes (vamos denominá-los A e B). Assim, todos os vértices ficam com um número par de pontes (na coluna anterior, mostramos que existe um passeio euleriano por esse tipo de grafo). Como podemos sempre considerar que o passeio termina atravessando a ponte que vai de A para B, existe, portanto, um passeio que percorre todas as outras pontes.

