



**MATO GROSSO**  
Desmatamento no  
estado cresce em  
níveis alarmantes

**ECONOFÍSICA**  
Água fervente e  
mercado financeiro  
têm muito em comum

**BRASIL COLÔNIA**  
Como surgiram as elites  
quando João VI veio  
para o Rio de Janeiro

# Ameaça dentro de casa

Poluição do ar pode ser maior  
no interior das residências

**INSTITUTO CIÊNCIA HOJE** • Organização Social de Interesse Público da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. O Instituto tem sob sua responsabilidade a publicação das revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*, *CH on-line* (internet), *Ciência Hoje na Escola* (volumes temáticos). Mantém intercâmbio com a revista *Ciencia Hoy* (Corrientes 2835, Cuerpo A, 5º 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 Gurfeld  
**Superintendente de Projetos Estratégicos** • Fernando Szklo

**CIÊNCIA HOJE • SBPC**

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

**REDAÇÃO**

**Editora Executiva** • Alicia Ivanishevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** • Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Sector Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado, Mariana Ferraz e Rachel Rimas; **Colaboraram neste número** • Henrique Kugler e Mário Rollim; **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho

**ARTE** • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.

**Diretora de Arte** • Claudia Fleury; **Programação Visual** • Carlos Henrique Viviane e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@ampersanddesign.com.br)

**SUCURSAIS**

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

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

**REPRESENTAÇÕES**

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

**REPRESENTANTES COMERCIAIS**

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

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

**RECURSOS HUMANOS** • Luiz Tito de Santana

**EXPEDIÇÃO** • Gerente • Adalgisa Bahri

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

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

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



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

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

**Apoio**



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

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

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

## 20 Poluição dentro de casa: por que a qualidade do ar nos interiores é motivo de preocupação

A qualidade do ar dentro dos edifícios tende a ser muito pior do que fora, por diferentes razões. Como o ar que respiramos é essencial ao conforto ambiental e à adequação dos espaços para variadas atividades, é preciso esclarecer as pessoas e buscar soluções para eliminar ou reduzir o problema.

Por **Aloísio Leoni Schmid**

## 26 Mato, grosso até quando?

O Brasil destaca-se, no cenário ambiental, tanto por ter a maior floresta tropical do mundo quanto por ser líder no desmatamento. Mato Grosso responde por quase 50% do desmatamento anual na Amazônia brasileira. Estudos que projetam a derrubada da floresta no estado revelam cenários futuros catastróficos.

Por **Daniel A. C. Ferreira, Santiago P. Noguera, Arnaldo Carneiro Filho e Britado Soares-Filho**

## 32 O que há em comum entre a água fervente e os mercados financeiros?

### A econofísica responde



A ciência é impulsionada, entre outros fatores, pela descoberta de padrões comuns entre objetos aparentemente desconexos. Nos últimos anos, físicos e outros cientistas têm percebido analogias entre comportamentos da economia e fenômenos naturais, o que levou à aplicação de métodos teóricos da física a sistemas econômicos.

Por **Daniel O. Cajueiro e Ernesto P. Borges**



Capa: foto Samantha Villagran/SXC



## 38 Formação de elites, universidade e ciências na orla ocidental do império português

Para entender a ausência de instituições científicas e de educação superior na América portuguesa, antes da vinda de D. João VI para o Rio de Janeiro, em 1808, cabe examinar o sistema de formação das elites então vigente. O modelo funcionou mesmo após a mudança de mentalidade que trouxe a valorização das ciências.

Por **Guilherme S. Gomes Júnior**

### O LEITOR PERGUNTA

- 8 Eclipses lunares só acontecem durante a lua cheia?
- 8 O que causa mais prejuízos ao meio ambiente: o descarte de copos de plástico ou o uso de detergentes para lavar copos de vidro?
- 9 Por que não existe uma vacina contra a dengue?
- 9 Como os insetos se comunicam?

### ENTREVISTA

- 10 **José Manoel Jansen**  
**Ritmos da noite**  
Pneumologista fala do papel dos ritmos biológicos em certas doenças

### A PROPÓSITO

- 13 **Peça licença e morra**  
Ciência prevê que humanos poderão viver até 200 ou 300 anos

### MUNDO DE CIÊNCIA

- 14 **Por que não produzimos vitamina C?**  
Incapacidade humana pode decorrer de uma adaptação evolutiva

### EM DIA

- 44 **Novo gás na economia mundial**  
O chamado 'mercado de carbono' cresce, mas enfrenta problemas
- 48 **Prevenir para remediar**  
Exame simples permite o diagnóstico precoce do mieloma múltiplo
- 50 **Tortura: nunca mais?**  
Omissão no combate à prática é debatida em seminário internacional
- 52 **Tratamento virtual**  
Uso de jogos de computador ajuda pacientes com lesões cerebrais
- 53 **Alarme arterial**  
Técnica aponta risco de derrame em pessoas com doença da carótida
- 54 **Alívio antes do abate**  
Transporte mais adequado leva a carne suína de melhor qualidade
- 56 **Sobrevivente guerreiro**  
Fóssil de parente dos crocodilos revela antigo predador dos mares
- 57 **Do bingo à escola**  
Projeto produz computadores a partir de caça-níqueis apreendidos
- 58 **Céu do amanhã**  
Encontro internacional identificará tendências na área da astronomia

### ENSAIO

- 60 **Minúsculos, mas zelosos**  
Pequenos invertebrados marinhos exibem cuidados com sua prole
- 62 **A evolução do conceito de molécula**  
Artigo de 1927 foi passo essencial para a física-química molecular

### PRIMEIRA LINHA

- 65 **Cuícas, gambá e catita em retalhos florestais**  
Fragmentação das matas afeta busca de alimento por marsupiais
- 68 **Lodo na agricultura**  
Resíduo de esgoto, sem contaminantes, pode ser usado como adubo
- 71 **As defesas das borboletas**  
Para evitar inimigos naturais, lepidópteros usam diversas estratégias

### RESENHA

- 74 **Registros de uma comunidade plural**  
Resenha do livro *Paisagem estrangeira, memórias de um bairro judeu no Rio de Janeiro*, de Fania Fridman

### MEMÓRIA

- 76 **Nascimento da medicina brasileira**  
Escolas de cirurgia da Bahia e do Rio de Janeiro surgiram há 200 anos

78

### CARTAS

### QUAL O PROBLEMA?

- 79 **Pesos e medidas**  
Como entender o conhecido Índice de Massa Corporal

### SOBRE HUMANOS

- 80 **Maio, 1968**  
Movimento iniciado na França transformou o mundo há 40 anos

# Em defesa da vida

**Em 2005, o Congresso Nacional promulgou a Lei de Biossegurança**, cujo artigo quinto autoriza o uso de células-tronco embrionárias em pesquisas científicas. A lei, no entanto, impõe severas restrições: os embriões devem ser considerados inviáveis para fins de reprodução assistida, devem estar congelados há mais de três anos e sua utilização exige o consentimento expreso de seus genitores.

Além disso, as pesquisas devem ser aprovadas pelo Comitê Nacional de Ética em Pesquisa, que desde então jamais autorizou projetos de pesquisa que lidem com células-tronco de embriões humanos.

A despeito de todo esse rigor, em maio daquele ano o então Procurador-geral da República, Carlos Fontelles, arguiu no Supremo Tribunal Federal (STF) a inconstitucionalidade da lei. O processo arrasta-se no STF há cerca de três anos, com grave efeito de paralisia sobre a atividade científica, em função da incerteza que provoca.

No dia 6 de março passado, o plenário da corte reuniu-se para decidir a respeito. O relator, ministro Ayres de Britto, negou a inconstitucionalidade e sustentou o “direito à saúde e à livre expressão da atividade científica”. A votação foi suspensa pelo pedido de vistas do ministro Carlos Alberto Direito, com vínculos históricos com a hierarquia católica, tal como Fontelles.

Pela Constituição de 1988, o STF, mais do que instância máxima de recursos jurídicos, passa a exercer o “controle abstrato da constitucionalidade das leis”. Em outros termos, cabe a esse tribunal a definição final a respeito da compatibilidade das leis, e das próprias medidas administrativas do Poder Executivo, com fundamentos das normas constitucionais. A principal implicação desse papel é o reconhecimento de uma ‘comunidade de intérpretes’ da Constituição que pode dirigir-se ao STF, através de Ações Diretas de Inconstitucionalidade (Adins), para arguir a adequação de leis e decretos ao espírito da Carta. Pelo artigo 103 da Constituição Federal, têm essa prerrogativa o Presidente da República, as Mesas do Senado, Câmara e Assembleias Legislativas, os governadores de estado, o Procurador-geral da República, o Conselho Federal da OAB, os partidos políticos e as confederações sindicais e entidades de classe. Caso acatadas, tais ações implicam a anulação de leis e de outras medidas que as motivaram.

Com freqüência, é matéria que não pode ser resolvida com a aplicação automática de preceitos constitucionais claros. Isso exige do juiz mais do que simples exercício de interpretação e, com efeito, são suas concepções filosóficas, morais, jurídicas e, por vezes, religiosas que acabam por definir as implicações da Constituição para casos concretos.

Trata-se de um cenário no qual o Poder Judiciário exerce um papel de tutela político-moral da sociedade. No caso em questão, a interpelação do ex-Procurador exige do STF uma definição do que seja a vida humana, demandando da corte uma afirmação doutrinária de natureza não-jurídica.

Se estamos todos de acordo, quando se trata de defender o direito à vida, melhor seria seguir a opinião do geneticista Oliver Smithies – prêmio Nobel de Medicina em 2007: a utilização de embriões humanos descartados – em vias de ir para o lixo – é uma forma de preservar suas vidas nas vidas de outras pessoas. Na verdade, é a única alternativa que têm ao descarte e à solidão do congelamento eterno.

É de se esperar que o STF não compactue com manobras protelatórias e siga o voto do ministro Ayres de Britto. A vida agradecerá.

*Renato Lessa*  
Presidente do Instituto Ciência Hoje

## ? Eclipses lunares só acontecem durante a lua cheia?

GUILHERME DIEGUES, POR CORREIO ELETRÔNICO

Eclipses lunares sempre ocorrem na lua cheia. A Lua não tem luz própria, ela brilha porque reflete a luz do Sol. Isso, associado ao fato de que a Lua gira ao redor da Terra, faz com que a vejamos com aspectos diferentes ao longo do tempo. Essa mudança em sua aparência é o que chamamos de 'fases da Lua'.

A lua cheia acontece quando Lua e Sol estão em lados opostos do céu. Nessa situação, nós, observadores terrestres, veremos toda a face iluminada da Lua. Mas, algumas vezes,

quando a Lua está oposta ao Sol (ou seja, lua cheia), ela está também no mesmo plano da órbita da Terra. Esse fenômeno ocorre cerca de duas vezes por ano, uma vez que a órbita da Lua ao redor da Terra é inclinada em relação ao plano da órbita da Terra ao redor do Sol. Quando isso acontece (lua cheia no plano da órbita da Terra), nosso planeta serve como anteparo para a luz solar, que deixa de iluminar a Lua. Esse é o fenômeno conhecido como eclipse lunar.



Ou seja, eclipses lunares sempre ocorrem na lua cheia, embora nem toda lua cheia seja um eclipse lunar. Do lado oposto do céu, podemos também afirmar que os eclipses solares sempre ocorrem na lua nova, embora nem toda lua nova provoque um eclipse solar.

**Alexandre Cherman**  
Fundação Planetário  
da Cidade do Rio de Janeiro

FOTO NASA

## ? O que causa mais prejuízos ao meio ambiente: o descarte de copos de plástico ou o uso de detergentes para lavar copos de vidro?

DÉBORA FUKS, POR CORREIO ELETRÔNICO

Todo produto sintetizado pelos humanos e desconhecido na natureza tem o potencial de causar danos ambientais. A intensidade do prejuízo depende da escala de uso e do tempo de permanência das substâncias no ambiente. Os detergentes são tensoativos que alteram as propriedades de interfaces e, portanto, podem ser danosos a microrganismos, por exemplo. Em sua formulação, há substâncias – destinadas a aumentar a formação de espuma – que contêm em sua estrutura química nitrogênio ou fósforo. Os detergentes à base de polifosfatos podem levar também à fertilização de corpos d'água, causando crescimento exagerado (*bloom*) de algas e outros efeitos. Hoje, a maioria das formulações usa agentes como o EDTA ou NTA, que não contêm fósforo na molécula. Os detergentes modernos tendem a ser biodegradáveis, o que não ocorria no passado; sua permanência no ambiente, portanto, é menor. Para lavar copos, pode-se também utilizar sabões em vez de detergentes, caso não se tenha acesso aos biodegradáveis.

Já o plástico usado atualmente para produzir copos e outros artefatos não é biodegradável e permanece pouco alterado no ambiente por décadas após o descarte. Assim, o uso por apenas uma vez de um copo de plástico, como é hábito geral, seguido de seu descarte, é altamente danoso ao meio ambiente, sem falar na própria produção de plásticos, que gera resíduos tóxicos. Os ftalatos, por exemplo, adicionados para dar maciez ao plástico, são agentes de desregulação endócrina. Os catalisadores metálicos empregados na polimerização (o plástico é um polímero) podem ser descartados no ambiente aquático ou sobre solos, causando danos ambientais. Em resumo: usar copos de vidro é menos prejudicial ao ambiente.

**Angela Wagener**  
Departamento de Química,  
Pontifícia Universidade Católica  
do Rio de Janeiro





## ? Por que não existe uma vacina contra a dengue?

ERMÍNIA RIBAS, RIO BRANCO DO SUL/PR

A dengue é causada pela infecção com qualquer um dos quatro sorotipos do vírus da doença: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4. Até agora não existe vacina nem terapia antiviral específica para combater a infecção. A única alternativa para tratá-la é o diagnóstico rápido e preciso, seguido de medidas de suporte, como hidratação. Uma vacina eficaz deve proteger contra os quatro sorotipos do vírus. No caso da dengue, se um indivíduo se infecta pela primeira vez com um dos sorotipos, ele produzirá anticorpos (proteínas de defesa produzidas pelo organismo após um processo infeccioso) dirigidos contra esse sorotipo e estará protegido de infecções subseqüentes causadas por esse mesmo sorotipo. Mas se esse indivíduo for infectado posteriormente por um vírus diferente do que causou a primeira infecção, os anticorpos produzidos durante a primeira infecção não serão suficientes para neutralizar e eliminar o vírus responsável pela nova infecção. Ao contrário, esses anticorpos podem agravar a doença. Tal mecanismo é conhecido como fenômeno de anticorpos potencializadores da infecção.

Assim, uma vacina contra a dengue precisa ser tetravalente (proteger contra os quatro sorotipos simultaneamente), utilizando vírus vivos atenuados (que se repliquem no organismo, induzindo resposta imune) que não possam ser transmitidos pelo mosquito vetor e incitem uma resposta imune duradoura e equivalente contra todos os sorotipos. Várias abordagens – como cepas virais atenuadas, cepas virais recombinantes/quiméricas ou vacinas de DNA – têm sido testadas com o objetivo de se produzir uma vacina segura. Algumas vacinas candidatas, já testadas em humanos, não induziram a proteção esperada, apresentando variação na resposta dirigida aos quatro sorotipos do vírus. No formato atual, as vacinas contra a dengue ainda não são suficientemente seguras e eficazes para proteger seres humanos.

**Claudia Nunes Duarte dos Santos**  
e **Juliano Bordignon**

*Laboratório de Virologia Molecular,  
Instituto Carlos Chagas (Curitiba)*

CARTAS À REDAÇÃO

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

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



## ? Como os insetos se comunicam?

CAIO VINICIUS VIVAS, POR CORREIO ELETRÔNICO

Os insetos comunicam-se por meio da emissão de sons, odores – denominados feromônios – ou pelo tipo de alimento que encontram. Dentre os que produzem sons, os mais conhecidos são os gafanhotos, os grilos, as cigarras e as esperanças. O som desses insetos é obtido por estridulação, ou seja, atritando uma parte do corpo, asas ou pernas, contra a outra. Em geral, somente os machos têm um órgão estridulatório, tendo como finalidade a atração das fêmeas para o acasalamento.

Os feromônios são substâncias químicas produzidas pelos insetos e que, quando lançados no exterior, funcionam como mensageiros químicos para animais de uma mesma espécie. Eles produzem comportamentos ou efeitos particulares, como aproximação de sexos, agregação de indivíduos em uma determinada área, marcação de caminhos e trilhas, alarme, dispersão, territorialidade etc. Entre as borboletas e mariposas, por exemplo, o acasalamento acontece por meio da emissão de um feromônio sexual, normalmente emitido pela fêmea para a atração do macho; já as formigas liberam um mensageiro químico de marcação de trilha; e os pulgões um de alarme.

As abelhas, além dos feromônios, também se comunicam por meio do tipo de alimento que é encontrado na natureza. Se um indivíduo encontra um alimento que identifica como bom, ele vai em busca de outros da espécie que o seguirão de volta ao local onde a comida foi achada.

**Vanda Helena Paes Bueno**

*Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras (MG)*

FOTO: BRUNO FERREIRA/SINC

# RITMOS DA NOITE

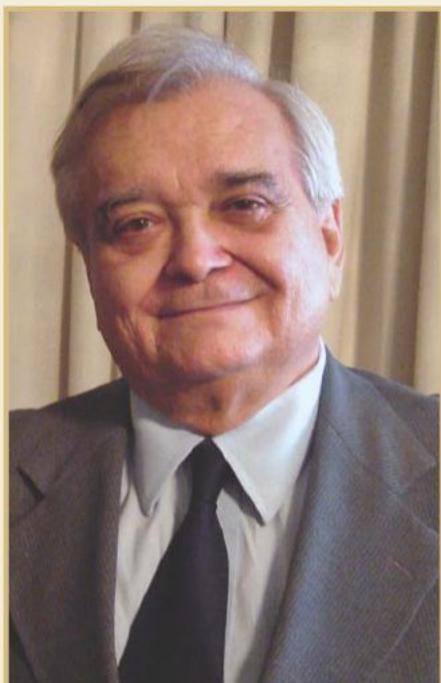


FOTO MICHELE DE ALMEIDA SILVA MORAES

## José Manoel Jansen

A noite sempre foi associada a eventos soturnos, como monstros e assombrações.

Mas apesar dessas coisas serem superstição, há certos males noturnos, como as pioras observadas em algumas doenças, que têm uma explicação orgânica: eles seriam resultado dos ritmos biológicos do nosso corpo.

O mais famoso destes é o circadiano, associado à passagem do dia e da noite. As variações das funções biológicas durante esse período interagem com doenças e remédios, alterando-os ou reforçando seu efeito. Esses ritmos são estudados pela cronobiologia, que, apesar de firmada como ciência na metade do século passado, ainda é pouco conhecida da classe médica.

Para corrigir essa discrepância, o pneumologista José Manoel Jansen, professor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e membro da Academia Nacional de Medicina, em colaboração com outros médicos, organizou o livro *Medicina da noite*, que aborda a intercessão entre a cronobiologia e a medicina. Jansen, que se envolveu com esse campo de estudo em 1990, vê a obra como uma tentativa de disseminar os conhecimentos cronobiológicos para os profissionais da área. “Apesar de seus experimentos, os cronobiólogos nunca causaram grandes repercussões na medicina, embora os médicos já tivessem noção de alguns desses fenômenos”, conta o pneumologista nesta entrevista, em que fala sobre os ritmos biológicos e seus efeitos sobre as doenças e a saúde dos indivíduos.

**Fred Furtado**  
*Ciência Hoje|RJ*

### Como começou seu interesse pela cronobiologia?

Começou pela minha especialidade, que é a pneumologia. Nessa área, uma das doenças mais importantes é a asma brônquica, que tem um componente cronobiológico muito forte: a maioria das crises de asma acontece de madrugada. Isso sempre intrigou os médicos – desde [o médico, filósofo e rabino espanhol Moses] Maimônides [1135-1204], na Idade Média, que se conhece isso, mas nunca houve uma explicação adequada. Inicialmente, atribuía-se esse fenômeno aos humores; depois, dizia-se que era o contato com os travesseiros que causava alergia; posteriormente, a culpa passou a ser do refluxo gástrico, o qual era facilitado pelo fato de a pessoa estar deitada. Isso continuou até que a cronobiologia começou a revelar a causa do problema. Nos anos 80, inventou-se um aparelho portátil que media o fluxo de ar soprado por alguém, o que permitiu fazer vários exames por dia. Percebeu-se que a velocidade do ar exalado por uma pessoa caía de madrugada e melhorava durante o dia, sendo ótima às 16 horas. Foi então que me interessei por esse assunto. Em 1990, fiz um curso na Fundação Oswaldo Cruz com os pioneiros no estudo da cronobiologia no Brasil, o Grupo Multidisciplinar de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos [GMDRB] da Universidade de São Paulo [USP], e passei a ver esse campo como um todo. Meu interesse cresceu até que tive a idéia de fazer esse livro, que possui um título curioso – *Medicina da noite* – justamente para reforçar o fato de que os organismos variam durante o dia e a noite, e que muitas das doenças se manifestam preferencialmente no período noturno. A isso juntou-se o conhecimento que todo médico tem das doenças da noite, adquirido durante os plantões noturnos nos prontos-socorros. Convidei vários especialistas e cada um fez sua revisão e explorou suas idéias sobre o tema.

### A cronobiologia estuda os ritmos biológicos como um todo. Por que a ênfase no período noturno?

A cronobiologia aborda vários ritmos, mas aquele mais evidente, e que é mais presente, não só nos humanos como nos animais, é o circadiano, o qual tem como parâmetro o dia e a noite. Isso acontece porque, durante a evolução, surgiu, por meio de condições genéticas, um organismo que tinha condições de se resguardar, alimentar e locomover nos períodos adequados do dia, o que lhe proporcionou vantagens sobre os outros. A partir daí, os descendentes desse organismo passaram a apresentar o mesmo tipo de vantagens e isso progrediu pela escala da evolução. Hoje, tem-se a certeza de que esse acontecimento se deu muito cedo na formação da vida, porque mesmo organismos unicelulares têm variações circadianas. Mas existem outros ritmos. As mulheres, por exemplo, menstruam mensalmente e alguns animais hibernam anualmente. Há ainda ritmos cardíacos e respiratórios, entre outros, que são muito

mais rápidos, mas o ciclo diurno é o mais importante e freqüente. Apesar disso, não estamos limitando a abrangência do livro à noite. O que queremos é introduzir a cronobiologia no contexto médico.

### Quão influente é a noite nos ritmos biológicos do nosso organismo?

Se prestarmos atenção, notaremos que somos completamente diferentes de dia e de noite – passamos boa parte da noite dormindo. Hoje, já se sabe que o sono, além de permitir o descanso, tem outras funções muito mais importantes. Tanto é que não se consegue passar muitos dias sem dormir, ao contrário de comer e beber. Experimentos feitos com animais mostraram que a ausência de sono mata. A organização é a seguinte: de dia estamos despertos para nos relacionar, nos alimentarmos, fazermos exercícios etc.; de noite, temos o período de descanso e do sono com suas múltiplas funções. Assim, as funções do organismo variam durante o dia e podem ser alteradas ou reforçadas por certas doenças. Por exemplo, a gota, um tipo de reumatismo grave e agudo, costuma ocorrer de madrugada, por volta das 2h da manhã, quando o indivíduo acorda com uma forte dor no dedão do pé ou no joelho. Essa acentuação também acontece com as síndromes ulcerosas e gastrites, que pioram de madrugada, assim como o diabetes. Quando uma pessoa é operada, a cirurgia não vai bem e o paciente não se recupera, ele costuma morrer à noite. Todas as dores pioram na parte noturna do dia, porque todo mecanismo de inflamação do organismo é constituído de tal forma que se intensifica nesse

**A cronobiologia aborda vários ritmos, mas aquele mais evidente, e que é mais presente, não só nos humanos como nos animais, é o circadiano, o qual tem como parâmetro o dia**

período. Outro exemplo é a descarga de adrenalina e outros hormônios disparada quando um indivíduo acorda e eleva a pressão arterial. É por isso que as crises hipertensivas, os derrames hemorrágicos, os infartos do miocárdio e a morte súbita de origem cardíaca ocorrem com freqüência entre 7 e 9 horas da manhã.

### Mas até que ponto essas piores são de origem psicológica?

O fator psicológico pode até influir – e até existe o terror noturno, o medo –, mas não é só isso. É possível medir todas essas alterações das funções biológicas em laboratório. Por exemplo, ao se medir o nível de glicose e a produção de insulina, pode-se constatar a piora do diabetes durante a noite. ▶

**Hoje, com o avanço da tecnologia, é muito comum que as pessoas vivam mais à noite, que façam seu próprio ritmo. Como isso influencia os ritmos biológicos?**

Tudo o que falamos aqui representa a média, é o mais comum. Temos então as variações, tanto as pessoais quanto as impostas. As pessoais são claras: algumas pessoas gostam de acordar tarde, outras despertam de madrugada. Isso varia com a idade, quanto mais velho, mais cedo se acorda. Já um recém-nascido dorme quase o dia todo. Essas variações representam 10% da população. As impostas incluem as diferenças de fuso horário a que estamos sujeitos em viagens aéreas. Se uma pessoa sai daqui às 10 h e leva 12 h para chegar a Londres, que está quatro horas adiantada em relação a nós, para ela, biologicamente, serão ainda 22 h, embora localmente já sejam 2 h da manhã. Ou seja, embora esteja na hora de dormir em Londres, ela ainda está acordada. No dia seguinte, ela terá que despertar antes do seu horário normal, seja para trabalhar ou qualquer outro motivo, e levará alguns dias até ajustar seu relógio biológico. Outra variação imposta é a de turnos noturnos de trabalho, como vigias, enfermeiros etc. Essas pessoas, se forem daquela média que mencionei, têm dificuldades sérias de se adaptar – tanto que se paga mais para quem trabalha nesses horários. Já se sabe que essas atividades causam dano à sobrevivência das pessoas, à sua longevidade. A perda maior é para quem tem turnos variáveis: um dia trabalha de manhã, outro de tarde e outro de noite. Isso acontece muito com médicos, militares e aeronautas.

### **A cronofarmacologia procura fazer com que a administração de remédios e outros tipos de tratamentos seja mais ajustada com a cronobiologia**

**Além dessa perda de sobrevivência, há algum outro efeito sobre a saúde desses indivíduos?**

Claro. Os efeitos são, em primeiro lugar, emocionais: algumas ficam 'para baixo', outras se tornam depressivas. Sonolência também é comum, assim como uma redução da capacidade de realizar tarefas precisas, como ajuste de máquinas. Há ainda repercussões orgânicas. Essas pessoas desenvolvem mais facilmente hipertensão arterial e obesidade, e seu diabetes se descompensa com mais facilidade, entre outros casos. Fora o desajuste social causado por ter um horário diferente do da família, dos amigos e da sociedade em geral.

**A cronobiologia foi reconhecida como ciência em meados do século 20. Por que ainda hoje seus princípios são desconhecidos entre os médicos?**

A cronobiologia vem se firmando desde os anos 50, mas toda ciência é um acúmulo de conhecimentos e

de revisões de conhecimentos atuais, o que faz com que se avance na área. Apesar de seus experimentos, os cronobiólogos nunca causaram grandes repercussões na medicina, embora os médicos já tivessem noção de alguns desses fenômenos. Agora, já se tem informações mais precisas, inclusive sobre a parte genética. Mas os profissionais de medicina não se debruçaram suficientemente sobre a causa desses males para poder estabelecer uma interconexão entre a cronobiologia e a medicina. Os grandes livros-texto da área médica incluem muito pouco sobre cronobiologia. Essa é a função deste livro, que é apenas uma ação, porém a idéia é que se torne um movimento.

**Um dos capítulos do livro aborda a cronofarmacologia.**

**O que é isso?**

Esse capítulo fala de, talvez, uma das maiores aplicações da cronobiologia na medicina. A cronofarmacologia procura fazer com que a administração de remédios e outros tipos de tratamentos seja mais ajustada com a cronobiologia. Há dois aspectos dessa abordagem. Um é conhecer o ritmo biológico para poder interferir no momento correto. Quando se toma uma droga por via oral, ela leva um tempo para ser absorvida, outro tempo em que gera seu efeito máximo e, a seguir, diminui. Por exemplo, sabemos que a asma piora às 4 h da manhã. Logo, se temos um remédio cujo pico de efeito leva oito horas para acontecer, o administraremos oito horas antes das 4 h da manhã, ou seja, às 20 h. Outro aspecto da cronofarmacologia é o fato

de que há remédios que fazem mais efeito em determinadas partes do dia. Por isso, há muitos estudos que tentam discernir qual a melhor hora para fazer a quimioterapia em um paciente com câncer. Como o quimioterápico é uma droga extremamente agressiva e, embora a intenção seja destruir as células

tumorais, pode afetar também as sadias, essas pesquisas procuram encontrar o ponto no qual haja o maior efeito sobre o câncer e o menor sobre o organismo. Um exemplo adicional envolve o controle do colesterol, que tem um componente proveniente da alimentação e outro produzido no fígado. Tal fabricação ocorre mais à noite, por isso deve-se tomar a medicação nessa hora. Hoje, já se encontram remédios cujas bulas incluem esse tipo de orientação, mas ainda são poucos.

**Os conceitos da cronobiologia serão incorporados no atendimento médico no futuro?**

Certamente. Ainda não temos isso, mas um movimento nesse sentido já está começando. Não há uma Sociedade Brasileira de Cronobiologia, por exemplo, mas existem importantes grupos de pesquisa, como o da USP. Falta ainda divulgação, que poderia ser feita pela própria área médica. ■

# Peça licença e morra

**Franklin Rumjanek**

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



Os autores de textos clássicos revelam que quase sempre os personagens que buscam a imortalidade se arrependem. Seja qual for o enredo, é possível que exista aí o reflexo de uma grande sabedoria. Vale a pena viver mais? De todo modo, em breve nossos descendentes terão a oportunidade de vivenciar tal experiência. É fato inegável que a expectativa de vida humana está aumentando no mundo, principalmente em países desenvolvidos, nos quais a tecnologia ligada à prevenção e ao tratamento de doenças ficou disponível mais rapidamente para a sociedade. Em cerca de cinco décadas, a expectativa de vida passou de uma média de 60 anos para quase 80. Pessoas centenárias já não são uma raridade entre nós. E ainda não vemos nessa tendência uma indicação segura de que já estamos próximos do limite superior.

Além do progresso médico, estudos em andamento em diversos centros científicos identificaram quais fatores contribuem diretamente para a longevidade. Alguns já são mais ou menos conhecidos de todos e dependem da moderação de certos hábitos. Dizem respeito ao estilo de vida, o que inclui abstinência de tabaco, controle de peso e pressão arterial e exercício regular, todos contribuindo para uma vida que, além de mais longa, apresenta maior qualidade. A ciência, no entanto, tem revelado aos poucos outros fatores pró-longevidade menos óbvios. Um exemplo é a observação de que mulheres que têm menos filhos vivem mais, resultado obtido, por exemplo, de detalhados registros históricos da realeza britânica ao longo de muitas gerações.

Um aspecto interessante é que estudos comparativos mostraram que os achados com humanos são semelhantes aos encontrados com a mosca-das-frutas (*Drosophila melanogaster*), na qual já se quantificou que a baixa fertilidade está sempre associada a uma vida mais longa. Tal correlação pode ser compreendida à luz da evolução darwiniana. Como a reprodução representa um grande investimento energético, a evolução privilegia a multiplicação, de preferência, durante a plenitude dos organismos, quando o metabolismo funciona a todo vapor. A velhice não comove a natureza. Seres que param de se reproduzir, ou que jamais transferiram seus genes, aos olhos da evolução tornam-se cadáveres genéticos.

Outras revelações estão emergindo dos laboratórios. No verme *Caenorhabditis elegans*, a mutação em um gene que controla sua taxa metabólica simplesmente duplica seu tempo de vida. Estudos realizados com famílias italianas cujos integrantes se destacam pela longevidade também mostraram que genes ligados ao metabolismo de lipídios podem ser importantes para prolongar a vida. Portanto, o mítico elixir da longa vida pode já estar no horizonte. A comunidade científica não duvida que, no futuro, um ser humano possa viver até os 200 ou 300 anos.

---

O mítico elixir da longa vida pode já estar no horizonte. A comunidade científica não duvida que, no futuro, um ser humano possa viver até os 200 ou 300 anos

Curiosamente, porém, a sociedade que aplaude de pé esse tipo de pesquisa e já se imagina consumidora ávida dos produtos ‘milagrosos’ age de maneira antagônica a tal iniciativa. É sabido que, em todo o planeta, não existe hoje uma solução satisfatória para lidar com os idosos. Apesar das supostas boas intenções, a necessidade que os politicamente corretos têm de criar eufemismos para a velhice – como ‘terceira idade’ ou ‘melhor idade’ – ou a elaboração de um estatuto que reforça a noção de que os idosos continuam sendo cidadãos já denuncia a idéia de que os velhos representam um grande estorvo. Do ponto de vista econômico, então, nem se fala. Que sociedade terá recursos para amparar um grande número de cidadãos improdutivos ou pouco produtivos, mesmo sem levar em conta os gastos com prováveis problemas de saúde? É como se uma mão não quisesse saber o que a outra está fazendo.

Não sabemos ainda se, em um ambiente propício, o genótipo humano permitiria uma vida bem mais longa que a atual – já que todo genótipo contém, em algum grau, alternativas de desenvolvimento e de funcionamento ‘acionáveis’ em função das condições ambientais. Os biólogos, porém, não têm dúvida de que, para a evolução, a morte é tão importante quanto a vida. Provavelmente os velhinhos fofinhos de 200 anos não serão pessoas felizes. ■

# Por que não produzimos vitamina C?

O organismo dos humanos, bem como de outros poucos mamíferos, não é capaz de sintetizar vitamina C. Por quê? Alguns sugerem que seria um erro de nosso metabolismo. Ou seria resultado de uma adaptação evolutiva adquirida ao longo de milhares de anos?

Resultados recentes jogam um pouco mais de luz sobre a questão, ao desvendar os mecanismos bioquímicos que diferenciam os não produtores da vitamina C daqueles que têm a capacidade de fabricar esse micronutriente essencial para a vida.

Os resultados estão em *Cell* v. 132, pp. 1.039-1.048, 2008.

**D**as mais de 4 mil espécies de mamíferos, aparentemente só o homem, os primatas superiores, os porquinhos-da-índia e os morcegos frugívoros são incapazes de sintetizar ácido ascórbico (também denominado vitamina C).

A vitamina C é considerada essencial para o nosso organismo, pois, se não a consumirmos ou se a produzirmos em quantidade insuficiente, apresentaremos sintomas de deficiência, o que pode acarretar a morte. Os principais papéis dessa vitamina no organismo são: i) manter o ferro que ingerimos na forma reduzida ( $\text{Fe}^{2+}$ ); ii) participar da síntese de colágeno (proteína fundamental para a integridade de tecidos corporais); iii) proteger contra os chamados radicais livres, moléculas instáveis e muito reativas que estão envolvidas em reações danosas para o organismo (por com-

bater essas reações, a vitamina C é dita um agente antioxidante). Enfim, o ácido ascórbico está presente em vários processos metabólicos que envolvem oxidação (perder elétrons) e redução (ganhar elétrons).

Para que nós, humanos, possamos alcançar níveis considerados satisfatórios em nosso plasma (parte líquida do sangue), precisamos ter uma ingestão repetida desse micronutriente. O interessante é que outros mamíferos, como coelhos, ratos, camundongos, cachorros, gatos e chinchilas, fabricam a vitamina C.

Por que, então, alguns mamíferos a produzem e outros não? Qual o mecanismo adaptativo atribuído a isso?

Aparentemente, a resposta é bem simples: os animais que fabricam essa vitamina apresentam um transportador de moléculas de



glicose do tipo 4, ou seja, uma proteína denominada GLUT 4. Já os não produtores dessa vitamina têm a GLUT 1 (tipo 1).

No genoma humano (isto é, em nosso material genético), já foram identificados 15 tipos de GLUTs. Vamos nos restringir à GLUT1, a primeira a ser descoberta. Esse transportador está presente na membrana dos glóbulos vermelhos e também nas das células que formam a barreira que seleciona a passagem de substâncias presentes no sangue para o cérebro. A principal função da GLUT1 é 'carregar' glicose e vitamina C, esta última em sua forma oxidada, denominada DHA (sigla inglesa para ácido desidroascórbico), especialmente em mamíferos que não produzem essa vitamina.

Para responder às duas perguntas acima, Amélie Montel-Hagen, da Universidade de Montpellier (França), e colegas apresentam como hipótese principal a relação entre o tipo de GLUT e a capacidade de alguns animais fabricarem vitamina C e de captarem DHA.

Um dos resultados importantes da equipe foi o seguinte: em mamíferos incapazes de sintetizar a vitamina C, a GLUT mais abundante é a do tipo 1. Montel-Hagen e colegas também mostraram que, nesses animais, a GLUT1 tem sua 'função' alterada: diminui sua capacidade de transportar glicose e aumenta drasticamente a de transportar de DHA. É justamente essa mudança que permite que o organismo humano faça, de modo eficiente, a reciclagem do DHA em vitamina C, ou seja, de ácido desidroascórbico em ascórbico. No entanto, essa reciclagem não é suficiente para suprir nossas necessidades (ainda que poucas) de vitamina C.

Esse mecanismo, como afirma a equipe, é único dos humanos e dos poucos outros animais que não produzem vitamina C. Por exemplo, em ratos, observou-se que, após o nascimento, ocorre a

diminuição da presença de GLUT1, que não pode ser mais detectada aos 25 dias de vida. Em contraste, nesses animais, a GLUT4 está presente ao longo da vida.

Em resumo: apesar de a GLUT1 ser uma proteína cujo papel principal é o de transportar glicose, no caso de animais incapazes de fabricar a vitamina C ela transporta preferencialmente o DHA. E, para captar o DHA, a GLUT1 precisa da intermediação de outra proteína, a estomatina, encontrada nos glóbulos vermelhos e cujo papel é importante no transporte da vitamina C.

Discute-se se a perda da capacidade de sintetizar vitamina C seria considerada um avanço evolutivo, pois podemos encontrar esse nutriente em uma grande variedade de alimentos (portanto, seria uma 'economia' de processos metabólicos). O fato é que, atualmente, é raro encontrar pacientes com deficiência de vitamina C, e, além disso, necessitamos de quantidades bem menores (1 mg/kg/dia) dessa vitamina quando comparadas àquelas de animais capazes de fabricá-la (200 mg/kg/dia).

Enfim, além de termos acesso fácil às fontes desse nutriente e melhor capacidade de captação, temos também um sistema bastante eficiente de reciclagem de ácido desidroascórbico para ascórbico. Alguns preferem pensar que perder a capacidade de fabricar essa substância essencial seja um erro metabólico. Porém, diante das evidências bioquímicas e nutricionais, não cremos ser um erro, mas sim uma adaptação evolutiva.

#### **Eliane Fialho**

*Instituto de Nutrição,  
Universidade Federal  
do Rio de Janeiro*

#### **Patrícia Souza dos Santos**

*(pós-doutoranda)  
Instituto de Bioquímica Médica,  
Universidade Federal  
do Rio de Janeiro*

FOTO MARK AUDENDERER



Reconstrução do colar de ouro e contas de turquesa. Na peça central de ouro, há uma pedra turquesa encravada

#### **JÓIA MAIS ANTIGA DAS AMÉRICAS**

• Pelo bom gosto do desenho e combinação de tons, o colar (figura) bem que poderia estar em uma joalheria dos dias de hoje (e, provavelmente, os detalhes rústicos e primitivos fariam sucesso). Primitivo, no caso, significa cerca de 3,7 mil anos. A peça, martelada a frio e com uma pedra turquesa encravada, é o artefato em ouro trabalhado mais antigo do continente americano. Ele foi achado nas proximidades do lago Titicaca (na parte peruana). Para os descobridores, a presença de ouro em uma sociedade de baixa produção agrícola é um indicativo do surgimento de uma desigualdade social entre seus membros. (*PNAS*, v. 105, n. 13, pp. 5.002-5.005, 2008)

#### **PROTEÍNA CONTRA A HEPATITE C**

• Há um adágio que diz: o melhor é cortar o mal pela raiz. Uma nova e promissora proteína pode fazer isso no caso da hepatite C, uma inflamação do fígado que acomete no mundo cerca de 130 milhões de pessoas (no Brasil, atinge em torno de 2% da população, segundo os autores). A doença é transmitida por transfusão sanguínea, compartilhamento de seringas, acidentes de trabalho etc. (a transmissão sexual ainda é controversa). Para penetrar as células do fígado e iniciar seu ciclo infeccioso, o vírus da hepatite C (ou, na sigla inglesa, HCV) usa três moléculas que estão presentes nessas células. Uma delas, a CD81, tem grande afinidade por outras proteínas, ou seja, forma ligação química com elas. Agora, pesquisadores franceses e norte-americanos – da equipe, participa a brasileira Vera Rocha-Perugini, doutoranda na França – identificaram que a proteína EWI-2wint, ao se ligar à CD81, impede que o HCV o faça, não dando nem mesmo chance ao vírus de entrar na célula. A descoberta poderá levar ao desenvolvimento de novos medicamentos terapêuticos. (*PLoS One*, v. 3, n. 4, e1688, 2008)



DENNIS LE ROY/JENNINS

## EM FOCO

**RESULTADO DO EXAME DE... COPRÓLITOS** • Quando se quer desqualificar coisas ou pessoas, há no português e em várias outras línguas um sinônimo chulo para a palavra fezes cujo sentido figurativo é o de insignificante, sem valor ou préstimo. Essa denominação é injusta para um achado recente que, tudo indica, deverá servir como uma evidência importante na busca pelos primeiros habitantes da América do Norte. A figura mostra pedaços de fezes humanas fossilizadas (coprólitos humanos são um termo mais técnico e pomposo). A novidade é que elas foram datadas como tendo algo em torno de 14,3 mil anos, cerca de mil anos mais antigas que as mais antigas evidências sobre o que se acredita ser a primeira cultura a povoar a América do Norte, a chamada cultura Clóvis.

Ao todo, foram encontradas 14 amostras de coprólitos em uma caverna de uma região desértica do Oregon, no noroeste dos Estados Unidos. Elas foram datadas por método radioativo e por meio da avaliação de material genético que o indivíduo herda apenas da mãe (DNA mitocondrial). Este último método

mostrou que esses humanos tinham semelhanças genéticas com dois grupos populacionais da Sibéria e do leste da Ásia. Supõe-se que os primeiros habitantes do continente americano chegaram pelo estreito de Bering, que liga a Ásia ao Alasca, há cerca de 14 mil anos, quando ocorreu a formação de um corredor sem gelo na região. E, de lá, esses pioneiros foram 'descendo', até chegar à América do Sul (apesar de essa teoria ser constantemente desafiada). Porém, os resultados agora apresentados pela equipe internacional põem novamente em xeque essa teoria, pois o material analisado indica que esses habitantes teriam chegado centenas de anos antes. Se novas análises mantiverem os 14,3 mil anos, então esses serão os primeiros habitantes da América do Norte, como defendem os autores.

O nome Clóvis vem de um sítio no estado do Novo México no qual foram encontrados vestígios do que, para alguns, ainda é a primeira cultura da América. As fezes fossilizadas vêm agora somar força a outras evidências que desbancam essa teoria, denominada 'Clóvis primeiro'. *Science*, 03/04/08 on-line

**CIÚMES E EVOLUÇÃO** • Homens têm mais ciúmes de um competidor caso este seja bonito, rico e forte. Mas esse sentimento é menor quanto maior for o homem. Mulheres ficam mais enciumadas com beleza e charme. E as mais seguras de si (ou seja, as menos ciumentas) são as de estatura mediana. Segundo os autores do trabalho, esses resultados estão de acordo com os princípios da biologia evolucionária, pois os altos fazem, em geral, mais sucesso com as mulheres, e as medianas são as que desfrutam de melhor saúde, fertilidade e popularidade com o sexo oposto. Porém, as mulheres de altura média perdem a segurança quando ameaçadas por competidoras com maior *status* social ou mais altas. Segundo os autores, isso também se explica: mulheres com essas 'qualidades' têm vantagens na hora de resolver conflitos, incluindo brigas físicas. (*Evolution and Behavior*, v. 29, p. 133, 2008)

## BIOQUÍMICA

## MAGNÉSIO E ENVELHECIMENTO

Na próxima refeição, olhe com mais carinho para os vegetais verdes. Eles são fontes de magnésio. Esse mineral pode não ser a fonte da vida eterna, mas parece ajudar bastante na luta contra o envelhecimento. Isso foi o que mostrou um trabalho sobre a ação desse elemento químico em células cultivadas em laboratório.

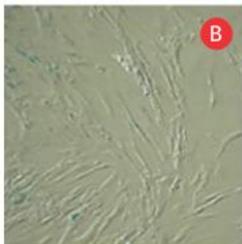
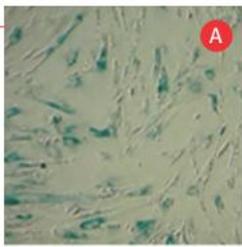
Sabe-se que a falta de magnésio na dieta aumenta as chances de desenvolver doenças ligadas ao envelhecimento, como pressão alta, diabetes, problemas cardíacos etc. Agora, dois pesquisadores norte-americanos resolveram verificar o que ocorre com os fibroblastos quando essas células, que servem de 'cimento' para vários tecidos do corpo humano, desenvolvem-se em um ambiente com quantidades insuficientes de magnésio.

David Killilea e Bruce Ames, da Universidade da Califórnia, em Berkeley (Estados Unidos), mostraram que os fibroblastos, mesmo em situações em que há carência moderada do mineral, acabam envelhecendo mais rapidamente que células que cresceram em culturas em que há quantidades consideradas normais de magnésio.

Para os autores, esse envelhecimento precoce está ligado ao encurtamento dos telômeros, uma estrutura celular que protege as pontas dos cromossomos (um tipo de 'novelo' formado pelo material genético) e cujo mau funcionamento está ligado ao envelhecimento e ao surgimento do câncer. Leia mais sobre telômeros em *CH* 229 (agosto de 2006).

*PNAS*, v. 105, n. 15, pp. 5.768-5.773, 2008

**TESTE PARA A DEPRESSÃO •** No futuro, um exame simples e rápido poderá prever, em quatro ou cinco dias, se a pessoa irá desenvolver um quadro depressivo. O teste analisaria a posição de uma proteína, a Gs alfa, na membrana das células dos tecidos periféricos (ou seja, nervos ou gânglios). Se uma grande porção dessa proteína estiver acoplada a áreas da membrana denominadas 'balsas' lipídicas, então o prognóstico é ruim. Mas, nesse caso, o paciente poderia iniciar o tratamento antes que os sintomas apareçam ou se acirrem. A Gs alfa, quando presa a uma balsa, perde sua capacidade de ativar substâncias que levarão à reação do cérebro e ao quadro depressivo. Os antidepressivos arrancam as Gs alfa desses ancoradouros, ocupando o lugar dessas proteínas, que se instalam em outras regiões da membrana, de onde podem atuar normalmente. O futuro teste poderá também indicar se a droga escolhida para o tratamento está ou não fazendo efeito. (*Journal of Neuroscience*, v. 28, pp. 3.042-3.050, 2008)



As marcas verdes nas células situadas, em um meio em que há carência de magnésio (A), são um indicativo de que elas estão envelhecendo mais rapidamente que aquelas (B) submetidas a níveis normais desse mineral

## SINTONIA FINA

Um grupo de pesquisadores da Universidade Loma Linda, na Califórnia (Estados Unidos), leva a sério pelo menos uma coisa: o riso. O resultado mais recente deles: apenas pensar em dar risada já reduz três compostos produzidos pelo corpo e ligados ao estresse. Eles chegaram a essa conclusão ao estudar um grupo de 16 homens. Metade foi designada para assistir a um filme de comédia que eles haviam escolhido. A outra para ler revistas em uma sala. No primeiro grupo, os níveis das três substâncias – cortisol, adrenalina e um ácido conhecido como Dopac – baixaram, respectivamente, 67%, 35% e 69% nos participantes. Mas, para a total surpresa da equipe, antes da exibição, eles já haviam caído 39%, 70% e 38%, respectivamente. Um dos membros da equipe diz que um velho provérbio deve ser posto em prática: o riso deveria ser prescrito como remédio. E ele parece ter falado seriamente, em entrevista para o serviço noticioso *Nature News*. Segundo ele, rir afeta benéficamente o sistema imune, bem como quadros de depressão, pressão sanguínea alta e diabetes. Os pesquisadores ainda não sabem que mecanismo bioquímico está por trás da redução das substâncias. Eles desconfiam das citoquinas, fragmentos de proteína que regulam o modo como o sistema imune responde a agentes externos ao organismo. Os resultados foram apresentados em 7 de abril último no Encontro Anual da Sociedade Norte-americana de Fisiologia.

Prevista para durar apenas duas semanas, a primeira escavação em quatro décadas no Stonehenge (foto) já tem um resultado considerado importante: o monumento foi um tipo de local para curas, para onde peregrinos costumavam ir na esperança de se livrarem de doenças. Com cerca de 4,5 mil anos, o Stonehenge, construído por bretões que viveram na Era do Bronze, nunca teve a razão de sua construção esclarecida. Já tido como um tipo de observatório astronômico ou templo religioso, ele foi reconstruído várias vezes ao longo de sua história. Agora, os pesquisadores centraram sua atenção nas rochas mais antigas do sítio. Segundo eles, as chamadas pedras azuis, de coloração azulada e de composição à base de areia (hoje, a maioria das 83 pedras levadas para lá está praticamente erodida pelo tempo), tinham propriedades curativas. As pedras, segundo os pesquisadores, foram trazidas de colinas do País de Gales, a 250 km de distância do monumento, que fica na planície de Salisbury, em Wiltshire (sudoeste inglês). Espera-se que com a escavação (um buraco de 2,5 m por 3,5 m de área) seja possível datar a chegada das rochas azuis. As colunas gigantes, trazidas de 20 km de distância, vieram muito mais tarde. A pesquisa é financiada pela BBC, a rede de TV estatal britânica, que apresentará um documentário sobre os trabalhos.

divulgação





FOTO MARCO MICHELINI/SXC

## DESTAQUE

NEUROCIÊNCIA Gordura abdominal pode elevar risco de Alzheimer

## BARRIGA E DEMÊNCIA

Chegou aos 40? Com uma barriga volumosa? Mau prognóstico: as chances de desenvolver a doença de Alzheimer, quadro neurodegenerativo marcado pela perda de memória, ficam bem aumentadas por volta dos 70 anos de idade, revela estudo. Probabilidade também é maior mesmo para os barrigudos que estão apenas um pouco acima do peso.

A gordura abdominal tem linhas bem desprezíveis em seu currículo: diabetes, derrame e doenças cardiovasculares. Agora, um trabalho relaciona a barriga protuberante com a doença de Alzheimer, também denominada demência senil.

A densidade abdominal foi medida em 6.583 pessoas entre 40 e 45 anos de idade. Cerca de 35 anos depois, vieram os resultados: 16% deles fo-

ram diagnosticados com o mal de Alzheimer.

Os riscos maiores ficaram com o seguinte público:

**i)** obesos com gordura abdominal apresentaram 3,6 vezes mais chances de desenvolver o quadro (quando comparados a pessoas com peso normal e sem barriga);

**ii)** pessoas com o peso um pouco acima do normal (sobrepeso) e com barriga apresentaram chances 2,3 vezes maiores (idem);

**iii)** obesos e pessoas com sobrepeso, mas sem barriga, 1,8 vez mais chance (idem).

**Apenas um fator?**

Estudos anteriores já haviam mostrado que as mudanças no cérebro que levam ao Alzheimer começam na meia

idade, bem como que a presença da barriga na terceira idade está associada à atrofia cerebral.

A equipe multidisciplinar e internacional alega que os mecanismos por trás dessa associação ainda são desconhecidos, e é possível que a obesidade abdominal seja apenas um fator de um quadro mais complexo de comportamentos. No artigo, lê-se que cerca de metade dos adultos nos Estados Unidos sofrem de obesidade abdominal.

Se os resultados forem confirmados, a obesidade abdominal poderá ser um importante fator para prever o risco de demência.

*Neurology*, 26/03/08 on-line

## CIENCIOMETRIA

**CERVEJA E PRODUTIVIDADE CIENTÍFICA**

Esta é para o leitor que é pesquisador. Está infeliz com seu rendimento profissional, sente que sua bolsa de produtividade está ameaçada, novas linhas em seu currículo Lattes estão cada vez mais raras e as citações de seus artigos andam caindo? Pergunta: quantas garrafas de cerveja o(a) senhor(a) está bebendo por ano?

Explicando o que parece ser uma relação estapafúrdia. Thomas Grim, um ornitólogo da Universidade Palacky (República Tcheca), depois de ficar sem beber cerveja por um ano (1999), em função de uma doença, percebeu que, logo depois de sua recuperação, a qualidade de seus artigos havia melhorado muito, passando a publicá-los em revistas de prestígio internacional. Nessa época, veio-lhe à mente uma questão: como o hábito de beber cerveja afetaria a qualidade e a quantidade das publicações?

Primeiramente, fez um levantamento exaustivo e percebeu um quadro lamentável: os ornitólogos tchecos haviam publicado apenas 41 artigos em revistas internacionais nos últimos... 20 anos! (Dado relevante: a República Tcheca é o país onde mais se bebe cerveja

no mundo). Depois, pesquisou a esmagadora maioria de seus colegas, bem como biólogos evolucionários, sobre a quantidade de litros da bebida consumida por ano e...

Surgiu uma associação surpreendente: o número de artigos e de citações desses trabalhos caía à medida que aumentava o número de litros/ano de cerveja. Outra mais surpreendente ainda: a relação 'pouca produtividade/muita cerveja' batia para o local no país onde mais se consome essa bebida, a Boêmia (200 litros/ano por pessoa), e também fazia sentido para os colegas da região na qual o consumo anual é o menor, a Morávia (50 litros/ano).

Obviamente, nem todos acham que a cerveja seja a destruidora de carreiras científicas. Alguns atribuíram isso ao "estilo de vida" e outros, com argumentos mais científicos, acham que beber é uma atividade social e ligada ao sexo, e isso, do ponto de vista da biologia evolucionária, tem um custo associado a ela.

Divagações à parte, parece que nem Grim levou a sério a relação que descobriu. Ele confessa, à revista *The Scientist*, ainda beber 150 litros de cerveja por ano.

*Oikos*, v. 117, n. 4, pp. 484-487, 2008



## BIOLOGIA EVOLUCIONÁRIA

## POR QUE MENOPAUSA?

Há meio século, a pergunta intriga especialistas. Nas fêmeas de chimpanzés, gorilas, bonobos e orangotangos, 'primos' mais próximos dos humanos, a fertilidade encerra-se por volta dos 30 anos de idade. E, logo depois, elas morrem. Então, por que as mulheres sobrevivem à menopausa? Novos trabalhos tentam esclarecer a questão. O consenso ainda parece distante.

A chamada 'hipótese da avó' é a explicação mais popular hoje. Segundo ela, a seleção natural favoreceu a vida pós-menopausa para que a avó possa aumentar as chances de sobrevivência e de reprodução dos netos, que carregam um quarto de seus genes. Mas os ganhos dessa estratégia parecem não superar as vantagens de ter os próprios filhos, quando metade dos genes é transmitida. Entre os mamíferos, as fêmeas de elefante podem ter filhotes aos 60 anos; as de baleia, até os 80.

Agora, os pesquisadores britânicos Michael Cant e Rufus Johnstone defendem que o fim da fertilidade entre as mulheres é para evitar o conflito entre gerações. Eles ressaltam que, diferentemente de outros primatas, as mulheres param de ter filhos mais ou menos na época em que uma nova geração passa a tê-los.

Para Cant e Johnstone, isso está bem de acordo com os princípios da evolução. Eles explicam: entre humanos, as mulheres comumente mudam-se para a família ou comunidade de seus parceiros, com cujos membros elas não têm afinidade genética alguma. Portanto, para elas, a melhor estratégia é ter os próprios filhos e transmitir 50% de seus genes, pois não haveria vantagem genética em ajudar as sogras a ter os dela (como ocorrem com espécies que cooperam na reprodução). Porém, para as avós, a melhor estratégia, já que elas teriam poucas chances de vencer

a competição pelos homens, é ajudar a nora a ter seus netos, pois isso transmitiria 25% de seu material genético. "Mostramos em nosso modelo que a melhor estratégia para a sogra é parar de se reproduzir, evitar a competição e ajudar a nora a se reproduzir e criar os netos." Segundo eles, esse modelo é complementar ao da 'hipótese da avó'.

Outros resultados recentes apresentam a 'hipótese da mãe': pesquisadores do Instituto Max Planck de Pesquisa Demográfica defendem que a menopausa é vantajosa a partir de certa idade, pois diminuiria os riscos de a mulher dar à luz filhos com defeitos genéticos ou ela mesma ter problemas de gestação ou morrer no parto.

*PNAS*, 31/03/08 on-line

*American Journal of Physical*

*Anthropology*, 05/03/08 on-line

FOTO ALBERT GEA/REUTERS



## SINTONIA FINA

Depois que a pesquisa da *Nature* foi publicada, é possível que muitos cientistas estejam desconfiando do 'alto número' de publicação de seus colegas. Afinal, um em cada cinco respondentes disse usar medicamentos para melhorar o desempenho cerebral (memória e atenção, principalmente), sem prescrição médica (um terço alegou obter as drogas pela internet). A enquete on-line foi deflagrada por um comentário publicado no final do ano passado sobre o mesmo tema (*Nature* v. 450, pp. 1.157-1.159) com muita repercussão entre os leitores. A revista perguntou especificamente sobre o uso de três drogas: metilfenidato, empregado para o chamado déficit de atenção e hiperatividade; modafinil, usada para distúrbios do sono, mas também empregada para combater fadiga e o chamado *jet lag* (mal-estar causado por mudanças de fuso horário); beta-bloqueadores, receitados para arritmia cardíaca, mas também empregados contra ansiedade. A preferência das três drogas entre os respondentes ficou assim: 62%, 44% e 15%, respectivamente. Outros motivos para tomar as drogas: ir a festas, limpar a casa e ver se o artigo que deflagrou a enquete tinha validade. Já a periodicidade de ingestão ficou dividida entre as opções diária, semanal, mensal e anual. Metade dos 1,4 mil respondentes alegou ter sofrido efeitos colaterais (tonteira, ansiedade e insônia). Um especialista prevê que o uso de estimulantes cerebrais deverá crescer, pois eles podem ser comprados facilmente pela internet. Um terço dos que responderam alegaram que se sentiriam pressionados a dar essas drogas para os filhos caso os colegas de escola também as usassem. A história acabou tendo um lado cômico: o biólogo evolucionário Jonathan Eisen, da Universidade da Califórnia, em Davis, preparou, em 1º de abril (dia da mentira), um comunicado de imprensa alertando que os Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos (NIH) iriam investigar, juntamente com a Autoridade Mundial contra o Doping Cerebral, o caso de cientistas fazendo uso ilegal desse tipo de droga. Ele e colegas (que ajudaram a espalhar o rumor de que o NIH estava exigindo uma declaração de não-uso dessas drogas) criaram um sítio na internet para a dita autoridade: WABDA (<http://www.wabda.org/>), que, por sinal, é bem convincente. Segundo Eisen declarou à *Nature*, o que era para ser uma brincadeira acabou apavorando muita gente. No *blog* de Eisen, ele explica como nasceu a idéia (<http://phylogenomics.blogspot.com/>).

## Cássio Leite Vieira

Ciência Hoje/RJ

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



*Quem trabalha na rua – e não em um ambiente fechado – tem menos motivos para se preocupar com sua saúde pulmonar. A qualidade do ar dentro dos edifícios tende a ser muito pior do que fora. Tal realidade é pouco conhecida, embora a explicação seja simples. O hábito de ventilar lugares fechados, nas regiões quentes, apenas atenua, mas não soluciona o problema, que, no Brasil, é agravado pela tolerância das leis e normas a produtos tóxicos considerados perigosos em vários países. Como a qualidade do ar é um item importante do conforto ambiental e da adequação das edificações para diferentes atividades, este texto pretende ajudar a esclarecer a população e incentivar a comunidade científica a colaborar para o entendimento e a superação dessa séria defasagem tecnológica.*

**Aloisio Leoni Schmid**

*Laboratório de Conforto Ambiental,  
Departamento de Arquitetura e Urbanismo,  
Universidade Federal do Paraná*

# Poluição dentro de casa



## Por que a qualidade do ar nos interiores é motivo de preocupação

**Por diferentes motivos, as pessoas associam casa** ou ambiente residencial com proteção. Os estudiosos da formação da consciência humana a respeito dos objetos e fenômenos presentes à sua volta têm procurado explicar essa experiência individual do espaço. Filósofos como o francês Gaston Bachelard (1884-1962) e o alemão Otto Bollnow (1903-1991) vêem na alternância entre casa e mundo exterior um pressuposto da realização humana. No mundo há uma exposição aos perigos; na casa, o recolhimento para repouso do corpo e da mente. Logo, a casa deveria favorecer o repouso, com silêncio, calor e escuridão (esta associada à sensação segura de quem não pode ser visto por outros, em virtude da presença de paredes e cortinas). Mas seria correto esperar da casa que atue como barreira contra a poluição do ar causada por substâncias químicas, agentes biológicos e partículas?

Em princípio, não. O grau de contaminação do ar nos ambientes interiores pode facilmente superar o observado no exterior, mesmo nas cidades mais poluídas. Essa afirmação vale também para os interiores de veículos, onde o ar costuma ser pior que o do lado de fora. Há motivos simples e convincentes para isso, e o assunto vem sendo estudado por cientistas de diferentes partes do mundo, inclusive do Brasil (ver 'Em busca de conforto ambiental').

### Formas de contaminação

Temos mais motivos de preocupação com a qualidade do ar dentro de casa do que fora. Por que isso ocorre? Em primeiro lugar, o ar que respiramos dentro de casa é, no mínimo, tão poluído quanto o ar de fora, pois são raríssimas as residências que filtram o ar vindo de fora. É certo que, na rua, perto do escapamento de um ônibus movido a diesel, o





Muitos materiais e objetos existentes dentro de uma residência, como tintas, móveis feitos de aglomerados e compensados, plantas, certos tipos de pedras e artigos de acabamento que liberam fibras contribuem para reduzir a qualidade do ar

ar apresenta concentração incomum de particulados e óxidos de enxofre. Essa situação, porém, não é representativa do ar externo, pois ali os poluentes se diluem, em especial pela ação dos ventos. Mas trata-se do mesmo ar externo que será admitido dentro das edificações quando, por exemplo, abriremos as janelas.

Outro motivo é o caráter finito do volume da casa, dentro do qual ocorre a emissão de diversos contaminantes. A concentração de um contaminante é dada pela razão entre a massa dessa substância emitida e o volume de ar em que ela se espalha. Imagine-se uma casa de um pavimento, coberta por

uma laje que emite algum tipo de gás ou partículas para dentro à mesma taxa (quantidade por tempo) em que emite para fora. É óbvio que a concentração desse gás ou partícula em suspensão, dentro da casa, será dezenas de milhares de vezes mais alta do que fora, pois o volume de ar sobre a laje (ou seja, no espaço aberto) é dezenas de milhares de vezes maior que o volume confinado sob esta.

Alguns contaminantes existem tanto dentro quanto fora das edificações: é o caso dos produtos da combustão, originados no trânsito, mas também no cigarro, no fogão ou, em especial, nas lareiras e churrasqueiras. Entretanto, há contaminantes muito mais frequentes dentro das casas do que fora. É o caso de substâncias presentes em alguns produtos de limpeza, em tintas, em materiais do mobiliário, em insumos usados na preparação de alimentos, em insumos de máquinas (como impressoras e copiadoras) que emitem vapores e/ou partículas tóxicas, e em artigos de decoração. As condições de temperatura e umidade mais altas dentro das edificações (o que ocorre naturalmente, se não houver um condicionamento do ambiente) podem favorecer o aumento da concentração dos contaminantes.

Tal quadro é agravado pelo caráter sedentário da vida da maioria das pessoas. Se somarmos oito horas de sono, oito de trabalho, duas para as refeições, duas para a televisão, uma para a higiene corporal e mais meia hora (com otimismo) para o transporte motorizado, totalizamos 21,5 horas do dia em ambiente fechado. Entre casa e no trabalho, é comum passarmos 90% do nosso tempo do lado de dentro, respirando o ar enclausurado. Exceções já quase raras são as pessoas que trabalham ao ar livre (jardineiros, vendedores ambulantes, lixeiros, carteiros e outros) e ainda as crianças fora das salas



de aula, quando dispõem de espaço e tempo para brincar ao ar livre. Pode parecer curioso, mas em geral quem trabalha na rua tem menos razões para se preocupar com sua saúde pulmonar.

Em um caso extremo, a casa pode matar. Isso acontece na asfixia pelo monóxido de carbono (CO). Esse gás – que, ao ser inalado, compromete a capacidade do sangue de transportar oxigênio – é emitido por fontes de combustão existentes dentro das casas, como aquecedores de água ou fogões. A asfixia por monóxido de carbono é a causa de envenenamento letal mais comum nos Estados Unidos e na França. No Brasil, a cidade de Curitiba, a mais fria capital estadual, registra diversas mortes (ao menos cinco) por ano. O perigo, no caso desse gás, é ainda maior porque ele não tem qualquer cheiro e, portanto, os vazamentos não são percebidos.

O cheiro permite identificar mais facilmente outros contaminantes, como diversos compostos orgânicos voláteis, mas o odor não é fonte de informação quanto aos seus efeitos sobre a saúde. O importante é a observação de que a casa, mesmo se não matar de algum modo dramático, pode comprometer a saúde em graus variáveis.

## Origem dos contaminantes

Entre os produtos da combustão estão incluídos, além do monóxido de carbono, o ozônio (O<sub>3</sub>), um gás asfixiante que se forma como subproduto dos gases da combustão sob ação da radiação solar. Existem ainda os materiais particulados (de fontes internas e externas) – sólidos suspensos no ar que podem penetrar nas vias respiratórias. O exemplo mais comum é a poeira.

Entre os materiais particulados, um dos maiores perigos está nas emissões do amianto, uma fibra usada até há alguns anos em caixas d'água e telhas de fibrocimento. O pó liberado no ar por esse material, quando novo ou ao ser manipulado (furado ou cortado, por exemplo) pode causar doenças pulmonares e até câncer. O uso do amianto foi proibido, por exemplo, em toda a União Européia. No Brasil, alguns estados aprovaram leis banindo esse material (contestadas judicialmente pelos fabricantes), mas a legislação federal estabelece apenas normas de segurança em sua fabricação, transporte e utilização. Os produtos de fibrocimento continuam à venda, sendo utilizados em construções de todo o país: na massa corrida, em reservatórios de água ou nas telhas.

## Em busca de conforto ambiental

O Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal do Paraná tem se preocupado em estabelecer os requisitos do conforto, buscando uma definição do que seja conforto ambiental nos aspectos de temperatura, iluminação e acústica (todos por meio do desenvolvimento de ferramentas de simulação computacional) e em relação à qualidade do ar. Quanto a esse último aspecto, o Laboratório vem realizando levantamentos sobre o tema, na literatura científica internacional, para criar um referencial e esclarecer qual o grau de ventilação que permite conciliar conforto térmico e qualidade do ar em edificações para diferentes fins. Cabe ressaltar que o Brasil apresenta razoável diversidade de climas, o que exige não uma só solução para todo o país, mas uma arquitetura adequada a cada região. Outro item de interesse do Laboratório é o grau de conhecimento de arquitetos e engenheiros a respeito das questões básicas do conforto ambiental, visando obter dados que permitam sugerir alterações nos cursos superiores dessas áreas e implantar ações de educação continuada.

Os chamados metais pesados formam outro grupo de contaminantes perigosos. O chumbo, por exemplo, é comum em encanamentos antigos, tintas e soldas. Substâncias formadas por esse metal podem ser liberadas no ar, na água e no solo, e seu acúmulo no organismo pode causar danos ao sistema nervoso.

## Poluentes em debate

Antigamente, os móveis eram feitos de madeira maciça. Hoje, é freqüente o uso de compensados e aglomerados, feitos com lâminas de madeira unidas com colas que contêm formaldeído. Essa substância química, tóxica, pode ser emitida para os ambientes se não houver uma pintura impermeável. Assim, móveis, artigos de decoração e peças de artesanato feitas com essas colas também contribuem para a poluição dentro de casas e edifícios.

Aos compensados e aglomerados tradicionais somaram-se, nos últimos anos, as chamadas pranchas de fibra de média densidade (conhecidas pela sigla MDF, do inglês middle density fibreboard) e pranchas com partículas orientadas (OSB, do inglês oriented strand board) – todos esses produtos usam cola contendo formaldeído. Essa substância química é liberada aos poucos e pode atingir concentrações preocupantes nos ambientes domésticos. Causa dores de cabeça, náusea, tontura e, em concentrações maiores, irritação das mucosas e exacerbação de alergias. Segundo a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer, o formaldeído causa comprovadamente o câncer rinofaríngeo e há “indícios ▶



Aparelhos de ar-condicionado podem ser fonte de contaminação por microrganismos e diversos produtos de limpeza exalam substâncias químicas nocivas à saúde



limitados” de sua implicação no câncer das fossas nasais e seios faciais, e ainda indícios “fortes, mas não suficientes”, relacionados à leucemia. É classificado como composto orgânico volátil, um grupo abrangente de substâncias orgânicas gasosas à temperatura ambiente.

Tais substâncias aparecem com mais frequência nas construções novas. São encontradas não apenas no mobiliário, mas também em pisos de vinil, carpetes adesivos, impermeabilizantes, isolantes térmicos, pinturas, solventes para limpeza e pesticidas – e na fumaça de cigarro. O apreciado ‘aroma de carro novo’ é atribuído à presença de um composto orgânico volátil: o tolueno. Medição feita pela Universidade de São Paulo (por encomenda do jornal *Folha de S. Paulo*) no interior de um novo modelo de automóvel, lançado no país em 2007, registrou a concentração de 97 partes por milhão (ppm), praticamente o dobro do valor limite estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (50 ppm).

O cloreto de polivinila (PVC), material plástico de uso muito comum em tubos para água fria e esgoto, é um material polêmico pelo histórico de doenças nos trabalhadores da indústria do setor. Esse material emite vapores comprovadamente cancerígenos durante seu uso, risco potencializado no caso de incêndios, quando sua vaporização agrava situações de asfixia. Embora a Alemanha seja a sede dos principais fabricantes, diversos municípios daquele país proibem sua utilização, que tem sido evitada também nos Estados Unidos e no Canadá. Na construção civil brasileira, porém, seu uso é crescente.

Entre os produtos de limpeza, as ceras requerem atenção especial. Mesmo que feitas a partir de insu-

mos naturais, normalmente devem suas características de viscosidade e secagem a solventes como formaldeído e querosene.

A madeira tratada com agentes preservantes vem ganhando espaço no Brasil. Espécies de menor valor comercial (em geral obtidas de reflorestamento) vêm sendo valorizadas por meio de um tratamento em que a seiva é extraída e compostos químicos são injetados nos poros da madeira. Seu uso em móveis traz para os espaços interiores produtos venenosos como o arsênio. Já o alcatrão é um tradicional preservante de dormentes (peças de madeira usadas sob os trilhos, nas ferrovias), e continua presente nestes, que, após a necessária substituição, são empregados em movelaria artesanal devido ao aspecto rústico. Além disso, somente em dezembro de 2006 o Brasil banuiu os cupinicidas pentaclorofenol e lindano, altamente tóxicos, 15 anos depois de sua proibição na Alemanha, por exemplo. Enfim, o chumbo pode contaminar espaços onde há queima de madeira tratada ou pintada.

As tintas são a principal fonte de chumbo nos ambientes, em especial nas construções e móveis mais antigos e nas camadas de pintura ainda existentes sob tintas mais novas. As tintas destinadas ao uso externo, produzidas para resistir às intempéries, não têm compromisso com a salubridade de interiores. Um aspecto curioso das tintas foi levantado em uma tese de doutorado defendida em 2006 na Universidade Federal de Santa Catarina: elas são o maior fator de consumo de energia associado às residências brasileiras, levando-se em conta todas as novas pinturas feitas ao longo do ciclo de vida dessas edificações. Essa afirmação considera também a energia necessária para produzir tais tintas.

Os malefícios do cigarro são conhecidos. Seu uso em ambientes fechados tem sido combatido por diversas leis. Mas existe outro item semelhante, em geral utilizado por pessoas bem-intencionadas: o incenso. Por ser um combustível sólido e denso, o incenso apresenta pouca superfície de contato com o oxigênio do ar e, portanto, sua combustão é muito mais lenta que a do cigarro, o que o torna uma abundante fonte de monóxido de carbono para o ambiente. Assim, não é de se estranhar o fato de que o incenso, se para alguns ‘purifica’ o ar, para outros é motivo de tontura.

Outro alerta diz respeito aos minerais que emitem radônio, gás cancerígeno exalado por rochas que contêm urânio. Como esse elemento radioativo tem meia-vida (tempo para que a massa de uma amostra se reduza à metade) de apenas 3,8 dias, quanto mais novo o imóvel, maior quantidade desse gás os materiais rochosos nele empregados estarão exalando. Há ainda risco de contaminação por radônio emitido pelo solo, dependendo do local onde o imóvel

for construído. Nos Estados Unidos já existe um controle sistemático das emissões de radônio por materiais rochosos, mas esse tipo de pesquisa ainda está no início no Brasil, e os principais 'suspeitos' são rochas (como granitos) e o fosfogesso (usado em materiais de vedação).

Por fim, são conhecidos os efeitos de agentes biológicos, como ácaros, bactérias, vírus e fungos (mofo, por exemplo), presentes no interior dos edifícios. Tais agentes estão associados a sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado cuja manutenção é falha, a alguns materiais naturais e a materiais de construção úmidos. Eliminá-los não é apenas uma questão técnica, mas afetiva, pois em geral têm origem em vasos de plantas e animais de estimação. Os efeitos mais comuns desses agentes sobre a saúde humana são as alergias, mas eles podem ocasionar de rinites, congestão nasal, inflamação nos olhos e urticária até a asma. Estudos indicam que a maioria das proteínas de origem não-humana pode causar asma em uma parcela de qualquer população suficientemente exposta. Além disso, alguns fungos, encontrados em materiais de construção e em áreas danificadas por água, emitem compostos orgânicos voláteis.

## Algumas recomendações

Em geral, a conquista de qualidade do ar nos ambientes implica mudança de comportamento. As pesquisas científicas realizadas nesse campo têm indicado que a estratégia mais efetiva para controle da qualidade do ar nos interiores consiste em evitar, isolar ou remover as fontes de contaminação nas instalações. Isso significa evitar ou remover partes úmidas ou encharcadas, tintas, solventes e colas, pesticidas, aglomerados que contenham formaldeído, preservantes de madeira, fumaça (em especial a de cigarros, charutos e cachimbos) e as diversas infestações biológicas.

A realização de obras de reforma merece atenção especial, pois representa um risco renovado de exposição das pessoas a contaminantes. Revestimentos antigos e desgastados são retirados com a melhor das intenções, mas durante esse trabalho vapores de colas podem tornar a ser emitidos, e quando superfícies são raspadas ou lixadas, materiais particulados já banidos do mercado podem voltar ao ar do interior da casa. A qualidade do ar depende ainda dos procedimentos de limpeza e manutenção. Produtos de limpeza, pesticidas e herbicidas devem ser escolhidos com critério. Os produtos em aerosol, embora possam facilitar as tarefas domésticas, devem ser evitados, ou aplicados com a casa bem ventilada.



A fumaça gerada por fogões, lareiras, cigarros e até incenso polui ambientes interiores

### SUGESTÕES PARA LEITURA

- LABORATÓRIO DE CONFORTO AMBIENTAL, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFPR (informações sobre materiais usados em interiores e sua salubridade, disponíveis em [www.arquit.ufpr.br/~alschmid](http://www.arquit.ufpr.br/~alschmid)).
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria 3.523, de 28 de agosto de 1998, complementada pela Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) nº 176, de 24 de outubro de 2000 (disponível em [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/176\\_00re.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/176_00re.htm)).
- STUMPP, E.; RECH, V.; SATTler, M. A.; BARROS, N. M. de & ABITANTE, A. L. 'Avaliação de sustentabilidade e eficácia de tratamentos preservantes naturais de madeiras de florestas plantadas no RS para o controle do cupim', in *Revista Ambiente Construído*, v. 6, nº 2, p. 21, 2006.
- TAVARES, S. F. 'Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras' (tese defendida no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFSC), 2006.

Arquitetos, administradores públicos e cientistas também podem ter participação importante na busca de melhor qualidade do ar em interiores.

Cabe aos arquitetos promover o uso de materiais mais saudáveis nas edificações. Há um potencial ainda pouco compreendido nos materiais naturais. Superfícies porosas como as da madeira e do barro regulam a umidade. A engenharia de alimentos tem constatado propriedades bactericidas na madeira de pinho não-tratada e livre de vernizes ou seladores, pois a sorção que esta exerce é tão forte que destrói a matéria orgânica. Os arquitetos também devem prover todos os cômodos com pares de aberturas para ventilação, de preferência em paredes distintas e com o maior desnível possível entre ambas (a operação destas dependerá dos usuários).

Os administradores públicos brasileiros precisam, inicialmente, aplicar a legislação existente, pois entre a lei sancionada e a efetiva política pública há uma grande distância. Em seguida, é necessário aperfeiçoar a legislação, dando tratamento adequado aos compostos orgânicos voláteis e ao problema geral da qualidade de ar nos interiores. Campanhas educativas também são necessárias para esclarecer a população sobre a importância de não fumar em interiores e de abrir e fechar portas e janelas, ventilando as edificações com ar limpo e evitando trazer contaminantes de fora para dentro.

Para os cientistas, esse tema apresenta numerosas oportunidades de pesquisa. É necessário dar tratamento específico aos materiais usados no Brasil, de acordo com as condições encontradas aqui, e sem que os estudos se restrinjam aos produtos oferecidos nas prateleiras. Um exemplo de pesquisa nesse sentido, recentemente publicada por uma equipe da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, propõe o uso de preservantes de madeira obtidos de algumas plantas nativas brasileiras. ■

# Mato, grosso até quando?

*Em agosto de 2005, quando os astronautas do ônibus espacial Discovery retornaram à Terra, a comandante Eileen Collins chamou a atenção para o ritmo acelerado do desmatamento no planeta, facilmente observado do espaço. Ao longo de sua existência, e principalmente nas últimas três décadas, o homem consumiu cerca de metade do recurso florestal existente no mundo e as taxas de desmatamento não param de crescer.*

*O Brasil destaca-se nesse cenário tanto por ter a maior floresta tropical do mundo quanto por ser líder mundial em desmatamento. O agronegócio, a exploração madeireira irracional e a especulação fundiária são as causas desse processo. Entre os estados, o Mato Grosso responde por quase 50% do desmatamento anual na Amazônia brasileira. A julgar pelo que ocorre no presente, as projeções futuras apontam para um cenário ambientalmente catastrófico para esse estado, que chegará a 2020 com menos de 23% da sua cobertura florestal original.*

**Daniel Assumpção Costa Ferreira**

**Santiago Palácios Noguera**

**Arnaldo Carneiro Filho**

Laboratório de Sistemas de Informações Geográficas (Siglab),

Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia

**Britado Soares-Filho**

Centro de Sensoriamento Remoto (CSR),

Universidade Federal de Minas Gerais

**Os humanos desmataram** em média 16,1 milhões de hectares (ha) por ano no mundo

– 15,2 milhões somente nas regiões tropicais – durante a década de 1990, segundo o relatório publicado pela Organização das Nações Unidas para Alimentos e Agricultura (FAO, na sigla em inglês) em 2000. Isso significa que 4,2% de todas as florestas existentes no mundo em 1990 foram derrubadas até 2000. Se levarmos em conta apenas o desmatamento ocorrido em floresta tropical, esse percentual sobe para 7,8%. Para que se entenda melhor a dimensão do problema, a taxa de desmatamento mundial entre 1990 e 1995 foi da ordem de 33 campos de futebol a cada minuto.

Em 2000, o total de florestas remanescentes no mundo era de 3,9 bilhões de ha – 95% em florestas naturais e 5% em florestas plantadas. Dessas florestas, cerca de 47% ocorrem em região tropical, 9% em região subtropical, 11% em zona temperada e 33% em regiões boreais (florestas de coníferas acima de 50 graus de latitude, no hemisfério Norte).

Mais de um terço do total de florestas tropicais existentes no mundo está localizado na Amazônia brasileira. Se contabilizarmos apenas as áreas de mata contínua, onde a presença do homem é mínima e a floresta permanece praticamente intacta, o Brasil responde por mais da metade do total mundial. Essa riqueza, porém, tende a desaparecer. Segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), até 2005 foi desmatada uma área de 699,2 mil km<sup>2</sup>. Isso equivale a 17,5% da Amazônia brasileira ou quase uma vez e meia o território da França. Somente em 2004 foram devastados 23.750 km<sup>2</sup> de florestas na região amazônica – o que equivale, em média, a 4,51 campos de futebol por minuto.

A derrubada da floresta na Amazônia brasileira ocorre principalmente no norte de Mato Grosso, no sudeste do Pará e em Rondônia como um todo, em uma imensa região conhecida como arco do desmatamento (figura 1). Isso é confirmado pelo histórico do desmatamento na última década (figura 2): Rondônia, Mato Grosso e Pará respondem por mais de 80% do total para a região. ▶

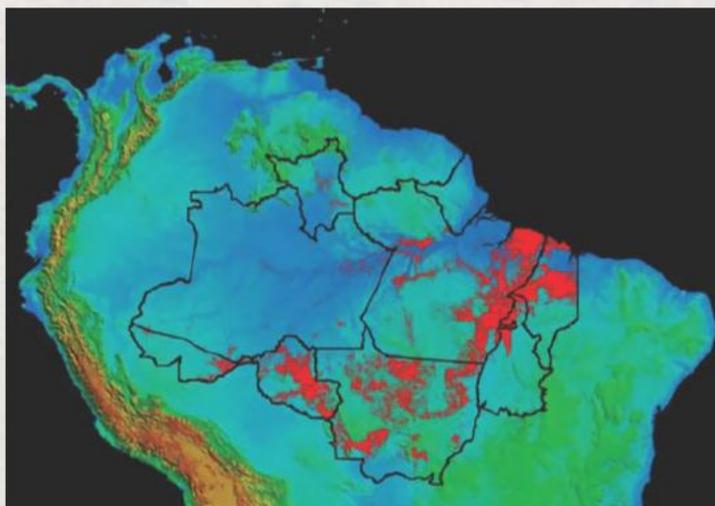


Figura 1. Imagem da porção centro-norte da América do Sul com o arco do desmatamento – indicado em vermelho – na Amazônia Legal brasileira

FOTO BRUNO DOMINGOS/REUTERS

FONTE: O FENELERA, COM DADOS DO PRODES (INPE E SRTM (NASA))

Diante desses índices alarmantes, surgem muitas perguntas. Que futuro nos espera? Como estarão as nossas florestas daqui a 10, 15, 20 anos? Que diferentes caminhos podem ser trilhados para a reversão desse quadro? Que postura podemos adotar diante dessa realidade?

Para encontrar as respostas, os cientistas vêm desenvolvendo modelos que buscam simular as mudanças ambientais que ocorrem no mundo. Esses modelos permitem compreender por que, onde e quando ocorrerão mudanças na paisagem. No caso do desmatamento, tais simulações são benéficas na medida em que: (a) ajudam a compreender os vetores desse processo, (b) permitem gerar cenários futuros de uma região que vem sendo desmatada, (c) identificam regiões mais propensas à derrubada da vegetação nativa e (d) dão suporte aos órgãos do governo gestores das florestas para que tomem as medidas de controle necessárias.

Dentro desse contexto, cientistas do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) utilizaram um modelo de simulação espacial desenvolvido pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) para simular distintos cenários futuros da paisagem sobre domínio florestal no Mato Grosso.

O próprio nome do estado sugere a presença de florestas. Esse nome foi dado, em 1734, pelos irmãos Fernando e Artur Paes de Barros, aventureiros paulistas. Acostumados a andar pelos cerrados da chapada dos Parecis, no centro-oeste do atual território estadual, onde havia apenas algumas ilhas de arbustos agrestes, os irmãos, impressionados com a altura e o porte das árvores, com o emaranhado da vegetação secundária que dificultava a penetração e com a exuberância da floresta, a chamaram de “mato grosso” (ver ‘As florestas tropicais’).

Entretanto, caso as taxas de desmatamento continuem seguindo a tendência dos últimos anos, em pouco tempo o estado não mais fará jus ao nome. As causas e consequência disso serão expostas ao longo deste artigo.

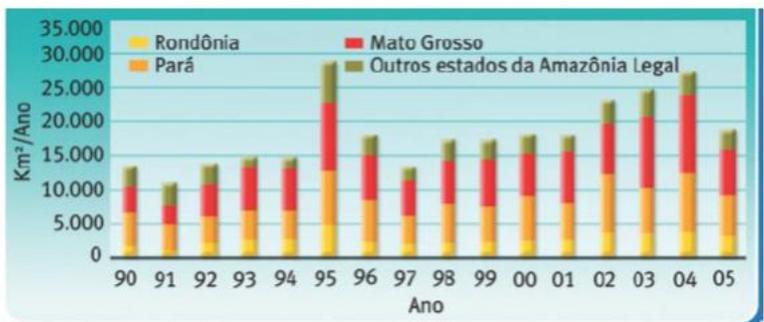


Figura 2. Taxa de desmatamento na Amazônia Legal brasileira (km² por ano) entre 1990 e 2005 (estimativa). Os estados do Pará (assinalado em laranja), Rondônia (em amarelo) e Mato Grosso (em vermelho) respondem por mais de 80% do total desmatado anualmente

## MATO GROSSO NO CONTEXTO AMAZÔNICO

Como pode ser observado na figura 2, Mato Grosso é historicamente o estado recordista em desmatamento na Amazônia brasileira. Nos últimos anos, esse estado tem sido responsável por cerca de 50% do desmatamento observado na região. O acesso facilitado por rodovias, a extração ilegal de madeira, a pecuária de caráter extensivo (figura 3) e a lavoura de soja são os principais vetores do desmatamento no território mato-grossense.

A área plantada com soja, em Mato Grosso, passou de 2,63 milhões de ha em 1999 para 5,28 milhões em 2004 (figura 4), o que corresponde a cerca de 90% do total plantado na Amazônia Legal. Embora a soja ainda esteja concentrada em regiões do domínio do cerrado, cada vez mais ela se expande em direção à floresta. É verdade que a soja ocupa geralmente as áreas de pastagens já estabelecidas, pois isso diminui o custo de implantação, mas ela afeta a floresta de modo indireto, já que obriga os pecuaristas a se deslocarem para regiões de fronteira agrícola mais ao norte, levando necessariamente à abertura de novas áreas.

Esse avanço sobre a floresta vem se acelerando. Estudos conduzidos pelo geógrafo Douglas Morton, da Universidade de Maryland (Estados Unidos), especialista em sensoriamento remoto, mostraram que cerca de 540 mil ha de floresta, no Mato Grosso, foram diretamente convertidos em campos de soja entre 2001 e 2004. O pico máximo foi atingido em 2003, quando 23% da área total desmatada no estado foram convertidos diretamente em áreas de lavoura.

Ninguém há de negar a importância do Mato Grosso no cenário agrícola do país. É líder em produção de carne de gado, soja e algodão, além de ser o segundo maior produtor de sorgo e arroz. Esse estado, portanto, vem contribuindo muito para o superávit da balança comercial no Brasil.

O Mato Grosso, entretanto, não se destaca apenas pela inquestionável vocação agrícola, tendo ainda grande importância ambiental para o país. Por ser formado por florestas tropicais ao norte e cerrado ao sul, o estado apresenta uma grande área de transição ecológica, o que se reflete em sua elevada biodiversidade e nos múltiplos casos de endemismo biológico (ou seja, muitos animais e vegetais só existem ali). E é justamente essa área de transição ecológica que sofre as piores consequências do avanço do desmatamento.

Outro interesse estratégico dessa região está em seu valor hidrológico. Quatro das mais importantes sub-bacias da região amazônica – as dos rios Araguaia, Tapajós, Xingu e Madeira – têm suas cabeceiras si-

tuadas no Mato Grosso. Em 2004, a área total historicamente desmatada nessas sub-bacias era de 18% (Araguaia), 14% (Tapajós), 19% (Xingu) e 17% (Madeira). Entre os impactos esperados do avanço do desmatamento estão a redução das chuvas; a deterioração da capacidade de infiltração de água no solo e, em consequência, do abastecimento do lençol freático; e o aumento do escoamento superficial, além, é claro, das alterações da qualidade da água decorrentes do uso de agrotóxicos e da prática agrícola.

Soma-se a todos esses desafios a questão indígena. Na bacia do rio Xingu está situado um dos maiores territórios indígenas do país, o Parque Indígena do Xingu, com 2,8 milhões de ha. Criado pelo governo federal em 1961, o Parque fica no centro-norte de Mato Grosso e é habitado por 14 etnias indígenas, que falam línguas diferentes: Kuikuro, Kalapalo, Matipu, Nahukuá, Mehinaku, Waurá, Aweti, Kamaiurá, Trumai, Yawalapiti, Suiá, Kaiabi, Ikpeng e Yudjá. Distribuída em 49 aldeias e postos, essa população é composta por cerca de 4.700 pessoas. No entanto, as cabeceiras do rio Xingu encontram-se na área de expansão do agronegócio e os impactos no interior do Parque Indígena já começam a ser detectados.

## MODELO PERMITE FAZER PREVISÕES

O desmatamento, em geral, não ocorre de modo aleatório no espaço e no tempo. Ele está condicionado a uma comunhão de fatores políticos, socioeconômicos e biofísicos. Historicamente, a demanda por terra agricultável e madeira, as oscilações na economia brasileira e mundial e as políticas de governo influenciam diretamente as taxas de desmatamento. Portanto, qualquer estimativa dessas taxas em médio e longo prazos apresenta enorme incerteza. Já a predição de áreas suscetíveis ao desmatamento é menos sujeita a incertezas.

A análise do histórico dos padrões de desmatamento na Amazônia brasileira revela que sua distribuição espacial está condicionada a um conjunto de variáveis biofísicas. De modo geral, uma área é mais propensa a ser desmatada se estiver:

- próxima a estradas (estradas asfaltadas e de terra têm pesos diferentes sobre as probabilidades de desmatamento);
- em área de topografia plana;
- sobre solos com maior aptidão agrícola;
- próxima a núcleos urbanos;
- próxima a zonas de expansão agrícola; e
- fora de territórios indígenas e/ou de unidades de conservação.

## FLORESTAS TROPICAIS

As florestas tropicais são os ecossistemas com maior biodiversidade no planeta. Apesar de cobrirem apenas 2% da superfície terrestre, abrigam cerca de 70% das espécies de plantas terrestres, 30% das espécies de pássaros e nada menos que 90% das espécies de invertebrados. Entre as florestas tropicais, a Amazônia é a mais rica em biodiversidade. Estudos recentes assinalam que na Amazônia existem mais de 40 mil espécies de plantas, 427 espécies de mamíferos, 1.294 de aves, 378 de répteis, 427 anfíbios e aproximadamente 3 mil de peixes, e novas espécies são descobertas com grande frequência.

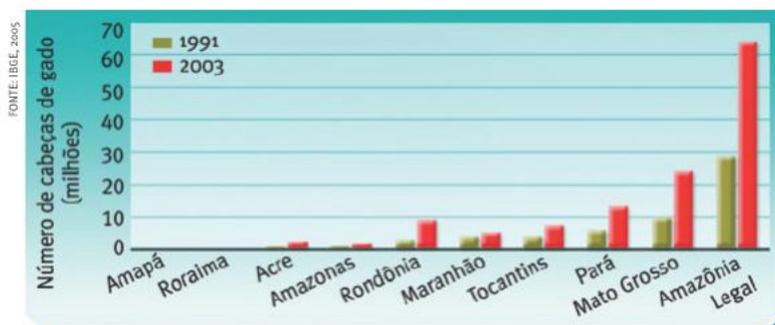


Figura 3. Rebanho bovino (número de cabeças de gado) nos estados da Amazônia Legal nos anos de 1991 e 2003

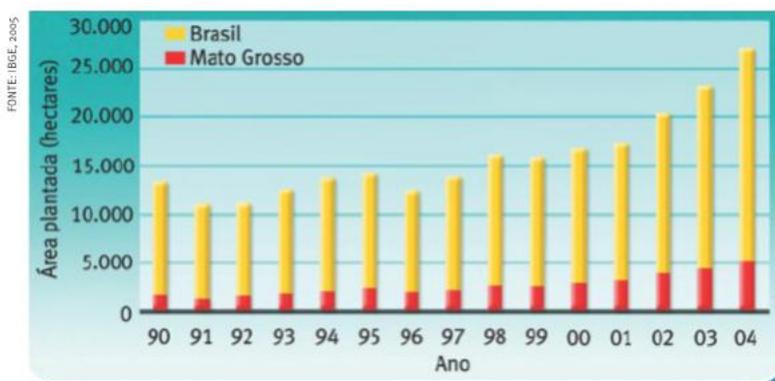


Figura 4. Área plantada com soja na Amazônia Legal e no estado do Mato Grosso de 1990 a 2004

É com base nesses fatores que o modelo Dinâmica ([www.csr.ufmg.br/dinamica](http://www.csr.ufmg.br/dinamica)) realiza a simulação do desmatamento em uma determinada área. Esse modelo emprega a técnica conhecida como 'automatos celulares' – o espaço geográfico é dividido em fragmentos ('células') e sobre cada um deles são aplicadas regras de transição que determinam quando e por que o estado de uma 'célula' se altera. Dependendo da combinação das variáveis descritas acima, o modelo aponta em quais células existe maior probabilidade de desmatamento e projeta esse pro- ▶

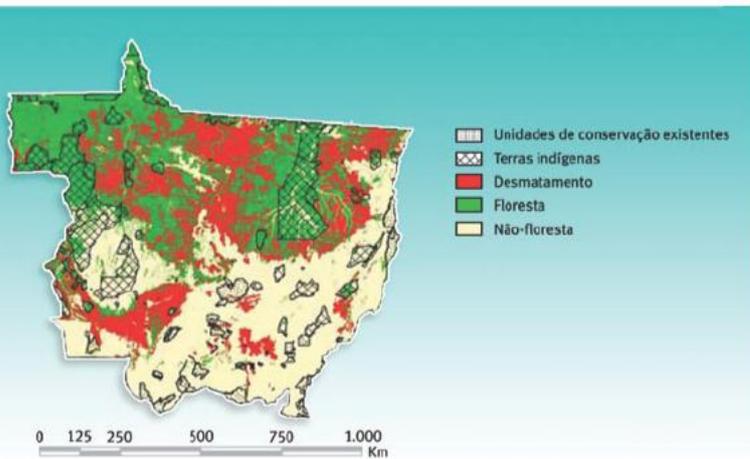


Figura 5. Cobertura da terra no Mato Grosso em 2005 – a cobertura florestal aparece em verde e o restante (cobertura de cerrado, campos agrícolas, pastagens e porção do Pantanal) em amarelo

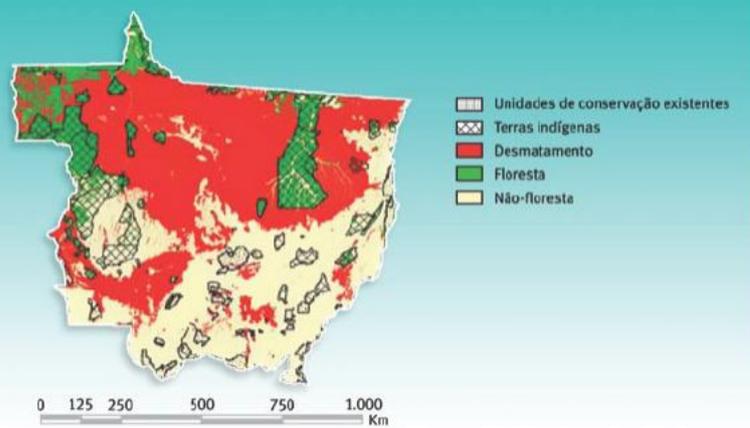


Figura 6. Projeção da cobertura da terra – para 2020 – no Mato Grosso, caso o desmatamento continue no ritmo observado entre 2000-2004 (em amarelo, regiões de cerrado, campos agrícolas, pastagens e porção do Pantanal)

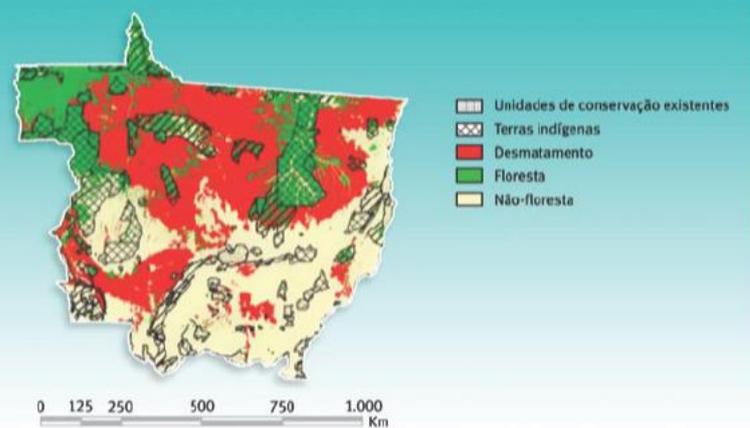


Figura 7. Projeção da cobertura da terra – para 2020 – no Mato Grosso, caso o desmatamento mantenha a taxa observada entre 2004-2005 e sejam implantadas as novas unidades de conservação propostas no zoneamento ecológico-econômico do estado (em amarelo, regiões de cerrado, campos agrícolas, pastagens e porção do Pantanal)

D. FERREIRA, COM DADOS DO PRODES (INPE)

FONTE: MAPA GERADO NO ESTUDO

FONTE: MAPA GERADO NO ESTUDO

cesso para o futuro, o que permite predizer as áreas do estado (conjuntos de células) onde a floresta provavelmente será devastada.

Podemos supor, como exemplo, que foram desmatados 100 ha, do total de mil (ou seja, 10%), de uma dada região em determinado período. Se no ano seguinte esse percentual se mantiver constante, serão desmatados 90 ha e o modelo, com base nas condições específicas de cada fragmento da região, indicará onde esse desmatamento provavelmente ocorrerá. Os resultados mostrados a seguir seguem esse raciocínio, considerando dois cenários: no primeiro, a taxa de desmatamento se mantém e no segundo ela apresenta uma redução de 50%. Tais simulações permitem prever, em cada um desses cenários, o tamanho total da área de floresta que o estado ainda terá em 2020.

## OS DIFERENTES CENÁRIOS PARA 2020

Nosso estudo utilizou o modelo Dinamica para simular dois cenários de evolução do desmatamento no Mato Grosso, a partir de 2005. Naquele ano, o estado já apresentava 40% de suas florestas desmatadas (figura 5) – sem considerar o desmatamento ocorrido em áreas de cerrado. Do total de florestas remanescentes, cerca de 3,9% (o que equivale a 11.465 km<sup>2</sup>) estão dentro de unidades de conservação, outros 25,9% (75.746 km<sup>2</sup>) em territórios indígenas e os 70,2% restantes (205.325 km<sup>2</sup>) em terras públicas e privadas.

O primeiro cenário tendencial (extremo) prevê a manutenção das taxas de desmatamento oficiais estimadas pelo governo federal. Entre agosto de 2003 e julho de 2004, segundo os dados oficiais, foram desmatados 11.814 km<sup>2</sup> de floresta no Mato Grosso, o que equivale a 5,9% do total de florestas remanescentes no estado. Aplicando esse mesmo percentual para cada ano, a partir de 2005, em 2020 restariam menos de 23% da cobertura florestal existente originalmente no estado e em 2033 essa parcela cairia para 10% (figura 6).

Nesse caso, os territórios indígenas e as unidades de conservação, que em 2005 continham 28% do total de florestas remanescentes, passariam a responder por 73% do total em 2020 – ou seja, praticamente toda a área de floresta situada fora dessas áreas protegidas teria sido desmatada. Isso reforça a importância, para a preservação de remanescentes florestais, da criação e implementação de novas unidades de conservação e territórios indígenas.

Já o segundo cenário tendencial (intermediário) considera a possibilidade de redução das taxas de desmatamento. Se o período entre agosto de 2003 e julho de 2004 foi marcado pela maior extensão de área desmatada no Mato Grosso nos últimos 15 anos, superando 1995

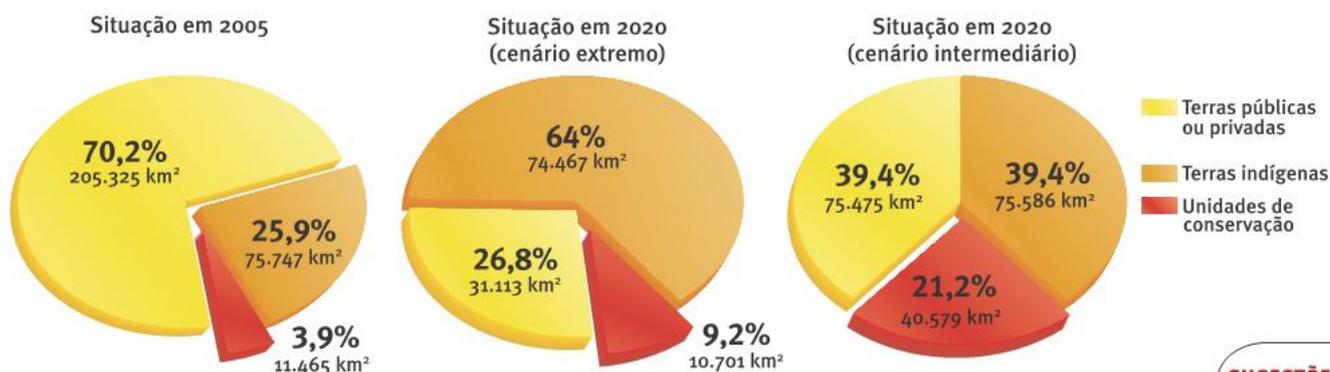


Figura 8. Área e proporção de florestas – em terras indígenas, unidades de conservação e terras públicas ou privadas – no Mato Grosso em 2005 e em 2020, de acordo com os dois cenários utilizados na simulação

(quando foram derrubados 10.391 km<sup>2</sup> de florestas), no período seguinte observou-se uma queda de quase 50% na taxa de desmatamento. Segundo as estimativas preliminares do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais na época em que o estudo foi realizado (dados oficiais do governo), entre agosto de 2004 e julho de 2005 foram desmatados 6.900 km<sup>2</sup> no Mato Grosso.

Essa queda foi anunciada com enorme entusiasmo pelo governo federal e amplamente difundida pela mídia como resultante da eficácia de medidas de comando e controle do desmatamento implementadas naquele período. Por outro lado, a redução foi acompanhada de uma enorme crise no setor agrícola, principalmente entre os produtores de soja, em parte responsáveis pelas altas taxas observadas entre 2003 e 2004. A desvalorização do dólar, a normalização da produção norte-americana (que entre 2002 e 2004 havia sofrido ligeira queda), as dívidas acumuladas pelos produtores no período áureo da soja e a falta de melhor planejamento no setor agrícola brasileiro prejudicaram muito as exportações desse grão e em consequência a expansão do cultivo para novas áreas.

O cenário intermediário simulou as consequências a médio prazo dessa redução de 50% na taxa de desmatamento (de 5,9% para 2,95%) e também incorporou ao modelo as unidades de conservação propostas no zoneamento ecológico-econômico de Mato Grosso, mas ainda não implementadas.

Nesse cenário, as terras públicas e privadas responderiam por cerca de 39% (75.474 km<sup>2</sup>) do total de florestas remanescentes no estado em 2020. Outros 39% estariam protegidos dentro de terras indígenas e o restante em unidades de conservação. A redução da taxa de desmatamento em 50% preservaria uma área de floresta equivalente a 74.240 km<sup>2</sup> em terras privadas (figura 7).

Em números absolutos, a criação das novas unidades de conservação propostas no zoneamento

ecológico-econômico quase quadruplicaria a área de floresta protegida por lei. Essa área passaria de 11.465 km<sup>2</sup> em 2005, equivalente a 4% das florestas remanescentes, para 40.579 km<sup>2</sup> em 2020 (21% do total de florestas previsto pelo modelo para esse ano).

Se no cenário extremo a simulação aponta para 23% de floresta remanescente em 2020, em relação à extensão original, no intermediário esse percentual chegaria a de 37%. Prolongando as taxas de desmatamento dos dois cenários, o percentual de floresta remanescente atingiria 10% da área original em 2033, no cenário extremo, e chegaria a esse mesmo nível em 2064, no cenário intermediário (figura 8).

É importante salientar que a parcela remanescente nem sempre será composta por floresta primária. A exploração madeireira convencional, o uso indiscriminado do fogo e a fragmentação florestal alteram muito a estrutura da comunidade vegetal das florestas, empobrecendo-as de modo considerável. Como tais ações humanas são recorrentes no Mato Grosso como um todo, é bem provável que a porção florestal remanescente em 2020 apresente diferentes graus de perturbação, e poucas áreas de floresta serão realmente primárias.

Todos os modelos de simulação estão sujeitos a erros, já que não reproduzem fielmente a realidade, envolvendo uma simplificação desta. Portanto, as projeções de desmatamento relatadas neste artigo devem ser analisadas com precaução. No entanto, o objetivo maior deste trabalho não é prever com exatidão a situação das florestas mato-grossenses em futuro próximo, e sim alertar sobre as consequências futuras da expansão desordenada e desmedida de projetos agropecuários neste início de século 21. Dentro dessa perspectiva, o modelo evidencia com clareza que, a julgar pelas ações de hoje, o futuro ambiental de Mato Grosso é catastrófico. O estado que leva em sua denominação a exuberância e o porte da sua vegetação deixará de fazer jus ao nome bem antes da metade do século 21. ■

#### SUGESTÕES PARA LEITURA

- ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; McGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; DIAZ, M.D.C.V.; SOARES-FILHO, B. *Desmatamento na Amazônia: indo além da "Emergência Crônica"*. Belém, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2004.
- FEARNSIDE, P.M. *A floresta amazônica nas mudanças globais*. Manaus, Inpa, 2003.
- GEIST, H. J. & LAMBIN, E.F. 2001. 'What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence' (*LUCC Report Series N° 4*). Louvain-la-Neuve, University of Louvain, 2001.
- MARGULLIS, S. *Causas do desmatamento na Amazônia brasileira*. Brasília, Banco Mundial, 2003.
- SOARES-FILHO, B.; ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; CERQUEIRA, G.; DIAZ, M.D.C.V.; RIVERO, S.; SOLORZANOS, L. & VOLL, E. 'Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém-Cuiabá corridor', in *Global Change Biology*, v. 10, p. 745, 2004.

# O que há em comum entre a água

*A descoberta de padrões comuns entre objetos aparentemente desconexos é um dos propulsores da ciência. Quando isso ocorre, ganhamos generalização em nossa capacidade de descrever os fenômenos que nos cercam. E cresce também nosso poder de controlar, modificar ou mesmo criá-los em laboratório.*

*Nos últimos 10 anos, um número cada vez maior de físicos, bem como de outros pesquisadores, tem tentado responder à pergunta do título deste artigo. Várias analogias têm sido percebidas entre certos comportamentos da economia e fenômenos naturais, o que tem estimulado cientistas a aplicar métodos teóricos da física a sistemas econômicos.*

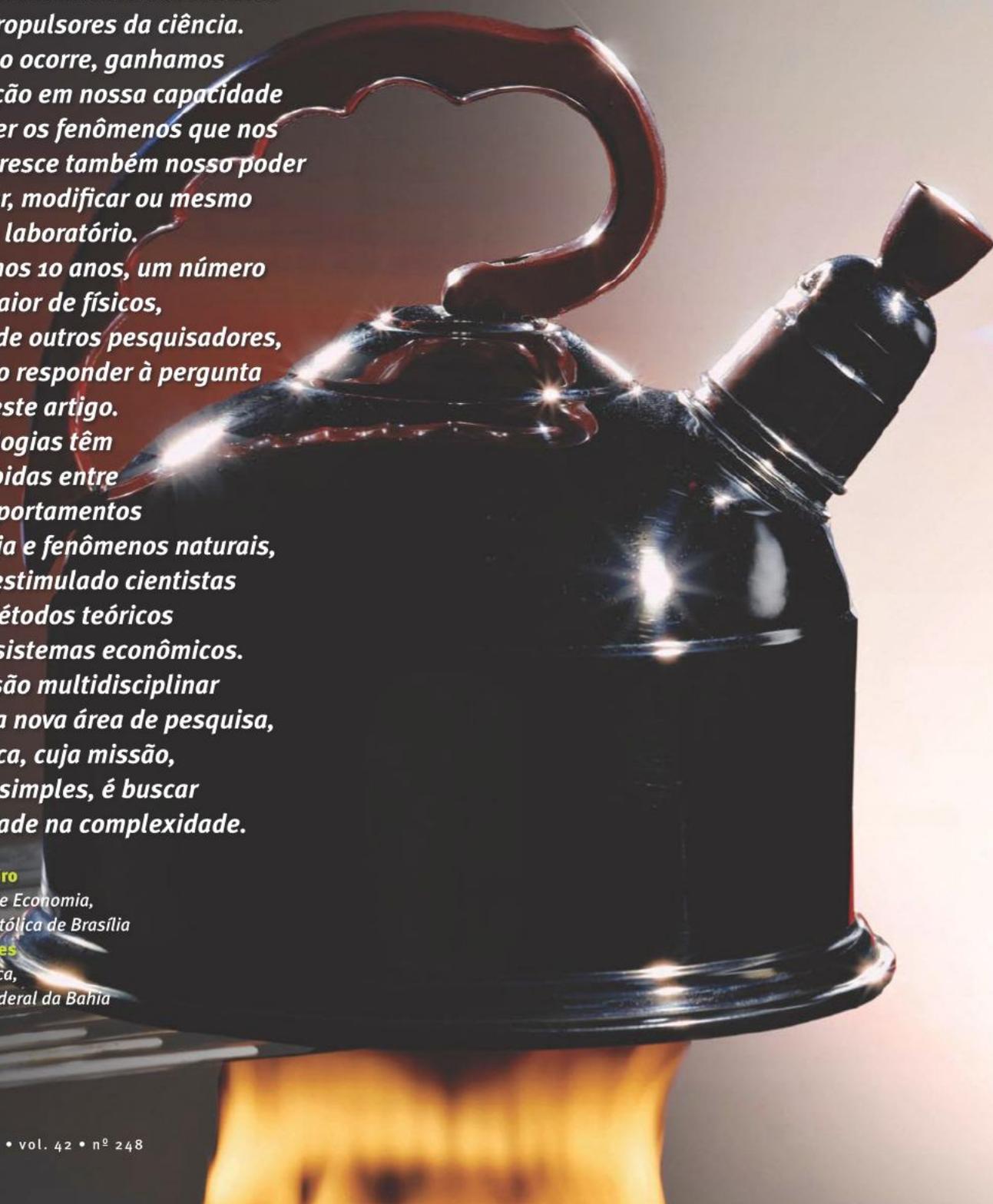
*Dessa visão multidisciplinar nasceu uma nova área de pesquisa, a econofísica, cuja missão, em termos simples, é buscar a simplicidade na complexidade.*

**Daniel O. Cajueiro**

Departamento de Economia,  
Universidade Católica de Brasília

**Ernesto P. Borges**

Escola Politécnica,  
Universidade Federal da Bahia



# fervente e os mercados financeiros?

**Sistemas físicos são formados por elementos** que interagem entre si por meio de leis simples e bem conhecidas. Por exemplo, o comportamento de bolas de bilhar que se chocam pode ser descrito por equações fáceis de resolver. Já os sistemas econômicos (como os mercados financeiros) são formados por agentes cuja interação é descrita por relações complexas. Afinal, basta lembrar que cada constituinte desse sistema tem vontade própria.

O paralelo entre as duas situações parece extremo e inconcebível. E isso poderia frustrar, logo no início,

Na verdade, sistemas como a água fervente e os mercados financeiros têm outras propriedades em comum: a) ambos são formados por muitos constituintes; b) o comportamento de cada constituinte depende do comportamento coletivo (os físicos dizem que os elementos estão correlacionados); c) uma pequena variação pode levar a resultados imprevisíveis no futuro.

Vejamos, na prática, algumas dessas características em uma situação que hoje é muito estudada pelos economistas.

## A ECONOFÍSICA RESPONDE

qualquer tentativa de aproximação entre a física e a economia. Porém, se olharmos não para os elementos constituintes (bolas e humanos), mas sim para o comportamento coletivo que emerge deles, teremos uma nova perspectiva.

Em geral, quebras de mercados financeiros são antecedidas por momentos de grande otimismo, refletidos principalmente pela alta nos índices econômicos e financeiros. A quebra (*crash*) marca justamente uma transição: i) os agentes econômicos deixam de crer nos fundamentos da economia; ii) são tomados por uma onda de pessimismo; iii) buscam, de forma desesperada, livrar-se de todos os investimentos que têm.

Agora, olhem para um sistema físico presente em nosso cotidiano: a água fervente. O líquido e o vapor são formados pelas mesmas moléculas, mas o modo de agregação confere-lhes propriedades bem distintas.

Os dois sistemas apresentam uma transição entre fases bem distintas: do líquido para o vapor; da euforia ao desespero. Essas transições são um dos exemplos que estimulam a física a usar seus métodos em sistemas econômicos. E os resultados têm sido surpreendentes.

UPPERCUT/ISTOCK

### Tulipas e bolhas

A chamada Crise das Tulipas refere-se a uma quebra ocorrida no século 17 que já apresentava características das quebras de mercado modernas. Entre 1585 e 1650, Amsterdã tornou-se o centro comercial do noroeste da Europa. Lá, as tulipas eram importadas da Turquia, e a escassez e beleza dessas flores fizeram-nas populares e um símbolo de *status* entre as altas classes sociais da Holanda.

O comércio de tulipas era considerado tão seguro e lucrativo que as pessoas chegavam a hipotecar suas casas e seus negócios para comercializar essas flores. Por anos, a especulação com tulipas ocorreu em um período de prosperidade na Holanda: a economia sempre dava sinais positivos, como o fortalecimento da moeda e das atividades na América, com quem Amsterdã mantinha um comércio crescente.

Não havia qualquer insegurança nesse mercado. Mas, em 4 de fevereiro de 1637, pela primeira vez, surgiu uma mudança de expectativa: alguns compradores se questionaram se valeria a pena adquirir as tulipas por preços tão exorbitantes. Um evento localizado e aparentemente inofensivo, como essa ▶

mudança de comportamento de poucas pessoas (possivelmente, apenas um único comprador no início), propagou-se rapidamente. E, então, as ofertas coletivas de venda que se sucederam provocaram a quebra desse mercado. Tulipas que valiam, meses antes, muitos ducados, passaram a não valer nada.

Esse processo é típico de um fenômeno conhecido em economia e finanças como quebra de mercado financeiro, que normalmente apresenta duas fases distintas. A primeira é marcada por euforia dos agentes na compra do ativo (termo aplicado a qualquer bem que tenha valor), causando a chamada 'bolha'. Essa compra pode ser justificada, por exemplo, por: i) falta de informação sobre o preço do ativo; ii) imitação de agentes supostamente mais bem informados; iii) ou simplesmente pela possibilidade de venda futura por um preço mais alto (especulação).

A segunda é marcada por um efeito coletivo e desesperado de venda, a 'explosão da bolha'.

## Dunas e avalanches

Apesar de sua descrição simples, a previsão de uma quebra é bem difícil, pois a transição de um período para outro ocorre em um intervalo muito pequeno. Além disso, uma quebra é sempre precedida por um período em que os fundamentos econômicos estão muito bem estabelecidos. Por exemplo, 14 dias antes da famosa quebra de 1929, o economista Irving Fisher (1867-1947), da Universidade de Yale (Estados Unidos), disse: "Em poucos meses, espero ver o mercado financeiro muito melhor que hoje." Opinião similar tinha a Sociedade de Economia de Harvard.

Recentemente, os econofísicos (um neologismo para denominar pesquisadores que aplicam métodos

da física à economia) têm conseguido caracterizar fenômenos relacionados às quebras do mercado financeiro usando uma teoria baseada no conceito de criticalidade auto-organizada, desenvolvido pela física estatística nos últimos 30 anos (a física estatística é a área que junta conceitos da física com a estatística).

Caso emblemático de sistema físico em que ocorre a criticalidade auto-organizada: dunas de areia. Nelas, o vento deposita novos grãos, e, com isso, as laterais vão aumentando sua inclinação até atingir um valor limite, chamado estado crítico. Nessa situação, cada grão de areia está no limiar de sua estabilidade. Desse modo, basta a entrada de um único novo grão para que outro role, desestabilizando um grão vizinho e iniciando assim uma reação em cadeia (neste caso, uma avalanche). Portanto, como apontado no item 'c' acima, um pequeno evento pode gerar uma consequência gigantesca, catastrófica.

Essas abordagens admitem que o estado crítico (avalanche, quebra do mercado) é gerado por uma combinação de fatores internos e externos, e não apenas por causas externas. Alguns cientistas, como o geofísico francês Didier Sornette, defendem empiricamente que esses eventos têm características únicas que permitem sua previsão.

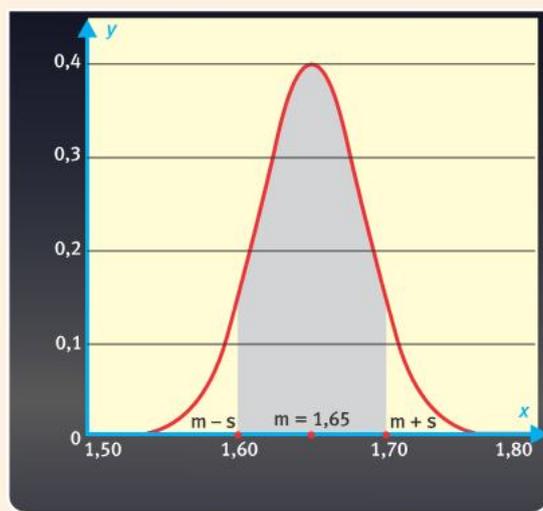
## Estaturas da população

O preço da tulipa no século 17, bem como de qualquer outro ativo em mercados financeiros, é o que chamamos processo aleatório, ou seja, não permite antever, de modo preciso, seu valor. Quando lidamos com um processo aleatório, somos obrigados a lançar mão de estatísticas. Em vez de usar todos os dados disponíveis, procuramos extrair algum número que seja representativo do conjunto. Por exemplo, conhecendo as alturas de uma população, podemos usar a média ( $m$ ) para nos referir ao conjunto, tendo então uma idéia da estatura das pessoas.

Se quisermos ter um pouco mais de detalhe na descrição das estaturas, acrescentamos o chamado desvio-padrão ( $s$ ), que é outra medida estatística. Se a população tiver média  $m = 1,65$  metro (ou 1,65 m) de altura e desvio-padrão  $s = 5$  cm, então sabemos que boa parte da população tem estaturas compreendidas entre 1,60 m ( $m - s$ ) e 1,70 m ( $m + s$ ). Mais ainda: podemos também afirmar que quase toda a população tem estaturas compreendidas entre 1,55 m ( $m - 2s$ ) e 1,75 m ( $m + 2s$ ). Um percentual ainda maior estaria compreendido, por exemplo, entre 1,50 m ( $m - 3s$ ) e 1,80 m ( $m + 3s$ ).

Portanto, com só dois números ( $m$  e  $s$ ), temos uma descrição bem razoável de um conjunto de

Figura 1. Uma curva gaussiana com média  $m = 1,65$  m e desvio-padrão  $s = 0,05$  m. A área em cinza está compreendida entre  $m - s$  e  $m + s$  e corresponde a mais da metade da área total. Essa é uma característica desse tipo de curva



milhares ou milhões de dados. Isso ocorre porque a distribuição de alturas segue um padrão conhecido como curva em forma de sino, também denominada curva normal ou curva gaussiana (figura 1), em homenagem ao matemático alemão Carl Friedrich Gauss (1777-1855).

Uma variedade enorme de fenômenos físicos, biológicos e sociais comporta-se segundo a curva gaussiana, daí seu amplo uso em várias áreas. A efígie de Gauss, bem como a representação gráfica e matemática da equação que leva seu nome, era estampada na extinta cédula de 10 marcos alemães (figura 2). Curiosa e ironicamente, apesar de homenageado em uma moeda, diversos fenômenos econômicos não seguem a curva de Gauss. Se substituirmos a estatura da população por sua riqueza, as conclusões não mais se aplicam: não é verdade que a maioria da população tenha riqueza compreendida entre  $m - s$  e  $m + s$ .

Esse foi um fato observado por Vilfredo Pareto (1848-1923) ao analisar a situação econômica italiana em sua época. Esse economista italiano constatou que cerca de 80% da riqueza concentravam-se nas mãos de 20% da população; os restantes 20% ficavam distribuídos entre os demais 80% da população. Isso ocorria porque a distribuição de riqueza não seguia a curva gaussiana, mas sim outra função matemática, conhecida como lei de potência.

## Distribuição da riqueza

Quando a questão é riqueza, a lei de potência (figura 3) é observada independentemente do país ou do período histórico, embora a proporção 80/20 possa variar. Essa lei é consequência do que observamos em nossa experiência cotidiana: que ricos têm muito mais facilidade para se tornarem mais ricos. Nesse caso, a lei da potência nos diz o seguinte: serão muitos aqueles com R\$ 100 ou menos; serão poucos aqueles com R\$ 1 milhão ou mais. Ou seja, muitos têm pouco; poucos têm muito.

Porém, na prática, sabe-se que a lei de potência não explica completamente o comportamento observado na distribuição da riqueza das populações (e em vários outros fenômenos sociais e naturais). Ela o faz de forma parcial (os matemáticos e os físicos preferem a expressão 'de forma assintótica'). Nesses casos, para se obter a precisão desejada, é necessário empregar um modelo que descreva fenômenos cujo comportamento seja um meio-termo entre a curva gaussiana e a lei de potência.



Figura 2. Imagem do matemático alemão Carl Friedrich Gauss estampada em uma nota (hoje, fora de circulação) de 10 marcos alemães

É aqui que entra em cena uma parte da física chamada mecânica estatística não extensiva. Essa teoria, desenvolvida recentemente, facilita a descrição de sistemas reais (e complexos) que muitas vezes têm esse comportamento intermediário (ver 'Na sutil fronteira entre a ordem e o caos – complexidade e mecânica estatística não extensiva' em *CH* n° 223).

## O dilema do prisioneiro

Uma característica explícita no mercado de tulipas do século 17 (e comum a todos os mercados financeiros) é a heterogeneidade de seus participantes. Surpreendentemente, grande parte da pesquisa desenvolvida em economia atualmente é baseada em modelos que não lidam diretamente com essa diversidade no modo de tomar decisões. Se agentes em um mercado financeiro não pensassem de modo diferente, todos sempre iriam, ao mesmo tempo, ou só querer vender, ou só querer comprar. E a prática ensina que isso não corresponde à realidade.

Modelos que não levam em conta heterogeneidade são mais fáceis de serem tratados matematicamente e, apesar de não corresponderem fielmente à realidade, são suficientes para explicar um grande número de situações econômicas reais. Por essa razão, muitos economistas têm se preocupado mais em saber, em uma situação de conflito, qual é o equilíbrio (caso ele exista) do que como ele é alcançado – há diferentes noções de equilíbrio em economia e usualmente todas estão relacionadas a um balanceamento dos interesses de todos os atores envolvidos em um determinado conflito. Em geral, assumir que os agentes nos mercados sejam racionais e que as empresas estejam apenas interessadas em aumentar ao máximo seus lucros é suficiente para garantir a existência de equilíbrio.

Na teoria econômica convencional, costuma-se assumir a racionalidade dedutiva: agentes tomam ▶

uma decisão utilizando um processo perfeitamente lógico e com premissas bem estabelecidas. Modelos que empregam a racionalidade dedutiva admitem que os agentes tenham capacidade infinita de processar informações, ou seja, os agentes são capazes de considerar todas as situações possíveis antes de tomar uma decisão. Note-se que isso é possível se o agente está lidando com um problema muito simples, mas é improvável se o problema for complexo. Por outro lado, esses modelos também assumem que todos os agentes são igualmente inteligentes nas escolhas das melhores ações. Na prática, isso pressupõe que todos os agentes irão considerar todas as situações possíveis e irão maximizar sua 'satisfação' (lucro, por exemplo), que será restringida pela presença de outros agentes, que, por sua vez, tentarão fazer o mesmo. Portanto, o lucro de um agente vai depender do lucro dos outros.

Considere, por exemplo, o chamado Dilema do Prisioneiro. Dois indivíduos *A* e *B* cometeram um crime e foram presos. A polícia acha que eles são culpados, mas não tem como provar. Dessa forma, se nenhum deles confessar, ambos serão soltos. Então, um promotor faz a seguinte proposta separadamente a cada um deles: "Se você confessar o crime e acusar seu parceiro, você terá sua pena suspensa por cooperação. Mas, se vocês dois confessarem,

os dois irão para a cadeia com uma pena reduzida. Finalmente, se você não confessar, mas seu parceiro o fizer, você ficará na cadeia por muito tempo."

Devido à simplicidade do problema, é fácil enumerar todos os cenários possíveis, que dependem unicamente das decisões dos presos. Situação mais favorável para *A*: ele confessa, desde que *B* não o faça. Pior situação para *A*: ele não confessa, mas *B* sim. Situações intermediárias: *A* não confessa e *B* também não. E, finalmente, *A* e *B* confessam.

A estratégia de confessar (individualmente) é sempre melhor do que não confessar, independentemente do que seu parceiro venha a escolher. Assim, ambos acabam confessando, cenário que representa o único equilíbrio desse conflito, conhecido como 'equilíbrio de Nash', proposto pelo matemático norte-americano John F. Nash Jr., ganhador do Nobel de Economia em 1994, cuja vida foi tema do filme *Uma mente brilhante*, de 2001.

## Ir ou não ir, eis a questão

Modelos baseados na homogeneidade e na racionalidade dedutiva também falham. Exemplo hipotético e bem conhecido, introduzido pelo economista norte-irlandês Brian Arthur: suponha que ocorra um espetáculo musical nas sextas-feiras de uma pequena cidade. O local (um bar) tem 60 assentos, e o concerto só é agradável se menos de 60 pessoas comparecerem. Entretanto, há 100 pessoas na cidade que adoram aquele tipo de música. Cada indivíduo tem apenas duas possibilidades: ir ou não ir.

Agora, as estratégias. As boas são: i) ficar em casa quando mais de 60 pessoas vão ao bar; ii) ir ao concerto quando menos de 60 pessoas vão ao bar. As ruins são: iii) ir ao bar quando mais de 60 pessoas decidem fazê-lo; iv) ficar em casa quando menos de 60 pessoas decidem ir ao bar.

Como as pessoas não se comunicam entre si, elas podem arriscar ir ao bar ou então usar algum tipo de previsão. Um modelo de previsão bem simples seria tomar a média das últimas quatro semanas. Se todos usarem esse modelo (em que os agentes são considerados homogêneos), então haverá dois cenários: i) todos irão aparecer no bar; ii) todos ficarão em casa.

Esse é um problema em que não se pode assumir homogeneidade e raciocínio dedutivo. Nesse caso, em geral, os agentes resolvem esse tipo de problema utilizando racionalidade indutiva, ou seja, fazem hipóteses gerais sobre o ambiente (pois têm um conhecimento parcial dele) e armam suas estratégias baseadas nelas.

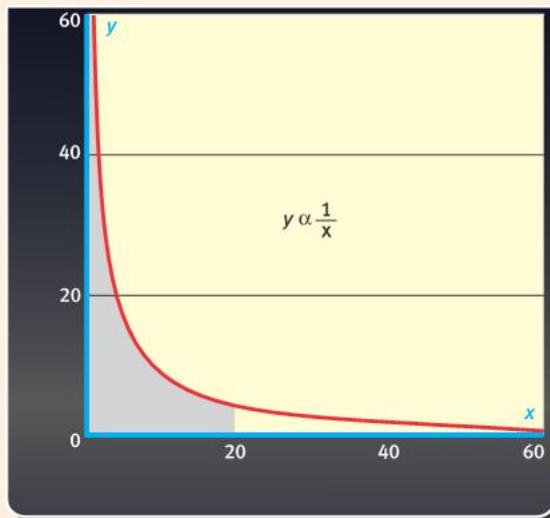


Figura 3. A distribuição de riqueza de um país obedece a uma lei de potência. A área em cinza corresponde a 80% da área total sob a curva e ilustra uma situação hipotética na qual 20% da população detêm 80% da riqueza. Uma forma de ler o gráfico é a seguinte: a segunda pessoa mais rica da população tem metade ( $1/2$ ) da riqueza da primeira; a terceira pessoa mais rica tem um terço ( $1/3$ ) da riqueza da primeira e assim sucessivamente. A equação que descreve a lei de potência ( $y \propto 1/x$ ) mostra, no caso, que, à medida que aumenta a riqueza individual ( $y$ ), diminui o número de pessoas ( $1/x$ )

Por meio de um processo de retroalimentação construído a partir de interações com o ambiente, os agentes fortalecem ou enfraquecem suas hipóteses originais, substituindo as piores por outras novas, estabelecidas com base nessa interação. Isto é, os agentes constroem modelos simples da realidade, para compensar suas falhas de entendimento do ambiente.

Nossa apresentação musical no bar pode parecer algo desconexo da economia, mas é apenas outra representação de uma situação em que os agentes têm apenas duas opções (no caso, ir ou não ir). O equivalente no mercado financeiro seria comprar ou vender um ativo.

## Tratando a heterogeneidade

A essa altura, já é possível listar algumas contribuições da econofísica: i) essa nova disciplina rompe com as hipóteses de homogeneidade e racionalidade dedutiva e ilimitada; ii) ao admitir que os agentes são distintos e levar em conta as grandes diferenças entre os muito ricos e os muito pobres, a econofísica desfaz outra premissa usual da teoria econômica tradicional, a chamada modelagem da incerteza segundo uma distribuição gaussiana.

Porém, tratar essa heterogeneidade é uma tarefa árdua, pois envolve achar equações matemáticas que descrevam o comportamento do modelo cujos elementos são heterogêneos. Pior, no entanto, é achar uma solução para elas. A dificuldade não está no fato de o sistema (no caso, o mercado financeiro) ter muitos elementos (agentes), pois um gás, com bilhões e bilhões de constituintes, pode ser descrito por equações simples e facilmente resolvíveis. A razão é que o gás pode ser encarado como um sistema muito homogêneo (a parte se comporta como o todo).

Como, então, fugir desse trabalho hercúleo?

Na econofísica, é comum empregar computadores nessas situações. Fornecem-se as equações, e essas máquinas nos devolvem a resposta na forma de números ou gráficos. Por exemplo, uma questão importante na vida real: os agentes irão competir ou colaborar? Para responder a essa pergunta, os econofísicos, em uma das abordagens computacionais, utilizam os chamados 'jogos da minoria', que são extensões do problema do concerto musical no bar. Nesses jogos, mostra-se que a quantidade de informação utilizada pelos agentes é essencial no surgimento do comportamento cooperativo: a cooperação aparece quando a quantidade de informação empregada na tomada de decisões é intermediária, levando a uma maior eficiência do sistema

### Complexidade é tema comum de pesquisa

O primeiro autor deste artigo tem se dedicado ao estudo de complexidade em finanças, de jogos da minoria e de modelagem de sistemas econômicos e sociais utilizando redes complexas. O segundo autor tem realizado pesquisas em mecânica estatística não extensiva e suas conexões com sistemas complexos.

como um todo. Por outro lado, usar muita informação torna o processo decisório aleatório (equivalente ao ato de jogar moedas), e ter pouca informação define um estado competitivo.

## Velhos problemas, novas perspectivas

A racionalidade dedutiva ilimitada facilita várias conclusões em economia teórica. Entretanto, ela é um modelo irreal de como pensam os seres humanos. Em situações complicadas (ou moderadamente complicadas), bem como mal definidas, os agentes constroem hipóteses sobre o comportamento dos demais (o caso da apresentação de música no bar), levando a um mundo de conjecturas subjetivas sobre outras possibilidades subjetivas. Essas situações desencadeiam modos de raciocínio indutivo. Economistas são cientes disso, mas não há concordância sobre como modelar a racionalidade limitada, a indução e a subjetividade. É nesse sentido que a econofísica tem avançado, com propostas inovadoras, levando a uma aproximação de modelos teóricos com a realidade econômica.

Ver os problemas por outra perspectiva, assumir hipóteses diferentes, romper fronteiras das disciplinas, ter ousadia intelectual. Esses conselhos podem soar triviais ou batidos, mas o fato é que é difícil de colocá-los em prática.

Além desses desafios, a econofísica ainda enfrenta o de se impor frente às (ou ao lado das) demais áreas. Críticas vindas tanto de físicos quanto de economistas têm colaborado para o fervor das discussões e o aprimoramento das idéias. Todo esse processo envolvendo agentes complexos, heterogêneos, dedutivos, indutivos, intuitivos, emotivos, limitados ou mesmo eventualmente irracionais leva, ao final, a um resultado mais amplo: o desenvolvimento de melhores formas de representação do conhecimento humano. ■

### SUGESTÕES PARA LEITURA

- MANDELBROT, B.; HUDSON, R. L.  *Mercados financeiros fora de controle: a teoria dos fractais explicando o comportamento dos mercados.* Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.
- GLEISER, I. *Caos e complexidade – a evolução do pensamento econômico.* Rio de Janeiro: Editora Campus, 2002.
- PROJETO DESAFIOS DA FÍSICA. 'Sistemas complexos'. Folder disponível em formato PDF em <http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/>
- SORNETTE, D. *Why stock markets crash? Critical events in complex financial systems.* Princeton: Princeton University Press, 2004.

*Formação de  
elites, universidade  
e ciências na orla ocidental  
do império português*



*A ausência de instituições científicas e de educação superior na América portuguesa, antes da instalação da corte no Rio de Janeiro, em 1808, foi vista muitas vezes como fruto de descaso da metrópole em relação à sua maior colônia. A questão é complexa e ainda está em aberto para outros tipos de abordagem. A análise proposta neste artigo tenta relacionar o problema do conhecimento e de suas instituições ao sistema de formação das elites, que tinha seu centro localizado na sede do reino, mas pressupunha o recrutamento de indivíduos em todos os seus domínios. Esse modelo funcionou tanto no período barroco quanto no da ilustração, época em que se produziu uma mudança de mentalidade, com a valorização das ciências, sobretudo as de caráter aplicado, as quais eram demandadas pelas dinâmicas sociais e econômicas do império português.*

**Guilherme Simões Gomes Júnior**

Departamento de Antropologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

## *A fixação da corte portuguesa no Rio de Janeiro, em 1808,*

teve conseqüências de toda ordem, entre elas as primeiras iniciativas no sentido de dotar a América portuguesa de instituições científicas e de educação superior, que se consolidaram após a independência do Brasil. Antes dos tempos de Dom João VI (1767-1826) em terras brasileiras constata-se um verdadeiro vazio, que tem sido interpretado de forma muitas vezes acusativa, como mais uma negligência da colonização portuguesa.

No entanto, a presença ou ausência de cursos superiores ou universidades no mundo colonial deve ser analisada, sobretudo, do ponto de vista da reprodução das elites. É um tanto temerário interpretar essa característica da América portuguesa pela óptica do desleixo no que diz respeito ao conhecimento objetivo da terra, que, na suposição de muitos, poderia ter sido alcançado caso tivessem sido criadas instituições dessa natureza.

O equívoco sobre essa questão deriva da aplicação, ao contexto português da época, do conceito atual de universidade. O que hoje se entende por universidade é resultado de um processo que teve início no fim do sé-

A Universidade de Coimbra era o principal centro de formação das elites de Portugal no final do século 18

FOTO GETTY IMAGES



## Sociologia da cultura

Este artigo é desdobramento dos estudos de sociologia histórica da cultura desenvolvidos pelo autor, com foco em instituições e práticas letradas e artísticas. Entre os trabalhos publicados pelo autor sobre temas conexos destacam-se o livro *Palavra peregrina: o barroco e o pensamento sobre artes e letras no Brasil* (São Paulo, Edusp, 1998) e o artigo 'Vidas de artistas: Portugal e Brasil' (*Revista Brasileira de Ciências Sociais*, nº 64, 2007).

As reformas do ensino superior promovidas pelo marquês de Pombal, que comandava o governo de Portugal na segunda metade do século 18, beneficiaram pessoas vindas das colônias para estudar na sede do reino

culo 18 e se firmou a partir do século 19, quando essas instituições foram praticamente recriadas. Processo no qual a Universidade de Berlim, na Alemanha, criada em 1810, teve papel de destaque. Antes disso, no mundo germânico, pode-se falar nas universidades de Halle (1694), Göttingen (1737) e Freiberg (após a reformulação em 1765) como instituições com currículos que podiam se aproximar da idéia moderna de ciências aplicadas.

Sobre o relacionamento da universidade com a sociedade e o 'progresso material', chama a atenção o fato de universidades inglesas, como as de Oxford e Cambridge, terem simplesmente virado as costas para a Revolução Industrial até bem avançado o século 19, por estarem aferradas a um modelo de formação de elites em que conhecimentos técnicos e científicos não tinham lugar de destaque. No caso da França, as ciências aplicadas só foram incorporadas na universidade no século 19. Antes se firmaram em escolas especiais, como a Escola de Pontes e Calçadas (1747), escolas veterinárias (1762 a 1766), a Escola

de Minas (1783) e a Escola Central de Trabalhos Públicos (de 1794, que originou a Politécnica).

Seja por cálculo ou simples intuição, a coroa portuguesa articulou em seu império um sistema hierárquico de formação letrada e científica no qual o topo só existia na metrópole. Os degraus inferiores foram constituídos pelos jesuítas em seus colégios espalhados pelas principais cidades do império, nos quais preparavam os membros das elites, ligados à produção, ao comércio e ao serviço público. E também meninos das camadas inferiores que demonstravam algum talento e foram beneficiados pela proteção de clérigos ou leigos. Isso aconteceu até 1759, quando os jesuítas foram expulsos de Portugal e das colônias por iniciativa de Sebastião J. de Carvalho e Melo (1699-1782), o marquês de Pombal, que comandava então o governo português. Apesar de grandes danos, a expulsão não significou um colapso no ensino, pois ordens religiosas rivais se incumbiram de substituir os jesuítas.

O sistema mostrou-se engenhoso, por atuar como mecanismo de ascensão social e de circulação de elites. Circulação vertical e horizontal, pois os homens nele formados rodaram o mundo português a serviço da Igreja e do império, fossem clérigos ou leigos. E engenhoso, ainda, porque implicou a 'des-territorialização' da inteligência. Assim, à medida que a dinâmica do império era alimentada por vários ciclos econômicos, simultâneos ou sucessivos, promovendo concorrência entre as partes, o sistema drenou inteligência de cada uma delas e retirou do âmbito dos vínculos primários – familiares ou de dependência social e econômica – a nata de diversas terras, para ser ressocializada no reino, na proximidade da corte.

## Das colônias ao reino

Como parte dos ciclos econômicos baseou-se na conquista territorial, isso legitimou a pretensão dos oriundos das colônias à condição de nobreza da terra, mesmo quando sua origem social era plebéia ou obscura quanto à 'pureza do sangue'. No entanto, a confirmação plena desse estatuto só podia se dar por duas vias, típicas do 'primeiro' ou do 'segundo' estados: a formação letrada e o feito militar. Tanto uma quanto a outra implicavam deslocamento: a passagem pela sede do reino e a peregrinação por seus domínios.

Quando a orla do Ocidente foi ganhando maior importância, seja por suas próprias virtudes ou pelas derrotas e fracassos da orla do Oriente, o peso da elite recrutada na América portuguesa aumentou progressivamente, sobretudo após a emergência, em



"MARQUÊS DE POMBAL" DE LOUIS-MICHEL VAN LOO (1707-1771), MUSEU DA CIDADE, LISBOA

1640, da dinastia dos Bragança como reis de Portugal. Além disso, na primeira metade do século 18, a América portuguesa experimentou um processo com alcance e envergadura nunca vistos em todo o império: o grande ciclo da mineração que integrou o centro e o oeste do que é hoje o Brasil. Se em termos globais o mundo português era constituído por extensas rotas de navegação marítima, a partir das primeiras décadas do século 18 rotas terrestres e fluviais eram intensamente trilhadas na América portuguesa, o que fez com que essa região acabasse por adquirir uma feição inusitada, pela extensão territorial envolvida, pela complexidade da divisão do trabalho e pelo volume dos negócios internos.

O historiador Sérgio Buarque de Holanda (1902-1982), no texto *Metais e pedras preciosas*, de 1960, descreveu o ambiente que se formou na região das minas como “sociedade de meio aluvial [...], feita em sua imensa maioria de hordas de imigrantes, que não conheceram, em sua terra de origem, a oportunidade de assimilar os altos padrões de civilidade e luzimento”. Mas o surpreendente foi que, a despeito da instabilidade daquelas regiões, em que o móvel inicial de ocupação foi, sobretudo, a cobiça de bens e fortuna, os primeiros agrupamentos, pouco depois de instalados, já se articulavam ao sistema de reprodução das elites. As primeiras vilas foram formalmente criadas em 1711 e, já em 1726, aparecia nas listas dos matriculados em Coimbra um estudante natural das “minas de ouro”. Uma corrente regular de estudantes se estabeleceu a partir de 1732, com aumento crescente nas décadas seguintes. Com isso, a região das minas integrou-se ao fluxo que levou 1.700 brasileiros à Universidade de Coimbra no século 18, sendo que muitos completaram seus estudos em outras universidades europeias.

Isso demonstra que o império não era apenas uma extensa máquina negociante e militar, mas também um mecanismo de produção de ordem social hierárquica, na qual a elite de letrados exercia papel de destaque. Mas não é possível acompanhar Holanda quando qualifica essa camada de “aristocracia de ociosos e letrados”. Se parte de suas competências estava nas tertúlias poéticas e na oratória bajuladora, que reproduziam ideais de elevada ociosidade, esses indivíduos foram bastante ativos nos negócios, na administração pública, nas câmaras municipais e nos tribunais. E, quanto mais avançado o século 18, mais se viu uma mentalidade científica ocupar lugar de destaque nos interesses e na formação de parte dessa elite recrutada na América portuguesa.

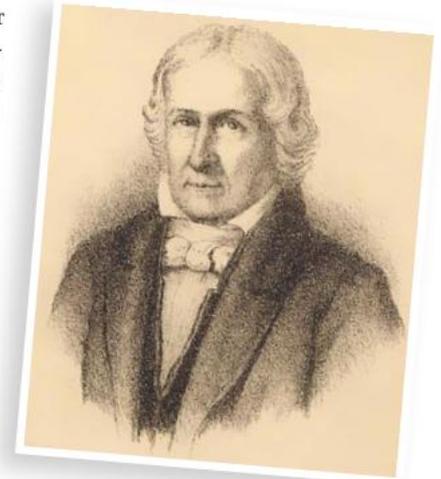
De Antonio Vieira (1608-1697) a José Bonifácio de Andrada e Silva (1763-1838), passando por Gregório de Matos (1633?-1696), os irmãos Bartolomeu (1685-1724) e Alexandre de Gusmão (1695-1753),

Santa Rita Durão (1722-1784), Cláudio Manuel da Costa (1729-1789), Basílio da Gama (1740-1795), José Mariano da Conceição Velloso (1742-1811), Tomás Antonio Gonzaga (1744-1810), José Vieira Couto (1752-1827), Manuel de Arruda Câmara (1752-1810) e Alexandre Rodrigues Ferreira (1756-1815), percebe-se a produtividade da formação em duas etapas, que, adensada na época da ilustração, permitiu ao historiador Manuel de Oliveira Lima (1867-1928) dizer que “o século 18 português fora intelectualmente metade brasileiro”.

## Mudança de mentalidade

José Bonifácio e outros quatro nomes dessa lista – Velloso, Couto, Arruda Câmara e Rodrigues Ferreira – representam a geração que mereceu da historiadora Maria Odila da Silva Dias um decisivo estudo. No sentido contrário ao da imagem tradicional da elite reprodutora de padrões derivados do estudo de letras, leis e teologia, Dias constata a mudança de mentalidade nos intelectuais da América portuguesa, bastante influenciados pelos chamados enciclopedistas, que reivindicavam o desenvolvimento da ciência natural, da química, da anatomia e da física experimental. A penetração desse espírito fica evidente no histórico da formação dos 866 brasileiros que passaram por Coimbra entre 1772 e 1822. Destes, 141 formaram-se apenas em ciências e 568 obtiveram dupla diplomação: em direito e matemática (ou ciências naturais). Isso significa que 82% dos que fizeram o caminho da América portuguesa a Coimbra, para obter formação superior, tinham em alta conta as novas modalidades introduzidas na universidade pela reforma promovida pelo marquês de Pombal a partir de 1772.

Essa mentalidade pragmática, que valorizava as ciências aplicadas em detrimento de letras e artes, ganhou expressão no modelo adotado na constituição da Academia Real de Ciências de Lisboa. No ‘privilegio real’ concedido em 1779 por D. Maria I (1734-1816), quando da criação da Academia, os termos sugeriam inspiração no modelo da Academia Francesa, criada em 1636, acrescido de alguns elementos referentes ao estudo da história de Portugal. As principais



Muitos indivíduos nascidos no Brasil colonial, como José Bonifácio de Andrada e Silva, estudaram em Coimbra, sendo incorporados às elites portuguesas da época

Brasão da Academia das Ciências de Lisboa, fundada em 1779





Apenas depois da chegada da família real portuguesa ao Brasil, em 1808, foi autorizada a implantação de escolas superiores na colônia

tarefas propostas no privilégio eram: a composição do *Dicionário da Língua Portuguesa*, o trabalho assíduo sobre a história literária dessa nação, a compilação em boa ordem de documentos que pudessem ilustrar a história nacional e a publicação das memórias de seus sócios. Pouco se fala de ciências no privilégio concedido.

No entanto, a Academia Real estruturou-se em três classes: ciências naturais, ciências exatas e literatura portuguesa (literatura e história, a partir de 1818). Estas eram compostas por sócios efetivos (em torno de sete em cada classe), acrescidos de sócios estrangeiros (grandes figuras científicas), sócios livres e sócios correspondentes. A lista dos sócios estrangeiros é de interesse por reunir aqueles que constituíam paradigma para a Academia. Em 1817, seis deles eram renomados cientistas naturais: o botânico francês Antoine L. de Jussieu (1748-1836); os botânicos ingleses James E. Smith (1759-1828), Joseph Banks (1743-1820) e Richard A. Salisbury (1761-1829), o mineralogista francês René J. Haüy (1743-1822), o químico austríaco Joseph F. Jacquín (1766-1839), o antiquário e paleógrafo espanhol Manuel Abella (1763-1817) e o filósofo e historiador da literatura alemão Friedrich Bouterwek (1766-1828). O balanço é claro e mostra bem a orientação, o que se confirma

também a predominância de temas ligados a ciências naturais e aplicadas nas memórias apresentadas pelos sócios efetivos e correspondentes.

Outro dado de interesse na estrutura da Academia Real é a agregação a esta, em 1812, da Instituição Vacínica, responsável pela primeira aplicação da vacina contra a varíola na população portuguesa. A Instituição era composta por 11 membros e articulava uma grande rede de médicos correspondentes, envolvidos nas campanhas de vacinação (entre 1813 e 1817 foram vacinadas 62.259 pessoas). Além disso, foi na Academia que começou a tomar forma a idéia da área científica das ciências agrárias e econômicas e da criação de escolas de agricultura, para a qual diversos membros da geração ilustrada já haviam dado contribuições relevantes.

Em sua articulação com o Império, a Academia Real funcionava como uma espécie de centro para o qual convergiam as elites intelectuais e científicas e do qual partiam seus sócios para missões nas mais diversas partes do mundo. Ela também recebia memórias e cartas reportando os problemas, dando conta das experiências e propondo projetos, além dos materiais resultantes dos deslocamentos dos naturalistas viajantes: desenhos, descrições e espécies vegetais enviadas para a imensa coleção que foi

se acumulando no Jardim Botânico da Ajuda, em Lisboa. O envio de memórias e cartas funcionava como a passagem para a condição de sócio correspondente da Academia, primeiro passo para o reconhecimento e a consagração nesse meio seletivo.

As atividades da Academia podiam ser, portanto, induzidas ou voluntárias. A 'viagem filosófica' pelo Amazonas, entre 1783 e 1792, do brasileiro Alexandre Rodrigues Ferreira foi uma iniciativa conjunta da Academia e da Secretaria de Estado dos Negócios Ultramarinos. Também a viagem de estudos de José Bonifácio, como 'bolsista' do Real Erário, por grande parte da Europa, durante 10 anos, pode ser entendida como um diagnóstico do estado da ciência aplicada na Europa para atualizar a Academia, à qual já era filiado, mas, sobretudo, como busca de soluções para uma miríade de problemas na vasta economia do mundo português. A essas ações de caráter induzido, somavam-se as voluntárias daqueles que, já tendo feito o caminho da periferia ao reino e retornado ao ponto de origem, encaminhavam seus estudos, projetos ou invenções para o exame da Academia.

Para a Academia, o império tinha o caráter de um grande laboratório de ciências aplicadas. Para o império, a Academia era um subproduto necessário de sua dinâmica econômica, para subsidiar com conhecimentos e técnicas renovadas a agricultura, a mineração, as manufaturas, os estaleiros, as fábricas, as tipografias.

## Uma elite pragmática

É esse sistema que torna inteligíveis tantas ações aparentemente dispersas, mas que se articulavam, no reino, nessas instituições interligadas: a Universidade de Coimbra reformada, a Academia Real de Ciências, o Museu e Jardim Botânico da Ajuda. Do ponto de vista do 'progresso material' da América portuguesa, certamente os resultados práticos desse sistema foram limitados. Mesmo tendo sido realizadas as 'viagens filosóficas', nem sempre o material chegava ao destino, quando não se perdia, e às vezes a publicação saía a tempo para produzir efeitos onde seria pertinente. Embora fossem conhecidos problemas e soluções, nem sempre havia instrumentos ou homens preparados para intervenção eficaz. Mais importante que o resultado prático, no entanto, é que esse sistema formou uma atitude pragmática em uma elite que, mesmo quando oriunda da periferia, observava seu antigo mundo com olhos do reino – onde estava a articulação, o centro e referência do 'nexo moral'.

Essa última expressão é empregada pelo historiador Caio Prado Jr. (1907-1990) no último capítulo

de *Formação do Brasil contemporâneo* (1942), ao terminar o diagnóstico de três séculos de colonização: "Numa população assim constituída [...] o primeiro traço que é de esperar [...] é a ausência de nexos morais. Raças e indivíduos mal se unem, não se fundem em um todo coeso: justapõem-se antes uns aos outros, constituem-se unidades e grupos incoerentes que apenas coexistem e se tocam. Os mais fortes laços que lhes mantêm a integridade social não serão senão os primários e mais rudimentares vínculos humanos, os resultantes direta e imediatamente das relações de trabalho e produção: em particular, a subordinação do escravo ou do semi-escravo ao seu senhor."

Quase 40 anos antes dessa constatação, sem falar em nexos morais, mas em consciência nacional, Capistrano de Abreu (1853-1927), em *Capítulos de história colonial* (1907), traçava com tintas mais ásperas um quadro semelhante ao falar dos anos 1800 no Brasil: "Vida social não existia, porque não havia sociedade; questões públicas tampouco interessavam e mesmo não se conheciam: quando muito sabem que há paz ou guerra [...]. É mesmo duvidoso se sentiam, não uma consciência nacional, mas ao menos capitania, embora usassem tratar-se de patricio e paisano. Um ou outro leitor de livro estrangeiro podia falar na possibilidade da independência futura, principalmente depois de fundada a república dos Estados Unidos da América do Norte e divulgada a fraqueza lastimável de Portugal."

Certamente não devem ter escapado da percepção de Capistrano de Abreu tantos documentos atestando a notável intensidade da vida social e das questões públicas nas cidades 'brasileiras', tanto no período 'barroco' quanto no 'iluminista'. Nem a Prado Jr. passou despercebido o fato de tanta gente ter se desvinculado daqueles laços primários pela ação da Igreja – que, afinal, o que mais quer é o segundo nascimento (em Cristo) – ou pela ação dos mecanismos imperiais de recrutamento de quadros. No entanto, para ambos os historiadores, é como se essa vida e esses outros vínculos se esfumaçassem por não estar reportados ao Brasil. E a operação mental que produzem adquire uma radicalidade paradoxal: não havendo 'nexo moral brasileiro', não há sociedade, há apenas justaposição e incoerência.

O problema só se resolve com a mudança de foco. Não há qualquer dúvida sobre as precariedades e as ligações frouxas entre as imensas partes do território, mas não se deve negligenciar a capacidade do império português de criar vínculos consistentes entre as partes e o reino. O mecanismo acima descrito do recrutamento das elites e de sua formação em duas etapas foi eficaz. Por meio dele a América portuguesa produziu uma camada notável de agentes 'produtores de nexos morais'. A serviço do Império. ■

### SUGESTÕES PARA LEITURA

- BOXER, C. *O império marítimo português 1415-1825*. São Paulo, Cia. Das Letras, 2002.
- HOLANDA, S. B. 'Metais e pedras preciosas' (tomo I, v. 2) e 'A herança colonial: sua desagregação' (tomo II, v. 1), in *História Geral da Civilização Brasileira*. São Paulo, Difel, 1962 (tomo I) e 1963 (tomo II, v. 1).
- DIAS, M. O. L. S. 'A interiorização da metrópole' e 'Aspectos da ilustração no Brasil', in *A interiorização da metrópole e outros estudos*. São Paulo, Alameda, 2005.

# Novo gás na economia mundial

O mercado de créditos de carbono dá os primeiros passos na economia mundial e parece que aprenderá a andar depressa: pouco mais de 10 anos após sua criação já movimentava cerca de 40 bilhões de euros. A participação brasileira nesse montante é de aproximadamente 2,6 bilhões de euros. Porém, apesar dos avanços, ainda há muito a ser feito para que esse mercado se consolide.

A história do mercado de carbono começa em 1997 na cidade de Kyoto, no Japão. Reunidos no local, representantes de governos de diversos países davam continuidade a um debate que almejava criar um acordo para impedir que a ação da humanidade tivesse efeitos 'perigosos' sobre o clima do planeta. Ao fim de extensas negociações estabeleceu-se que os países industrializados reduziriam as emissões de gases cau-

sadores do efeito estufa em 5% em relação aos níveis desses gases registrados em seus territórios em 1990, e que essa meta de redução deveria ser alcançada entre os anos de 2008 e 2012. Nascia assim o Protocolo de Kyoto.

Mas era preciso também criar meios para o cumprimento do protocolo; afinal, os governantes teriam que distribuir as metas de redução pelos setores produtivos de seus países de acordo com o impacto causado por eles. E como fazer isso sem prejuízos econômicos? No setor privado, que estímulo levaria a adoção de medidas de redução se essa ação tem custos (às vezes altos) associados? Como adotar essas metas sem deixar os países em desvantagem no mercado ou promover a migração das empresas poluidoras para países sem metas de redução? Uma das soluções encontradas foi a criação

do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, ou MDL.

O MDL é a ferramenta que descreve as bases legais para a comercialização das chamadas reduções certificadas de emissões, os 'famosos' créditos de carbono. O mecanismo determina que uma tonelada de carbono cuja emissão foi evitada corresponde a um crédito. Os outros gases estufa entram na conta tendo seu potencial poluidor comparado ao do gás carbônico (CO<sub>2</sub>) por uma medida conhecida como carbono equivalente, que calcula quanto aquele gás poluiria se fosse CO<sub>2</sub>.

O mecanismo também determina que um país que não consiga cumprir suas metas por meio de medidas adotadas dentro de seu território pode comprar certificados de emissões reduzidas em outras partes do mundo. E essa possibilidade vale também para as empresas: aquelas que não puderem (ou não quiserem) reduzir suas emissões podem fazê-lo comprando créditos de carbono gerados por projetos 'limpos' implementados em países em desenvolvimento. Com essa determinação, o MDL busca, além de ajudar os países industrializados no cumprimento de suas metas, acelerar o crescimento sustentável de países em desenvolvimento. A intenção é que a possibilidade da entrada de recursos da venda de créditos de carbono estimule a adoção de projetos de tecnologias mais limpas nesses países.

Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu, onde se desenvolve o Projeto Novagerar. A central aproveita o gás metano liberado pela decomposição do lixo para gerar parte da energia que abastece a unidade



A idéia parece ter funcionado. De acordo com informações disponíveis no portal eletrônico do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), em fevereiro de 2008 havia, no mundo, 2.999 projetos de MDL em diferentes estágios, desde a validação da metodologia até a implantação. Um mês depois já eram registrados 3.101 projetos. A participação dos diferentes países como proponentes, no entanto, permanece constante ao longo do tempo. O primeiro lugar do *ranking* é ocupado pela China, que contabilizava 1.048 projetos em março deste ano. Em seguida aparecem a Índia, com 874 projetos, e o Brasil, com 274 projetos (9% do total).

Segundo o economista José Domingos Gonzalez Miguez, coordenador geral de Mudanças Globais do Clima do MCT, a posição da China e da Índia se deve à facilidade, nesses países, de geração de créditos em projetos de substituição da matriz energética. “As matrizes energéticas da China e da Índia baseiam-se no uso intensivo de carvão mineral. Nesses países, em um projeto de energia eólica, por exemplo, toda a energia elétrica gerada corresponde à redução de emissões”, explica. Já no Brasil a geração de créditos de carbono está mais ligada ao desenvolvimento de novas tecnologias, uma vez que aqui predominam fontes de energia limpa. A construção de uma hidroelétrica, por exemplo, pode gerar aqui, até quatro vezes menos créditos do que geraria se fosse construída na China, onde substituiria a queima do carvão mineral.

Para Miguez, esses fatos, ao contrário de representarem um problema, são uma prova de que o país tem uma matriz energética limpa e já caminha para o desenvolvimento sustentável. “A posição do Brasil é extremamente honrosa. A capacidade empreendedora das empresas brasileiras permitiu o desenvolvimento de



uma quantidade expressiva de projetos, em sua grande maioria, inovadores e que contribuem com o desenvolvimento sustentável do país”, afirma o economista.

### Oportunidades

A maioria dos criadores e gestores dos projetos citados por Miguez foi atraída não só pela possibilidade de reduzir o impacto ambiental de suas atividades, mas também pela oportunidade de fazer isso com custos mínimos, usando os recursos obtidos com o mercado de carbono. Um exemplo é o Projeto Novagerar, primeiro do mundo a obter permissão para a venda de créditos de carbono.

O objetivo do projeto é o aproveitamento do gás metano (21 vezes mais poluente que o CO<sub>2</sub>) liberado pela decomposição do lixo em um aterro sanitário no município de Nova Iguaçu, no Rio de Janeiro. “Quando recebemos a concessão para tratar o antigo lixão e construir um aterro sanitário dentro das normas ambientais, vimos que havia também uma oportunidade para canalizar o gás produzido na nova unidade de tratamento para gerar energia limpa”, conta a engenheira Adriana Felipeto, diretora da Central de

Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu, onde o projeto se desenvolve.

Hoje, parte do gás captado abastece uma unidade de tratamento de chorume (líquido produzido pela degradação do lixo) na própria central. O excedente é reduzido a CO<sub>2</sub> através da queima e liberado na atmosfera – mas gerando uma poluição 21 vezes menor do que se fosse lançado diretamente como gás metano. Segundo Felipeto, com essas medidas o projeto evitou, em 2007, a emissão de 100 mil toneladas equivalentes de gás carbônico. Mas como a intenção é aproveitar 100% do gás, a central inaugurou, no início deste ano, uma nova termoeletrica, que usa o metano para produzir até 6 megawatts de energia, também para abastecimento da unidade.

No entanto, é a própria diretora da unidade quem ressalta que a iniciativa só é possível graças ao mercado de carbono. “O maquinário para captação, tratamento e avaliação da qualidade do gás é caro. Foi a venda dos créditos de carbono que viabilizou a instalação desses equipamentos. Sem esses recursos, o empreendimento não seria possível”, afirma. ▶

Projetos como o uso de painéis solares para geração de energia podem gerar e vender créditos de carbono



Moinhos de energia eólica na Suíça. A tecnologia é promissora para o Nordeste brasileiro

O dinheiro dos créditos de carbono – que, por intermédio do Banco Mundial, são vendidos para o governo da Holanda – além de usado no sistema de aproveitamento do gás, é, em parte, repassado para a prefeitura de Nova Iguaçu. “A prefeitura usa o dinheiro em atividades educacionais, por exemplo. Assim, estamos cumprindo nosso primeiro objetivo, que é contribuir para a melhoria da qualidade ambiental, mas participamos também do desenvolvimento sustentável local, já que o dinheiro é revertido em benefícios para a comunidade do entorno do aterro.”

### Problemas de um jovem mercado

Nem só de bons ares vive o mercado de carbono no Brasil. Projetos de redução da emissão de gases estufa por meio da construção de pequenas centrais elétricas (unidades eólicas, hidroelétricas ou movidas pelo bagaço da cana-de-açúcar, por exemplo) têm tido dificuldades para participar desse mercado. O problema principal é a indefinição do fator de emissão do sistema elétrico brasileiro. Esse fator representa a quantidade de CO<sub>2</sub> que é emitida por megawatt/

hora de energia produzida e é usado como referência para saber o quanto de emissões está sendo reduzido pela implantação desses projetos. Ou seja, o fator de emissão é essencial para determinar a quantidade de créditos de carbono gerada por eles.

Segundo Pablo Fernandez, biólogo da EcoSecurities, maior empresa gestora de iniciativas em MDL do mundo, os problemas começaram quando projetos de diferentes proponentes encaminhados à Autoridade Nacional Designada (órgão nacional responsável pela análise dos projetos MDL que serão levados para validação por parte dos órgãos internacionais) foram rejeitados por apresentarem fatores de emissão distintos, apesar de se referirem a empreendimentos no mesmo local. Diante da confusão, as empresas representantes dos proponentes dos projetos decidiram se juntar para definir um fator de emissão único.

O fator calculado pelas empresas foi encaminhado ao governo e à Organização das Nações Unidas (órgão que concede, em última instância, a permissão para venda dos créditos de carbono) e aceito por eles. Foi também divulgado ao

público para que pudesse ser usado por todos os proponentes de projetos MDL. “O problema é que algum tempo depois o governo propôs outro fator, baseado em premissas totalmente diferentes. Eles alegam que o uso desse fator não é obrigatório, mas temos tido dificuldades em aprovar projetos que não usem a definição deles.”

A alteração do fator é algo importante. Estudo feito pela EcoSecurities mostra que as perdas potenciais da aplicação do novo fator podem chegar a R\$ 153 milhões. Segundo Fernandez, isso acontece porque, para o cálculo do novo fator, considera-se que o sistema elétrico brasileiro é dividido em quatro subsistemas e essa divisão restringe o alcance dos projetos MDL, uma vez que as reduções passam a ser consideradas apenas para as emissões feitas dentro da área onde o projeto está inserido. “Acontece que uma pequena central elétrica que passe a funcionar no Norte influencia a energia disponível no Sul porque há um efeito dominó na transmissão.”

A pesquisa ressalta ainda que as regiões Norte e Nordeste são as mais afetadas pela nova proposta e que nesses locais a entrada de recursos do mercado de carbono poderia colaborar com o desenvolvimento. “Alguns projetos de geração de energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar, por exemplo, têm a rentabilidade diminuída em 60% nessas regiões.” O biólogo enfatiza que a intenção das empresas não é criar atrito com o governo e sim deixar claras as normas para proposição de um projeto MDL relacionado à substituição da matriz energética. “Se o governo determinar que o uso desse fator é obrigatório, nós iremos usá-lo. Apenas queremos ter uma ampla discussão entre todas as partes interessadas para que se chegue a uma opção que favoreça o mercado de carbono no Brasil e o setor de geração de energia renovável.”

## Futuro em pauta

No entanto, o que mais preocupa pesquisadores, governos e empresários envolvidos no mercado de carbono é seu futuro. Acordos para o segundo período do Protocolo de Kyoto (que se inicia em 2012) são tidos como fundamentais para a sobrevivência do mercado, uma vez que só os países signatários estão aptos a participar da comercialização dos créditos. Mas a negociação tem sido difícil: alguns países que já têm metas de redução resistem à proposta de aumento de seus valores ou afirmam que só aceitarão caso os países em desenvolvimento também tenham metas determinadas. Diante dessa pressão, os países sem metas (principalmente China, Índia e Brasil, que têm tido rápido crescimento econômico), alegam que não podem adotá-las, pois isso comprometeria seu desenvolvimento.

Tudo indica, porém, que o mercado resistirá à polêmica. “Há um grande consenso nas discussões do Protocolo de Kyoto em favor da manutenção do MDL e reforço de seu papel de garantir a integridade ambiental do Protocolo”, afirma Miguel. Além disso, os ganhos possíveis são atrativos para empresários: de acordo com o representante do Ministério de Ciência e Tecnologia, se usado um valor conservador de 10 euros por tonelada de gás carbônico, o mercado de carbono, em 2007, movimentou cerca de 40 bilhões de euros no mundo. No Brasil, os cálculos apontam uma circulação de cerca de 2,6 bilhões de euros até o momento. “A entrada de recursos potencial pelo MDL no Brasil é da ordem de 350 milhões de euros por ano, o que coloca o MDL como um dos principais itens de exportação brasileira”, lembra. Para 2008, prevê-se que o mercado de carbono movimentará mais de 60 bilhões de euros em todo o mundo.

**Mariana Ferraz**

Revista Ciência Hoje/RJ

QUÍMICA

## OPÇÃO VIÁVEL PARA BARRAR O AQUECIMENTO GLOBAL

Há aproximadamente 50 anos os cientistas concluíram que a queima de combustíveis fósseis aumentava a concentração de dióxido de carbono na atmosfera. Em 2007, a imprensa mundial falou reiteradamente em aquecimento global, e o IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, na sigla em inglês) divulgou relatórios capazes de assustar até os mais céticos. Por trás da agitação da mídia, muitos pesquisadores trabalham para desenvolver tecnologias capazes de barrar os efeitos do aquecimento global. No Brasil, a Universidade Federal de Santa Catarina, em parceria com uma empresa privada, a Carbono Brasil Tecnologia e Serviços Ambientais, criou um equipamento capaz de transformar gases nocivos ao ambiente em substâncias como oxigênio e hidrogênio.

O Carbono Brasil System (CBS), que pode ser instalado em termelétricas, chaminés de fábricas, aterros sanitários e escapamentos de veículos, utiliza um jato de plasma capaz de romper as ligações atômicas de uma molécula de  $\text{CO}_2$ , por exemplo, transformando-a em carbono em pó e oxigênio. Os resíduos são usados como matéria-prima na produção de pneus e pigmentos de tintas, por exemplo, e os gases são liberados na atmosfera. Mas o empre-

sariado não tem interesse em adquirir o CBS, em parte devido aos custos de instalação, que podem chegar a R\$ 300 mil em uma fábrica, e ao baixo (ou nulo) retorno financeiro. O cidadão comum está longe de frear suas próprias emissões, feitas, por exemplo, pelo escapamento do carro. Para esse caso, o sistema teria que se tornar um item de fábrica, e as montadoras não têm interesse de incluí-lo na linha de montagem. “O lucro é obtido a partir da venda de resíduos e dos créditos de carbono”, diz o presidente da Carbono Brasil, Rui Fernando Muller. Os créditos de carbono são obtidos quando uma indústria deixa de emitir gases poluentes e ‘vende’ essa cota para fábricas que ainda não conseguiram parar de poluir.

A tecnologia, que deve passar por testes em aterros sanitários antes de ser comercializada, atraiu a atenção do vice-presidente do IPCC, o cingalês Mohan Munasinghe, agraciado com o Nobel da Paz em 2007. Durante a Eco Power Conference, realizada em Florianópolis em novembro passado, Munasinghe prometeu incluir a invenção brasileira no próximo relatório da instituição. Talvez o CBS não seja a solução definitiva, mas é um avanço na luta da humanidade contra o aquecimento global.

FOTO: CEDIDAS PELA CARBONO BRASIL TECNOLOGIA E SERVIÇOS AMBIENTAIS



O presidente da Carbono Brasil, Rui Fernando Muller (à esquerda), e o químico da UFSC Nito Debacher, que participou do desenvolvimento do CBS, durante encontro com o vice-presidente do IPCC, Mohan Munasinghe (com o protótipo na mão)

# Prevenir para remediar

**D**iagnóstico precoce e mais informação são as principais armas na luta contra uma doença ainda pouco conhecida no Brasil, o mieloma múltiplo, câncer causado pela proliferação de células plasmáticas, que são o estágio final da diferenciação dos linfócitos B e responsáveis pela produção de imunoglobulinas (anticorpos). Apesar de ainda não haver cura, existem tratamentos e drogas que permitem ao paciente ter uma vida próxima do normal. Mas a eficiência dessas intervenções é maior quanto mais cedo a doença é diagnosticada, o que pode ser feito com um simples exame, a eletroforese de proteínas séricas.

Esse teste, entretanto, não faz parte da rotina médica e o desconhecimento do mieloma múltiplo faz com que as pessoas que sofrem de dor lombar, por exemplo, um dos sintomas desse mal, procurem outros especialistas. Para combater a desinformação, a Fundação Internacional do Mieloma (IMF, na sigla em inglês), fundada em

1988 nos Estados Unidos e atuando no Brasil desde 2004, realiza seminários e reuniões com pacientes e médicos, e investe em pesquisa.

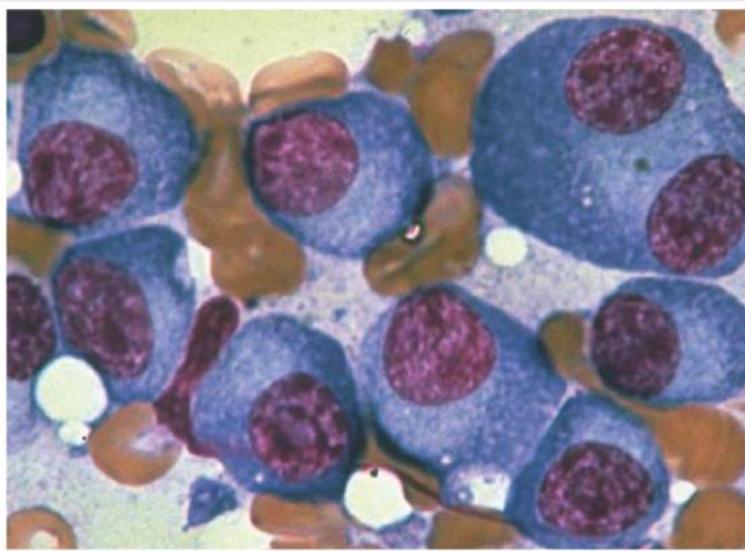
O mieloma múltiplo ocorre quando células plasmáticas se multiplicam desordenadamente e produzem imunoglobulinas alteradas, todas de um mesmo tipo (monoclonais). Esses fatores levam a uma série de problemas no organismo. Por exemplo, o acúmulo das células na medula óssea impede a produção de hemácias, causando anemia; a excreção dos anticorpos modificados pelos rins resulta em insuficiência renal; a produção de um fator estimulador de osteoclastos, células responsáveis pela reabsorção óssea, gera fraturas e dor na coluna vertebral; e o comprometimento de uma parte importante do sistema imune permite o aparecimento de infecções recorrentes.

O mieloma múltiplo responde por 10% dos cânceres hematológicos e 1% da incidência total de

tumores. “Não é uma doença rara, mas ainda assim não é muito conhecida do público e dos profissionais de saúde em geral”, conta o hematologista Ângelo Maiolino, membro do conselho científico da IMF e médico do Hospital Clementino Fraga Filho e professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Segundo ele, nos Estados Unidos, 40% dos casos são diagnosticados cedo por exames de rotina, já no Brasil, a maioria só é identificada quando a doença está em uma fase avançada. “A pessoa sente uma dor na coluna e passa meses indo de um profissional a outro. Quando finalmente se descobre o mieloma, já se perdeu um tempo precioso”, alerta Maiolino, ressaltando que o exame é capaz de identificar a doença anos antes de os sintomas aparecerem.

## Sobrevida maior

O hematologista relata que nos últimos 10 anos a situação dos pacientes mudou bastante. “Antes, a sobrevida média era de três anos, mas hoje há pessoas que vivem há mais de 10 anos com a doença. Ela é tratada quase como se fosse uma doença crônica, similar ao diabetes”, explica. Segundo ele, o processo começa com um tratamento de indução, no qual dois medicamentos, a dexametazona e a talidomida, são administrados para reduzir drasticamente o número de células plasmáticas no organismo.



A proliferação desordenada das células plasmáticas, que produzem os anticorpos, é a causa do mieloma múltiplo

Após essa etapa, é recomendado um transplante de células-tronco oriundas do próprio paciente (autólogo). Para isso, um fator estimulador de crescimento de glóbulos brancos é administrado ao paciente, para que sua medula óssea produza mais células-tronco, fazendo com que as mesmas circulem em grande quantidade no sangue. Elas são então extraídas da corrente sanguínea por uma máquina (leucoferese) e congeladas em nitrogênio líquido. Após uma ou duas semanas, o paciente recebe uma alta dose do quimioterápico mefalano para tentar eliminar as células plasmáticas malignas.

A prevenção do retorno da doença (recidiva) é feita com talidomida, lenidomida ou outras drogas, como o bortezomide. “O transplante só é recomendado para pacientes com idade abaixo de 65 anos – 70% dos casos ocorrem em pessoas com menos de 50 anos. Nas outras situações, usamos apenas as drogas”, explica Maiolino. Ele lembra ainda que 20 novas drogas estão sendo testadas atualmente.

### Esclarecer e informar

Nos Estados Unidos, há 20 mil novos casos de mieloma múltiplo por ano. No Brasil, ninguém sabe exatamente, já que a maioria dos casos não é diagnosticada, mas Maiolino crê que, baseado no tamanho da população, haja de oito a 10 mil. “As estatísticas são precárias e os dados não são confiáveis”, desabafa o hematologista.

Foi esse vácuo de informações que o norte-americano Brian Novis encontrou em 1988, quando foi diagnosticado com mieloma múltiplo. Percebendo que não havia qualquer organização que prestasse auxílio aos pacientes com essa doença, Novis, com a ajuda de seu médico, o também norte-americano Brian G. Durie, criou a IMF. “A fundação é a mais antiga e estruturada das organiza-

ções de auxílio a pacientes. Temos 150 mil membros no mundo todo, cujo foco é informar pacientes e profissionais por meio de nossa página na internet, materiais gratuitos, seminários e aulas para médicos”, informa Christine Jerez Telles Battistini, co-fundadora da IMF da América Latina.

Ela teve contato com a IMF, quando sua mãe foi aos Estados Unidos se tratar de mieloma em 1997. O envolvimento gerou um convite para levar a fundação para a América Latina, o que ela fez em colaboração com a hematologista Vânia Tietsche de Moraes Hungria, professora da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo e membro do conselho científico da IMF. “O conhecimento deixa a família e o paciente mais fortes, e este, quando bem tratado e diagnosticado, tem mais chances de viver com qualidade”, observa Battistini.

Além de prover informações, a fundação coopera com pesquisas na área, tendo sido responsável pela formação do grupo brasileiro de mieloma múltiplo, que desenvolverá estudos e protocolos de diagnóstico. Ela atua também junto ao *Bank on a cure* (algo como ‘banco para uma cura’), iniciativa que realiza pesquisas com DNA para obter a cura do câncer. “Em abril do ano passado, em colaboração com a Sociedade Brasileira de Hematologia e o Colégio Brasileiro de Hematologia, realizamos o 1º Encontro Brasileiro de Mieloma Múltiplo”, acrescenta Battistini, lembrando que a idéia é aprofundar a divulgação para médicos e levar os seminários com pacientes para outras áreas da Brasil, como Recife e Belo Horizonte. A página da IMF na internet pode ser consultada no endereço: <http://www.myeloma.org.br>.

**Fred Furtado**  
*Ciência Hoje/RJ*



ORNOLOGIA

BIOLOGIA

### OS SIRIS DE CUBATÃO

Uma pessoa de 60 kg que more na cidade de Cubatão (São Paulo) e coma 100 g de siri por dia estará ingerindo nessa refeição, além dos nutrientes presentes no crustáceo, 27% do cádmio, 50% do cobre, 56% do chumbo, 2,5% do zinco e 7% do cromo que seu corpo pode receber diariamente. Todos esses elementos são metais pesados que podem causar graves danos à saúde humana se consumidos em excesso. As concentrações encontradas nos siris estão abaixo dos níveis estabelecidos como seguros pela legislação brasileira (à exceção do cromo), mas já fazem soar o sinal de alerta entre pesquisadores.

Os siris foram usados como indicadores da condição ambiental em Cubatão, região que já foi muito contaminada por resíduos tóxicos industriais e que hoje é considerada exemplo de recuperação ambiental. “Os siris foram coletados na parte mais poluída do rio Cubatão, de onde dificilmente são retirados para consumo, mas ainda sim, os dados são relevantes”, diz Luiz Paulo Geraldo, professor do Programa de Mestrado em Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos, e orientador de Rossana Helena Pitta Virga sobre o tema.

Os pesquisadores decidiram investigar os siris por serem um recurso importante na alimentação da população mais pobre da região. “Os níveis dos metais pesados encontrados nesses animais estão abaixo dos valores máximos estabelecidos pelo Ministério da Saúde, mas é importante notar que as pessoas não comem apenas o siri, mas também outros alimentos que podem estar contaminados, como peixes. Não é ainda um caso de intervenção, mas serve de alerta”, diz o pesquisador, lembrando que o cromo, único elemento cujos níveis estavam acima do permitido, é submetido, no Brasil, a uma legislação considerada rígida – se considerados parâmetros internacionais, como o estabelecido pela Organização Mundial da Saúde, as concentrações de cromo nos siris também não ultrapassam o nível permitido.

**SOCIOLOGIA** Seminário internacional debate omissão do Estado no combate à prática

## Tortura: nunca mais?

**A** tortura, no Brasil, é uma prática empregada sistematicamente por agentes do Estado em indivíduos sob sua guarda. É o método de investigação por excelência, em detrimento de qualquer outra forma de se obter provas, confissões ou informações. Poucos casos de tortura chegam a julgamento e, quando chegam, o torturador – se for um agente público – é absolvido em 76% dos casos. No entanto, se a tortura é executada por um agente privado, a condenação é praticamente certa.

Esses dados foram apresentados pelo sociólogo Fernando Salla, do Núcleo de Estudos da Violência (NEV) da Universidade de São Paulo (USP), durante o 1º Seminário Internacional sobre a Tortura, promovido pelo NEV entre 25 e 27 de fevereiro. O encontro reuniu 12 palestrantes estrangeiros e dois brasileiros para “promover um debate esclarecido sobre a tortura e sobre o impacto, na democracia, da redução das restrições contra essa prática”. Sete países estavam representados: África do Sul, Angola, Austrália, Brasil, Estados Unidos, Reino Unido e Suíça. Os dados citados por Salla foram obtidos em pesquisa de Gorete Marques, mestranda em sociologia no NEV.

Coordenador do seminário e pesquisador do NEV, Salla critica a postura atual das autoridades brasileiras no combate à prática de

tortura: “Elas evitam enfrentar o aparato repressivo e dizer: chega!” Para o sociólogo, o tema precisa ser colocado na agenda política, mas, no Brasil, “as autoridades não querem comprar essa briga com o aparato policial e a estrutura de controle social que são as prisões, pois isso significa criar atritos com essas áreas”. O que se vê, na opinião de Salla, “é um jogo de cena, que precisa ser transformado em ações que demonstrem intolerância total com a presença de um torturador em qualquer espaço administrativo”.

O pesquisador vai além: “Não se pode ter uma ouvidoria conivente, omissa, corporativa. É preciso vontade política da Procuradoria Geral, do presidente do Tribunal de Justiça. Hoje, ao contrário, temos uma total conivência dos governadores e mesmo dos secretários. Na prática, falta vontade política. Quando, por exemplo, o [ex-governador paulista] Mario Covas determinou que fossem reduzidos os índices de homicídio no estado, isso foi feito.” Uma medida urgente, segundo Salla, é levar o debate de questões relacionadas aos direitos humanos para a escola pública, como prevê a legislação.

### Bomba-relógio armada

Um tema tratado na maioria das mesas temáticas do seminário foi

a chamada “bomba-relógio armada”. Os especialistas usam esse termo (*ticking bomb*, em inglês) para se referir a situações em que um risco iminente, capaz de causar danos a muitas pessoas, justificaria a tortura de um preso para conseguir informações que pudessem eliminar o perigo. No entanto, como ressaltou o cientista político William Scheurman, professor da Universidade de Indiana (Estados Unidos), um dos participantes do encontro, não se deve construir uma teoria baseada na exceção e na emergência. “Casos ruins não nos levam a boas leis. Trata-se de um argumento de ordem moral e há muitas limitações a esse tipo de raciocínio”, completou Scheurman.

O uso da tortura como prática regular pelo Estado foi condenado pelos participantes do seminário. Segundo David Debatto, ex-agente do Departamento Contra Terrorismo do Exército norte-americano, o apoio aos Estados Unidos, no Iraque, começou a mudar na primavera de 2003: “Passaram a jogar sobre nós paus, latas e pedras e a nos chamar de invasores.” Ele atribui essa mudança não apenas à falta de energia elétrica, de água e de saneamento, mas principalmente ao uso de práticas abusivas de interrogatórios por outras unidades. “Eles viam seus parentes desaparecerem à noite e, quando voltavam, dias depois,



estavam machucados.” Os exemplos do Iraque e do Afeganistão, para o filósofo Fritz Allhof, da Universidade do Oeste do Michigan (Estados Unidos), afetaram a imagem de seu país. Depois dos episódios de tortura nas prisões de Abu Ghraib (Iraque) e Guantánamo (Cuba), mantidas pelo governo norte-americano, “vai ser muito difícil para os Estados Unidos dizerem a outro país o que ele está fazendo é inaceitável”.

### Impunidade é estímulo

A tortura, de acordo com Salla, é sistemática no tratamento de criminosos, nas operações policiais de investigação e de repressão e na prática cotidiana da população encarcerada e até de instituições de saúde mental. “Ora com mais intensidade, ora com menos, tem sido uma constante desde o final do século 19. Nos regimes autoritários, essas práticas se ampliam e se aperfeiçoam, porque há o envolvimento de toda uma série de órgãos, de aparatos e de recursos. Nesse caso, a tortura não está direcionada para os presos, para os criminosos, mas para os opositores políticos. No Brasil, porém, terminado o regime militar, esse quadro em nada foi alterado.”

Para o sociólogo, a prática da tortura é orientada e seletiva: “A chance de ser tratado de forma violenta, de ser torturado, é infi-

nitamente superior para as pessoas que cometem pequenos delitos, em relação às situações que envolvem outras pessoas – vamos dizer assim – efetivamente cidadãs. Sofrem tortura pessoas não ‘merecedoras’ do reconhecimento social, do tratamento devido com relação à lei: pobres, afrodescendentes e moradores de determinadas regiões.”

A impunidade é uma questão significativa no caso da tortura, afirmou Salla. “Não se trata apenas de punição para torturadores, mas principalmente da determinação de que a prática não mais ocorrerá.” Em sua opinião, é necessário enfrentar esse tema. “É preciso preparar melhor os agentes policiais? Com certeza. É preciso remunerar bem? Claro. Mas também é preciso ser totalmente intolerante com essa prática, inclusive criando nova legislação sobre o tema.” Salla lembrou que “vários Ministérios Públicos estaduais criaram grupos especiais para combater a tortura e há até boas iniciativas de dotar os Institutos Médicos Legais de aparato de investigação da prática”. “Tudo isso tem o seu mérito e é importante, mas não é suficiente. Se não houver de fato vontade política, tudo é jogo de cena”, concluiu.

**Mário Rolim Candido**

Especial para *Ciência Hoje*/SP

**NOVO GIROSCÓPIO NO MUSEU DA PUCRS** • O Museu de Ciência e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) acaba de incorporar ao seu acervo um novo giroscópio humano, construído em sua própria oficina, em aço inoxidável. O instrumento, um dos mais requisitados do museu, dá ao visitante a sensação de que ele está flutuando em um ambiente sem gravidade. O giroscópio que estava exposto até agora havia sido adquirido da Nasa há 10 anos e foi desativado. O novo equipamento traz inovações operacionais, para dar mais conforto e segurança ao usuário. “O diferencial do museu da PUCRS é que ele tem suas próprias oficinas e constrói, com grande qualidade, a maioria de seus equipamentos interativos”, destaca o coordenador de exposições da instituição, Luiz Marcos Scolari.

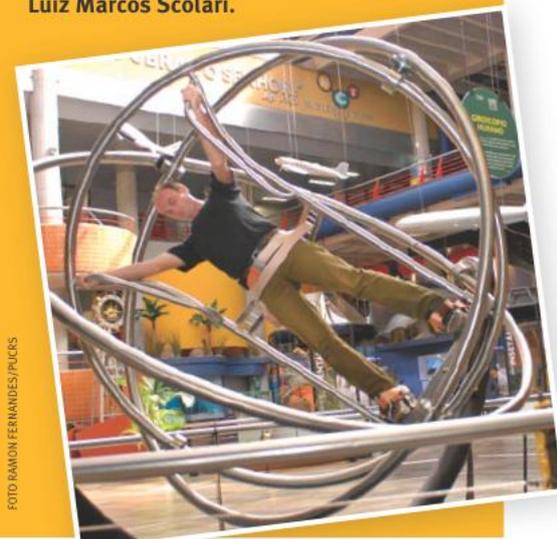


FOTO RAMON FERNANDES/PUCRS

**VENTOS DE MUDANÇA** • 10 bilhões de reais. Essa é a quantia que será investida, no período de dois anos, em alguns estados do Nordeste para a produção de energia eólica. Donos dos ventos mais fortes e constantes da região, o Ceará e o Rio Grande do Norte devem receber a maior parte dos investimentos privados. O Nordeste detém a metade (75 mil MW) do potencial eólico do país. A região também é a única que apresenta suporte à geração desse tipo de energia: duas fábricas de torres de energia eólica e uma fábrica de aerogeradores estão em implantação nos estados de Pernambuco e no Ceará.

# Tratamento virtual

**P**rogramas de computador que simulam situações cotidianas vêm sendo usados com sucesso no Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), para o tratamento de pacientes que sofreram lesões cerebrais graves provocadas por acidente vascular cerebral (AVC) ou traumatismo cranioencefálico.

Inspirado em jogos como Sims e Second Life, o tratamento consiste na criação de ambientes vir-

tuais em que os pacientes são estimulados a realizar simples tarefas do cotidiano. Dessa forma, são treinadas funções físicas e psicológicas como atenção, concentração, capacidade de compreensão, raciocínio, memória e coordenação motora – habilidades afetadas pelas doenças neurodegenerativas em questão. O programa simula dois ambientes virtuais: uma casa e um supermercado. Com uma lista de compras e certa quantidade de dinheiro, o paciente deve comprar alguns itens no supermercado. Já na casa, ele pode acender ou apagar lâmpadas, ligar a televisão, o aparelho de som, o computador.

A neuropsicóloga Lídia Cardoso, coordenadora do projeto e do Laboratório de Neuropsicologia e Cognição da UFRJ, aponta a vantagem da utilização desse tipo de jogo: “Os programas, de uma maneira ou de outra, forçam os pacientes a ter noção de planejamento, orientação espacial, raciocínio lógico. Apesar de não haver cura, pessoas com lesões cerebrais submetidas a essa forma de terapia apresentam significativa melhora na realização das tarefas diárias, reduzindo as seqüelas resultantes das lesões e podendo até retornar ao mercado de trabalho”, diz Cardoso.

O projeto, iniciado em 2005, conta atualmente com cerca de 100 pacientes. O tratamento, que costuma durar em torno de um ano, é realizado de uma a duas vezes por semana no próprio hospital universitário, com sessões diárias de 30 minutos em média, dependendo do estado do paciente.

Para selecionar aqueles que serão submetidos à terapia, é realizada uma série de exames neuropsicológicos que determinam quais foram as seqüelas sofridas e como elas podem afetar as habilidades e atividades diárias do paciente. Dependendo de cada caso, alunos do Instituto de Matemática da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) elaboram jogos com diferentes situações e níveis de dificuldade. A terapia tem início com jogos em duas dimensões e, após um mês, evolui para jogos tridimensionais em universos virtuais.

Devido à falta de espaço e infra-estrutura, pacientes com outras doenças neurológicas, como demência e Alzheimer, por exemplo, não estão incluídos no tratamento. “A ampliação do número de pacientes e das doenças tratadas é um dos alvos do projeto para o futuro”, revela Cardoso. Outras novidades em vista são o aumento da complexidade dos jogos e a criação de novos espaços virtuais, além da possibilidade de os jogos serem, assim como seus similares, acessados nos computadores pessoais dos pacientes. “Iniciar o tratamento de crianças também faz parte de nossos objetivos”, completa a neuropsicóloga.

**Rachel Rimas**  
Ciência Hoje/RJ



Entrada do supermercado virtual, um dos ambientes em que os pacientes treinam atividades da vida diária que requerem atenção e capacidade de concentração (A). Vista das gôndolas do supermercado (B): com uma determinada quantidade de dinheiro, os pacientes devem comprar itens indicados na lista de compras. Os pacientes devem exercitar noções de cálculo e planejamento para comprar os produtos necessários sem ultrapassar o orçamento (C)

**MEDICINA** Técnica sinaliza quando paciente com doença nas carótidas tem risco de sofrer derrame

# Alarme arterial

Uma técnica desenvolvida por pesquisadores gaúchos permite prever – com 98% de eficiência – se um paciente com doença da carótida corre o risco de ter um acidente vascular cerebral (AVC), também conhecido como derrame. Desenvolvida em uma colaboração entre a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/RS), a metodologia faz uso de dois testes rotineiros, a ressonância magnética nuclear e a proteína C reativa, e já está sendo aplicada nos hospitais São Lucas, da PUC/RS, e Mão de Deus, ambos em Porto Alegre (RS). A intenção é expandir seu uso, liberando os dados na internet. Os resultados do trabalho foram publicados na revista científica norte-americana *Journal of Vascular Surgery* em dezembro último.

O AVC pode ser causado por falta de sangue no cérebro ou uma hemorragia nessa região. Em ambos os casos, o resultado da consequente falta de oxigenação é a morte das células nervosas, o que leva à morte em 30% dos casos e causa seqüelas graves, como problemas motores e neurológicos, em outros 30%. “Apenas um terço dos pacientes que sofrem derrame consegue uma melhora significativa”, diz o cirurgião cardiovascular Luciano Cabral Albuquerque, que defendeu tese de doutorado nesse tema, em 2006, pelo Programa de Pós-graduação em Cardiologia da UFRGS. A pesquisa foi realizada em colaboração com o Laboratório de Ressonância Nuclear Magnética do Hospital São Lucas.

Nos derrames provocados por falta de sangue, a causa mais co-

mum é a formação de uma placa de gordura na artéria carótida, responsável por irrigar o cérebro com o sangue oxigenado. Até há pouco tempo, acreditava-se que essas placas cresciam lentamente e só provocavam o AVC quando entupiam completamente o vaso sanguíneo. Hoje, já se sabe que há uma microvascularização da placa e que rupturas nesses pequenos vasos liberam coágulos, os quais migram até o cérebro e causam o derrame. “O grau de obstrução da artéria, portanto, não é um bom indicador de risco”, acrescenta Albuquerque.

## Brilho revelador

O trabalho liderado pelo cirurgião consistiu na obtenção de um ajuste de configuração que possibilitasse a identificação, por equipamentos comuns de ressonância magnética nuclear de micro-hemorragias dentro das placas da carótida. “Os dispositivos mais avançados conseguem fazê-lo, mas são muito caros e não é todo hospital que pode tê-los”, revela Albuquerque. Para isso, ele contou com a ajuda não só do laboratório de ressonância, como também do setor de Física Médica da PUC/RS. Os pesquisadores realizaram simulações que permitiram apagar a imagem do sangue em movimento e realçar a hemoglobina presente na placa de gordura, que aparece na tela na forma de um brilho sobre a área apropriada.

Além disso, Albuquerque obteve sucesso em correlacionar o brilho com a concentração de proteína C reativa, um indicador do grau de inflamação e risco de infarto no organismo. “Pessoas que apresentam o brilho e altos níveis

dessa proteína não sofrer um derrame”, afirma o cirurgião. Segundo ele, a técnica não informa com total precisão quanto tempo levará para que o AVC ocorra. “Pode acontecer em algumas horas, dias ou poucas semanas”, completa.

A metodologia foi testada em 70 pacientes com doença da carótida, que já eram candidatos à cirurgia de retirada da placa. Eles tiveram a concentração de proteína C dosada e foram submetidos à ressonância para a detecção das micro-hemorragias. Esses dados foram comparados com aqueles obtidos analisando a placa extraída durante a cirurgia e confirmaram um resultado positivo em 98% dos casos.

Albuquerque e seus colegas pretendem liberar seus resultados gratuitamente nos portais de veiculação de informação médico-científica da internet e conversar com o Ministério da Saúde para que todas as instituições possam ter acesso à configuração dos aparelhos de ressonância. Eles pretendem também continuar aprimorando a técnica de maneira a permitir que os dispositivos detectem o brilho da hemorragia em placas menores. “Por enquanto, nossa metodologia só funciona em placas que obstruam 50% ou mais da carótida – o que já é um indicador para cirurgia”, conclui o cirurgião.

**Fred Furtado**  
*Ciência Hoje/RJ*



A técnica usa ressonância magnética nuclear para realçar as hemorragias (brilho indicado pela seta) na placa de gordura da artéria carótida, identificando lesões capazes de produzir um derrame cerebral

# Alívio antes do abate



FOTO: EDUARDO KIMAP/FOHA/MAAGEM

**A**o degustar uma carne, apreciadores da boa gastronomia esperam que, além de saborosa, ela seja macia e suculenta. Por trás dessas qualidades – pouca gente sabe – às vezes há rebuscados estudos científicos. É o que mostra o zootecnista Osmar Dalla Costa, da Embrapa Suínos e Aves, sediada em Concórdia (SC), em sua tese de doutorado, defendida na Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Jaboticabal.

Segundo Costa, a qualidade da carne suína é afetada diretamente pelo tipo de carroceria em que os animais são transportados dos criatórios até o frigorífico onde serão abatidos. Praticamente ignoradas no Brasil, informações técnicas sobre sistemas de transporte de suínos são essenciais para evitar

perdas qualitativas e quantitativas na indústria alimentícia.

Durante os procedimentos de manejo pré-abate, os suínos são expostos a diferentes agentes estressantes, sendo o transporte o mais marcante deles. “Nas etapas de embarque e desembarque, os animais costumam receber choques elétricos para não se dispersar”, relata Costa. Nos preparativos de viagem, vários fatores devem ser considerados: distância a percorrer, número de animais por caminhão, temperatura ambiente e até condição das estradas. Mas o tipo de carroceria em que os animais são transportados merece destaque.

Há basicamente dois tipos de carroceria: a simples e a dupla. A primeira, de um só piso, comporta em média 40 animais. A segun-

da, com dois pisos, acomoda em média 100. Ambas têm vantagens e desvantagens. Na simples, a chance de os animais apresentarem lesões é maior, pois, nesse modelo, eles tendem a subir uns sobre os outros em busca de espaço. Na carroceria dupla isso não ocorre, já que a altura de cada piso é de apenas 90 cm. Por outro lado, o embarque e o desembarque no piso superior é dificultado pela inclinação da rampa. Apesar disso, esse é o tipo mais usado hoje, por resultar em maior custo-benefício. Segundo o zootecnista, novos modelos de carroceria, com plataforma hidráulica, estão sendo projetados para dar mais conforto ao animal e, conseqüentemente, garantir uma carne de melhor qualidade.

## O pH muscular

Quando o manejo pré-abate dos animais é inadequado, sua carne pode se tornar do tipo PSE (do inglês *pale, soft and exudative* – pálida, flácida e exsudativa) ou DFD (do inglês *dark, firm and dry* – escura, firme e seca). Devido à cor pouco atraente, causada pela queda do pH dos músculos, os dois tipos costumam ser rejeitados por comerciantes e consumidores. “Carcaças com carne do tipo PSE decorrem da glicólise anaeróbica *post mortem* muito rápida, com redução do pH e conversão do glicogênio em lactato”, explica Costa. O pH, 24 horas após o abate, atinge valores iguais ou inferiores a 5,5, o que não é recomendável. Carcaças DFD, por sua vez, resultam do esgotamento das reservas de glicogênio em período anterior ao abate, produzido por transporte inapropriado, jejum prolongado ou período de descanso no frigorífico.

Durante o descanso, o manejo mal executado dos animais pode fazer com que indivíduos de diferentes procedências se misturem, causando quebra na hierarquia social dos grupos. “Isso torna os animais mais agressivos, o que resulta em indivíduos com lesões e ferimentos, podendo levar à produção de carne do tipo PSE ou DFD”, diz Costa.

Para a obtenção de um bom produto, Costa sugere que se introduzam melhorias em granjas e frigoríficos, como emprego de mão-de-obra qualificada. Além de manter as baias dos animais em boas condições de higiene, os profissionais que cuidam do manejo pré-abate devem ter consciência da importância dessa etapa para obter carne de qualidade superior. “Para isso, o bem-estar dos animais é essencial”, reitera o zootecnista.

**Henrique Kugler**

Especial para *Ciência Hoje*/PR

ENGENHARIA

## SOBRE UM COLCHÃO DE AR E SEM PILOTO

FOTO TRAJANO ALENCAR DE ARAÚJO COSTA

Um veículo que se desloca sobre um colchão de ar (*hovercraft*) e não precisa de piloto, pois sabe chegar ao seu destino sozinho. Esse é o objetivo da pesquisa que vem sendo realizada no Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Os *hovercrafts* foram criados em 1952 e usados militarmente pelos Estados Unidos e Rússia, mas são relativamente desconhecidos no Brasil. “É uma plataforma muito versátil, que não toca o chão e, portanto, não sofre o atrito deste. Além disso, esse veículo pode passar por vários tipos de terreno”, descreve o engenheiro mecânico Trajano Alencar de Araújo Costa, doutorando da Coppe, que conduz o projeto. A orientação é do engenheiro Max Suell Dutra, da Escola Politécnica da UFRJ.

Um dos principais objetivos de Costa é desenvolver um sistema autônomo que permita ao *hovercraft* se guiar sozinho. Para isso, o engenheiro aposta na navegação inercial. “Mesmo se formos carregados de olhos fechados, temos uma noção da nossa posição graças aos outros sentidos”, explica ele. No veículo, isso seria obtido por meio da aceleração, que permitiria ao computador de bordo, rodando um programa específico, saber o movimento feito e a posição atual. “A idéia é que ele seja capaz de analisar um percurso, por exemplo, do prégio X até o Y, e conduzir o *hovercraft*”, revela o engenheiro.

Costa já construiu um protótipo preliminar para testar o conceito. Com 1 m de comprimento e 60 cm de largura, a unidade atinge uma velocidade de 10 km/h. Se tudo funcionar, o engenheiro espera produzir um *hovercraft* maior, para duas ou três pessoas. Já o sistema de controle autônomo deve ficar pronto daqui a quatro ou seis meses. Costa pensa em comercializar o produto, se o projeto for bem-sucedido. “De qualquer maneira, a pesquisa já permitirá aumentar o conhecimento sobre essa plataforma e mostrar suas vantagens, como a eficiência energética e o conforto.”



**Protótipo do hovercraft desenvolvido na UFRJ que, além de se locomover sobre um colchão de ar, não requer piloto**

**SEM RIVALIDADE NO ESPAÇO • Brasil e Argentina vão compartilhar muito mais do que a paixão pelo futebol. Os dois países assinaram recentemente acordo de cooperação espacial para a construção de um satélite para a observação costeira e dos oceanos. A junção da tecnologia espacial argentina ao projeto brasileiro de satélites de observação da Terra permitirá a proteção e o manejo costeiros, prevenção de desastres, proteção do meio ambiente, uso sustentável dos recursos naturais marinhos, estudos em oceanografia, meteorologia e de mudanças climáticas. Ainda em julho deste ano serão apresentados o cronograma e a descrição da divisão de tarefas entre os países.**

**O BRASIL NA ÁFRICA •** Três novos tipos de uvas de mesa sem sementes (para consumo *in natura*) desenvolvidas pela Embrapa Uva e Vinho serão cultivados na África do Sul. O direito de uso das variedades, batizadas de BRS Linda, Clara e Morena, foram obtidos pela empresa Colors Fruit Ltd. O acordo prevê a realização, em solo africano, dos testes de valor de cultura e uso, que avaliam a viabilidade dos cultivares. A Embrapa vem, nos últimos anos, aumentando sua participação em projetos no continente africano.

# Sobrevivente guerreiro

**C**rocodilo guerreiro, esta é a tradução do nome científico da mais nova descoberta da paleontologia brasileira, o dirossaurídeo *Guarinisuchus munizi*, que viveu há 62 milhões de anos. Descoberto e descrito por pesquisadores das universidades federais do Rio de Janeiro e de Pernambuco (UFRJ e UFPE), e da Universidade Estadual do Vale do Acaraú (UVA), em Sobral (CE), o fóssil sustenta a hipótese de que os membros desse grupo, crocodiliformes marinhos, se tornaram os principais predadores dos oceanos após a extinção em massa que eliminou os antigos senhores dos mares, os mosassauros.

O *Guarinisuchus munizi* viveu há 62 milhões de anos e era o principal predador dos oceanos na sua época

Os restos fossilizados – os mais completos já encontrados na América do Sul para animais desse tipo – também permitiram estabelecer as relações de parentesco entre espécimes africanos (mais antigos e ‘primitivos’) e norte-americanos (mais ‘modernos’) e representam uma nova espécie. Os resultados foram publicados na revista científica britânica *Proceedings of the Royal Society B*.

O fóssil – composto de crânio, mandíbula e vértebras, placas dérmicas e alguns ossos de membros – foi descoberto na mina Poty, localizada no norte do Recife (PE). Essa área é usada para extração de rocha calcária, mas também é extremamente rica em fósseis, sobretudo do período da grande extinção dos dinossauros, há 65 milhões de anos, no fim do Cretáceo e início do Paleoceno. “Batizamos essa espécie de ‘guerreiro’ justamente porque os dirossaurídeos, que surgiram há 70 milhões de anos, conseguiram sobreviver ao evento de extinção e proliferaram até ser extintos por volta de 50 milhões de anos atrás”, explica a paleontóloga Maria Somália Sales Viana, da UVA, co-autora do trabalho. Ela acrescenta que a outra parte do nome é uma homenagem ao paleontólogo Geraldo da Costa Barro Muniz, da UFPE.

Além de ter sido encontrado em um depósito de fósseis marinhos, o animal tem outras características físicas que demonstram que o mar era seu hábitat. “Ele tem espinhos muito desenvolvidos nas vértebras da cauda que indicam que ela era alta e achatada, servindo para propulsão. Os den-

tes eram compridos e afiados, sugerindo que consumia principalmente peixes”, diz o paleontólogo José Antonio Barbosa, da UFPE, outro co-autor do artigo. Os pesquisadores acreditam que o desaparecimento dos mosassauros (do grupo dos lagartos marinhos) abriu espaço para que os dirossaurídeos proliferassem e ocupassem o nicho deixado vago até a sua própria extinção. “É possível que os tubarões tenham começado a competir com esses crocodiliformes até finalmente suplantá-los”, sugere Barbosa.

A análise dos restos do *G. munizi* também possibilitou que os cientistas estabelecessem uma possível rota de migração do grupo. Ele teria surgido no norte da África, migrado pela costa ou pelo mar interno que existia no continente africano naquela época e atravessado os cerca de 2 mil km que o separavam das Américas. “Daqui, os dirossaurídeos subiram para o norte. Assim, o exemplar africano seria mais ‘primitivo’ e o norte-americano, mais ‘recente’”, observa o paleontólogo Alexander Kellner, do Museu Nacional (MN) da UFRJ e o co-autor final do trabalho. Kellner crê que o animal encontrado, que deveria ter 3 m de comprimento, fosse jovem e que os adultos da espécie chegassem a 6 m. Um modelo em tamanho real do *G. munizi* e réplicas de seus fósseis estão em exposição permanente no MN, no Rio de Janeiro, desde 28 de março último.

**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ



ILUSTRAÇÃO ANDRÉ PINHEIRO

**COMPUTAÇÃO** Caça-níqueis apreendidos pela polícia são transformados em ferramentas de ensino

## Do bingo à escola

**O**bjetos antes recorrentes em bares e bingos, os caça-níqueis estão proibidos no país desde 2007, sendo que a maioria das máquinas confiscadas pela polícia vai parar no lixo ou em delegacias. Mas, se depender do Projeto de Reciclagem de Microcomputadores da Universidade de Santa Catarina (Unisul), essa situação poderá ser modificada.

As máquinas caça-níqueis apreendidas são revitalizadas e transformadas em equipamentos de informática para uso didático-pedagógico nas escolas de ensino básico e médio das redes públicas municipais e estaduais, bem como em organizações governamentais e não-governamentais de atendimento a comunidades carentes.

Para revitalizar as máquinas, a equipe técnica (composta de professores e estagiários) precisa limpá-las, retirando todos os mecanismos de jogos. Como as máquinas já contam com processadores, cartões de memória e monitores de qualidade, basta instalar os programas necessários para sua utilização em sala de aula, como editores de texto, planilhas, navegadores para internet e outros programas educacionais. O sistema operacional e todos os aplicativos utilizados nas máquinas são baseados em programa livre.

Assim, o que era um caça-níquel converte-se em um computador pessoal com múltiplas funções. O custo de reconversão das máquinas também é um fator que chama a atenção. O investimento

As máquinas caça-níqueis, apreendidas pela polícia, são transformadas em equipamentos de informática para uso didático-pedagógico



necessário é de cerca de R\$ 20, preço destinado à compra do teclado e do mouse, fora os adesivos para personalizar o equipamento, que custam em média R\$ 200. Se fossem comprados computadores novos, seria necessário desembolsar cerca de R\$ 2 mil.

Segundo o cientista da computação Juarez Bento da Silva, coordenador do Laboratório de Experimentação Remota (Rexlab) da Unisul, o projeto de reutilização de antigos caça-níqueis colabora não só para o aumento da inclusão digital nas escolas públicas brasileiras mas também para reduzir a poluição tecnológica, já que a reciclagem evita gastos econômicos e ambientais. “Conseguimos transformar uma

atividade ilícita em benefício para a sociedade e o meio ambiente”, conta Silva.

O pesquisador ressalta que as máquinas podem ser utilizadas também em outros espaços, como museus, casas de cultura, bibliotecas e até em pontos turísticos e locais públicos. Outra aplicação em processo de desenvolvimento pelo Rexlab é a produção de máquinas adaptadas para educação infantil e especial.

Os primeiros equipamentos transformados já foram doados para escolas de Santa Catarina. “A iniciativa pode se estender para todo o Brasil, já que há muitas máquinas apreendidas em quase todos os estados e o processo de reciclagem é simples e barato”, afirma Silva.

**Rachel Rimas**  
Ciência Hoje/RJ

# Céu do amanhã

**E**ste mês, o Observatório Nacional (ON), no Rio de Janeiro (RJ), ficará cheio de ‘estrelas’ – 15 dos principais nomes da astronomia mundial estarão na instituição para discutir as tendências do campo e as maneiras pelas quais o Brasil pode participar do que está por vir. O evento, intitulado *A glimpse into the future of astronomy* (algo como ‘um olhar no futuro da astronomia’), servirá como ponto de partida para repensar a maneira como essa ciência é conduzida no Brasil, iniciar um debate sobre a integração da comunidade e desenvolver um plano estratégico para o investimento na área. O encontro acontecerá entre os dias 27 e 28 de maio.

Para os organizadores, o evento tem objetivos específicos: selecionar os nichos de atuação do Brasil e identificar áreas de colaboração técnica e/ou científica. “Os pesquisadores estrangeiros não vêm

aqui dizer o que temos de fazer, mas sim compartilhar sua experiência para que alcancemos essas metas”, explica Luiz Nicolaci da Costa, astrônomo do ON e um dos organizadores do Glimpse.

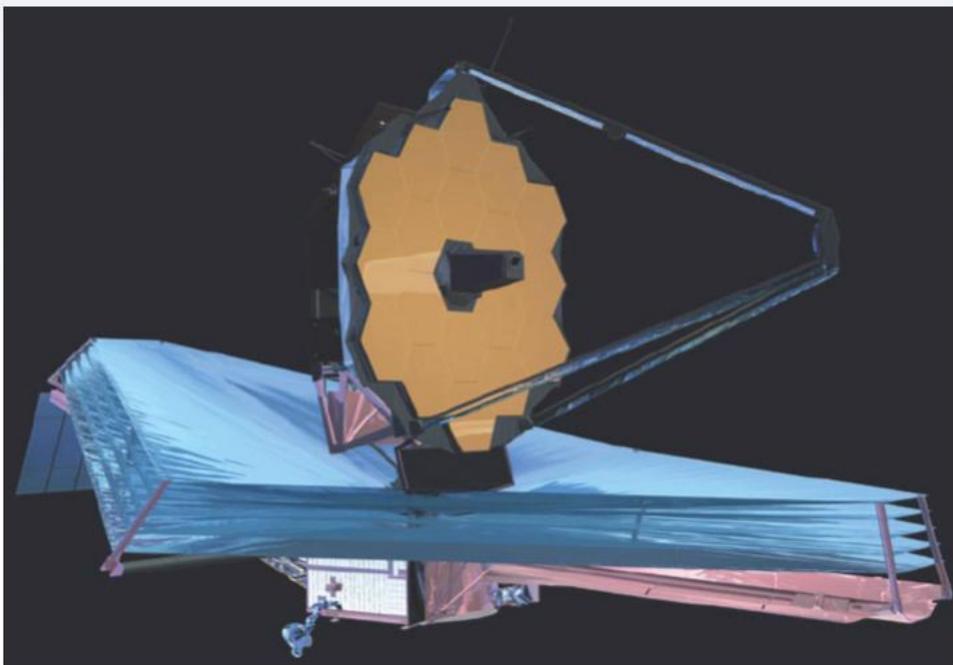
Nicolaci acredita que o futuro está nos projetos de radioastronomia e nos grandes levantamentos ópticos e infravermelhos, que geram informações aplicáveis em uma vasta gama de atividades, como o Mapeamento de Energia Escura (ver ‘Luz sobre a energia escura’ em *CH* nº 237). Para fazer parte dessas iniciativas, o Brasil precisa montar uma infra-estrutura de armazenamento e distribuição de dados, desenvolver programas computacionais de análise de fácil acesso e hospedá-los em um portal dedicado a essa função. “O novo desafio da astronomia é o de manuseio do volume de dados gerados. Em 2014, serão produzidos 1 petabyte [que equivale a um

quadrilhão de *bytes*]”, revela. Segundo ele, a astronomia brasileira ainda não está preparada para essa mudança de paradigma e, por isso, é preciso investir no capital intelectual. “Os insumos necessários para tanto são baixos e o custo/benefício é maior do que se aplicássemos recursos na construção ou manutenção de telescópios”, conclui Nicolaci.

O astrônomo italiano Riccardo Giovanelli, da Universidade Cornell, nos Estados Unidos, e um dos convidados internacionais do Glimpse, vê com bons olhos o futuro da astronomia. Em sua opinião, as recentes descobertas, como as da energia e matéria escuras, prometem revolucionar nossa visão do cosmos e os novos instrumentos e telescópios que estão sendo construídos permitirão o acesso a partes do espectro eletromagnético ainda pouco exploradas. Para o Brasil participar dessa nova era, o astrônomo acredita que o país deveria otimizar seu investimento escolhendo projetos que forneçam envolvimento com ciência básica capaz de inspirar as novas gerações, tecnologia de evolução rápida, especialmente na área de detecção, e sinergia com a comunidade científica nacional.

Já para outro convidado do evento, o astrônomo norte-americano Robert Kirshner, do Centro de Astrofísica da Universidade Harvard, nos Estados Unidos, e um dos descobridores da energia escura, a descoberta desse fenômeno significa que a maior parte do universo está em uma forma que ainda não se entende. “Isso é excitante e as próximas observações nos ajudarão a descrever

O novo telescópio espacial James Webb (JWST), a ser lançado em 2013 para substituir o famoso Hubble, é um dos projetos que serão apresentados no evento internacional do Observatório Nacional sobre o futuro da astronomia e o papel do Brasil nessa área



melhor esse cenário”, diz Kirshner. Para ele, o Brasil precisa identificar seus pontos fortes e concentrar suas ambições para se tornar parte do desenvolvimento da astronomia moderna. “O ON tem o potencial de fazer do país uma parte importante desse processo. É por isso que estaremos no Glimpse”, conta Kirshner.

### Nova astronomia

Outro objetivo dos organizadores com o evento é revitalizar o papel do ON e promover um debate para reavaliar a astronomia nacional e a estrutura da área no âmbito do Ministério de Ciência Tecnologia (MCT). Para Nicolaci, é necessária uma maior coordenação entre os cinco institutos pertencentes ao MCT que atuam em pesquisa astronômica. “As instituições têm missões conflitantes e atuam sem articulação. Cada um poderia se dedicar a uma atividade ou área de acordo com suas respectivas vocações de uma maneira mais integrada, otimizando os recursos humanos e financeiros”, sugere.

Nicolaci acrescenta que os recursos destinados a essa área também estão sendo mal aplicados e só atendem a uma parcela pequena dos astrônomos. “Por exemplo, investiu-se muito dinheiro no projeto Gemini para comprar 2,5% do tempo do telescópio. Isso resulta em uma quantidade irrisória de noites, que só servem para aplicações pontuais”, afirma.

O astrônomo espera que o evento marque o início de um processo de debate que leve a uma visão integrada da área, onde haja regras claras para a obtenção de financiamento e um direcionamento que permita a colaboração e atenda à comunidade como um todo. “Queremos mostrar que esse é o caminho para a discussão”, finaliza.

**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ

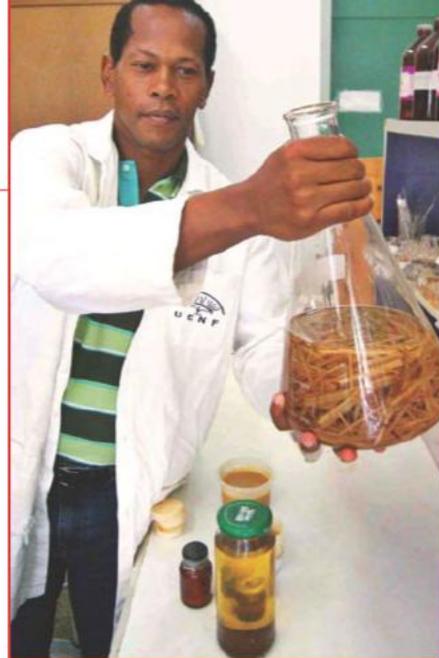
## QUÍMICA

### SABÃO CONTRA A DENGUE

Um produto de baixo custo que pode combater o mosquito transmissor da dengue e preservar o meio ambiente está em processo de desenvolvimento na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (Uenf). Trata-se de um sabão repelente de mosquitos, feito a partir do óleo de cozinha e de essências naturais de plantas.

A ocorrência cada vez maior de casos de dengue no país foi um dos motivos que levaram o Laboratório de Ciências Químicas da Uenf a procurar uma forma barata e simples de conter a doença, permitindo que camadas de menor poder aquisitivo da população pudessem ter acesso ao produto. “A dengue é um problema social. A melhor forma de combatê-la continua sendo a conscientização, que nem sempre gera efeitos imediatos. O sabão é um eficiente método alternativo de proteção: seu custo é baixo e seu impacto grande”, esclarece o coordenador da pesquisa, o químico Edmilson José Maria.

Segundo ele, o projeto não tem apelo apenas social, mas também ambiental, já que recicla o óleo de cozinha usado e descartado em residências e estabelecimentos comerciais. “Se não fosse reutilizado, o óleo iria parar em rios, mananciais e lençóis freáticos, sendo necessária grande quantidade de recursos para tratá-los.”



O produto é obtido a partir da adição de óleos essenciais que apresentam conhecida capacidade de repelência ao sabão feito a partir de glicerina, um subproduto do óleo de cozinha. “A idéia é que a pessoa se lave com o sabão antes de sair de casa e fique protegida pelo menos durante seis horas, principalmente durante o dia, período em que o mosquito mais atua”, explica José Maria.

Antes de iniciar os testes de verificação da repelência do sabão, os pesquisadores testam as concentrações necessárias de óleos essenciais como o citral, extraído do capim-limão, e o eugenol, encontrado no cravo-da-índia, entre outros, para que não haja riscos de o produto gerar efeitos tóxicos. A expectativa é de que até o fim do ano o sabão esteja disponível no mercado.

**BATE CORAÇÃO • Foi realizado com sucesso o primeiro transplante de coração em uma paciente com doença de Chagas no Estado do Rio de Janeiro. O feito garantirá à portadora da doença cerca de 10 anos de sobrevivência de qualidade e abre as portas para que o procedimento seja realizado em outros pacientes. A doença de Chagas, quando crônica, causa uma dilatação do coração que se traduz em insuficiência cardíaca, arritmia e até derrame. Apesar de existirem medicamentos, muitas vezes o transplante é a única opção para os pacientes nesse estágio da doença. A operação foi possível graças a uma parceria entre o Instituto de Pesquisa Clínica (Ipec) da Fiocruz e o Instituto Nacional de Cardiologia (INC).**

**ACORDO CONTRA DOENÇAS RESPIRATÓRIAS • A prevenção, atenção à saúde, reabilitação e investigação científica de doenças respiratórias, como a asma e a pneumonia, entre outras, são os objetivos do acordo técnico assinado pelo Ministério da Saúde e a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT) no dia 20 de março último. A cooperação permitirá ainda capacitar os serviços de saúde e profissionais da rede pública, bem como traçar estratégias de combate mais eficazes dessas doenças.**

# Minúsculos, mas zelosos

**Mauro de Melo Júnior**

(doutorando) e

**Rubens Mendes Lopes**

Departamento de Oceanografia Biológica,  
Universidade de São Paulo



Fêmea de *Macrosetella gracilis* com filhotes (náuplios) presos ao abdome



Fêmea de *Macrosetella gracilis* carregando dois sacos ovíferos

FOTOS MAURO DE MELO JÚNIOR

**A**ves e mamíferos empregam diferentes estratégias comportamentais para proteger seus descendentes. Entre os invertebrados marinhos, porém, poucos grupos adotam táticas semelhantes. Alguns moluscos, camarões e caranguejos são exemplos de invertebrados de grande porte que cuidam de seus filhotes. A maior parte deles libera seus ovos diretamente na coluna d'água à noite ou quando as correntes são favoráveis a seu ciclo de vida. Alguns, porém, depositam os ovos sobre vegetais, conchas ou carapaças de animais, rochas e outros substratos marinhos.

Muitas espécies de copépodes marinhos planctônicos (minúsculos crustáceos responsáveis por transferir energia das plantas microscópicas para outros animais nos mares e oceanos da Terra) liberam os ovos diretamente na água, o que amplia o risco de morte dos filhotes, conhecidos como náuplios. Uma parcela, entretanto, retém seus ovos em sacos que ficam presos ao abdome das fêmeas por um período que pode variar de algumas horas até dias. Esse padrão reprodutivo também se caracteriza como um cuidado parental.

Diferentemente da maior parte dos copépodes que vivem na coluna d'água, um grupo de harpacticóides (uma das grandes subdivisões taxonômicas dos copépodes) não possui náuplios planctônicos. O padrão reprodutivo de alguns harpacticóides planctônicos, descrito pela primeira vez em 1965 pela pesquisadora brasileira Tagea K.S. Björnberg, à época no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP), ainda hoje encanta biólogos marinhos do Brasil e de outros países.

De acordo com os estudos de Björnberg (*Bulletin of Marine Science*, v. 15, p. 512-520, 1965), algumas espécies desse grupo de copépodes utilizam filamentos de organismos fitoplanctônicos do gênero *Trichodesmium* (cianobactéria fixadora de nitrogênio co-

mum no litoral brasileiro) como substrato flutuante. Ao eclodir, os filhotes desses copépodes são mantidos presos ao abdome ou ao ramo caudal da mãe, enquanto ela procura filamentos de *Trichodesmium* aos quais seus náuplios possam se agarrar. Uma dessas espécies de harpacticóide é *Macrosetella gracilis*, que carrega dois sacos ovíferos com cerca de 6 ovos em cada saco (a variação é de 5 a 12 ovos), sendo frequentemente registrada em águas costeiras e oceânicas com alta presença de *Trichodesmium*. As fêmeas adultas de *Macrosetella gracilis* chegam a ter 1,5 mm de comprimento, e seus filhotes, ao eclodir, medem cerca de 0,2 mm.



Filhotes de *Macrosetella gracilis*



Detalhe dos apêndices dos náuplios em forma de gancho

FOTOS MAURO DE MELO JÚNIOR

Pouco mais de três décadas após as descobertas de Björnberg, um tipo no mínimo curioso de cuidado parental foi registrado pela pesquisadora norte-americana Judith M. O'Neil nos mares do Caribe e das Bahamas (*Journal of Plankton Research*, v. 20, n. 1, pp. 43-59, 1998). Na ocasião, O'Neil observou fêmeas adultas de *Macrosetella gracilis* aderindo seus próprios ovos em filamentos de *Trichodesmium*, o que aumenta a chance de os náuplios sobreviverem no plâncton após a eclosão. Além disso, a pesquisadora norte-americana confirmou muitas das hipóteses sugeridas por Björnberg.

Na região costeira ao largo de Ubatuba, litoral norte de São Paulo, onde o Laboratório de Produção Secundária do Instituto Oceanográfico da USP realiza trabalhos sobre produção de ovos de copépodes planctônicos, essa associação é bastante comum. Em diversas ocasiões pudemos observar, em amostras coletadas durante nossas pesquisas, fêmeas adultas, com sacos ovíferos ou não, e juvenis segurando tufo dessas cianobactérias. Observamos também fêmeas com náuplios ainda presos ao abdome, como constatado pelos pesquisadores Renate Eberl e Edward J. Carpenter em uma região próxima ao Havai (*Marine Ecology Progress Series*, v.

FOTOS JUDITH M. O'NEIL



Náuplio de *Macrosetella gracilis* sobre uma colônia de *Trichodesmium* da região do Caribe



Ovos de *Macrosetella gracilis* depositados em um filamento de *Trichodesmium* momentos antes da eclosão dos náuplios

333, pp. 205-212, 2007). Segundo os autores norte-americanos, por vezes as fêmeas de *Macrosetella gracilis* transferiam seus filhotes para colônias de *Trichodesmium*, evidenciando mais um cuidado parental bastante raro entre invertebrados marinhos.

Em 1965 Björnberg sugeriu que as cianobactérias pertencentes ao gênero *Trichodesmium* servem de alimento para jovens e adultos de *Macrosetella gracilis*. Em 1998, O'Neil demonstrou, por meio de experimentos que empregam carbono radioativo, que esse copépode não apenas ingere a cianobactéria como também incorpora rapidamente o carbono de *Trichodesmium* em suas células. Entretanto, Eberl e Carpenter não observaram essa cianobactéria no trato digestório de *Macrosetella*, o que provavelmente se explica pela ocorrência de um eficiente processo de digestão, que não deixa 'rastros' identificáveis de *Trichodesmium* nos animais.

Dos cuidados parentais registrados por Eberl e Carpenter, o mais curioso é aquele em que uma fêmea desprende seus ramos caudais para assegurar a manutenção dos náuplios no ambiente planctônico. Durante esses experimentos, os autores notaram que os náuplios usaram esses ramos também como 'botes salva-vidas' até encontrar uma colônia de *Trichodesmium* e agarrá-la com o auxílio de seus apêndices em forma de gancho. Embora tenham

avertado a hipótese de esse comportamento decorrer das condições laboratoriais, os autores argumentaram que essa provável estratégia pode ocorrer naturalmente no ambiente marinho.

Todos esses estudos sugerem que as colônias de *Trichodesmium* auxiliam os copépodes a sobreviver, oferecendo-lhes alimento, refúgio contra predadores e substratos flutuantes para que os indivíduos jovens de *Macrosetella* se mantenham no plâncton. As colônias dessa cianobactéria fornecem, portanto, meios essenciais para que *Macrosetella* adquira ou conserve energia.

A fantástica associação entre esses dois representantes do plâncton marinho ainda pode nos revelar interessantes adaptações reprodutivas. Considerando que no oceano aberto a presença de substratos flutuantes é relativamente rara, essa associação, segundo os autores do artigo publicado no periódico *Marine Ecology Progress Series*, é importante para a ocorrência e o sucesso reprodutivo desses copépodes no plâncton. As diversas táticas adotadas pelas fêmeas de *Macrosetella gracilis* são mais uma prova de que cuidados parentais não são exclusivos de vertebrados e invertebrados de maior porte. Muito ao contrário, minúsculos invertebrados podem apresentar comportamentos tão fascinantes quanto os observados em animais maiores, como aves e mamíferos. ■

FOTO MAURO DE MELO JÚNIOR



Saco ovífero de *Macrosetella gracilis*

FÍSICA Trabalho de Max Born e Robert Oppenheimer foi essencial para a físico-química molecular

# A evolução do conceito de molécula

**Roberto Rivelino de M. Moreno**

*Instituto de Física,  
Universidade Federal da Bahia*

**E**m 1927, os físicos Max Born (1882-1970) e Robert Oppenheimer (1904-1967) publicaram um artigo de grande importância para a química, a física molecular e a física da matéria condensada na revista alemã *Annalen der Physik*, intitulado 'Sobre a teoria quântica de moléculas'. O impacto desse trabalho manifestou-se em diversos problemas atuais relacionados com a estrutura da matéria. Graças ao procedimento teórico por eles adotado, chegou-se a uma compreensão sofisticada de fenômenos que envolvem o movimento dos elétrons entre vários núcleos atômicos, destacando-se a explicação dos espectros moleculares.

No início do século 19, o químico francês Joseph L. Gay-Lussac (1778-1850) mostrou que, quando o hidrogênio se combinava com o oxigênio para formar vapor d'água, a razão entre os volumes de hidrogênio e de oxigênio era de 2:1. Comparando resultados obtidos para a combinação de outras substâncias gasosas, por volta de 1808, Gay-Lussac enunciou sua lei de combinação volumétrica para os gases. Mas essa lei estava em desacordo com o modelo atômico proposto pelo químico inglês John Dalton (1766-1844), desenvolvido na mesma



Figura 1. O físico alemão Max Born, à esquerda, foi laureado com o prêmio Nobel de Física em 1954, por sua interpretação estatística da mecânica quântica. O físico norte-americano (acima) Robert Oppenheimer dirigiu o Projeto Manhattan durante a Segunda Guerra Mundial e ficou conhecido como 'pai da bomba atômica'

época, por apresentar valores diferentes para as razões de números inteiros encontradas pela teoria atômica vigente. Em 1811, o químico italiano Amadeo Avogadro (1776-1856) publicou um artigo no periódico francês *Journal de Physique* apresentando hipóteses que conciliavam o trabalho de Gay-Lussac com a teoria de Dalton. Avogadro propôs o conceito de 'molécula' como uma generalização do conceito de átomo, até então aceito como o constituinte básico responsável pelas propriedades químicas das substâncias.

A partir do trabalho de Avogadro, algumas substâncias deveriam ser consideradas como um composto de moléculas (ou átomos unidos). Ele próprio determinou que as moléculas de hidrogênio ou oxigênio deveriam conter dois átomos (moléculas diatômicas). Além disso, mostrou que volumes iguais de qualquer gás ideal, medidos nas mesmas condições de temperatura e pressão, deveriam conter o mesmo número

de moléculas. Assim, por exemplo, em 1 litro de hidrogênio existiria o mesmo número de moléculas que em 1 litro de oxigênio ou que em 1 litro de água gasosa, em igualdade de condições físicas. Essas hipóteses, porém, só passariam a ser completamente aceitas a partir de 1860 (quatro anos após a morte de Avogadro), quando seu aluno Stanislao Cannizzaro (1826-1910) apresentou no congresso internacional de química realizado em Karlsruhe, Alemanha, um trabalho no qual expunha claramente as idéias de Avogadro e suas aplicações na determinação correta de pesos atômicos.

## 'Lego' atômico

Com a aceitação do conceito de molécula, a química deu um grande salto em seu desenvolvimento, assim como a teoria cinética dos gases, desenvolvida entre 1856 e

1890 pelos físicos Rudolf Clausius (1822-1888), James C. Maxwell (1831-1879) e Ludwig Boltzmann (1844-1906), entre outros. Surgiu, assim, a teoria atômico-molecular clássica como uma síntese das idéias físico-químicas desenvolvidas entre fins do século 18 e o século 19. Restava agora explicar como os átomos se grudavam entre si formando moléculas estáveis. Foi, então, a partir do conhecimento das massas atômicas dos elementos e da proporção com que eles reagem para formar moléculas que surgiu o conceito de 'valência' do elemento: um número inteiro que poderia expressar, por exemplo, a quantidade de átomos de hidrogênio possível de se combinar com determinado elemento. Assim, a água, constituída de hidrogênio (valência 1) e de oxigênio (valência 2), tem como fórmula  $H_2O$ . Assumia-se, portanto, que cada átomo era dotado de um número de 'encaixes' igual à sua valência, de modo que, ao se unir, os átomos se prenderiam mutuamente como em um jogo de 'lego' atômico.

Em 1866, utilizando a idéia de valência, o químico inglês Edward Frankland (1825-1899) já representava a molécula de água graficamente como H-O-H. Ainda no século 19 os trabalhos do físico-químico inglês Michael Faraday (1791-1867) sobre eletrólise permitiram investigar com mais detalhes a complexidade do átomo. Seus resultados evidenciaram a natureza elétrica das interações atômicas e também a existência de uma unidade de carga associada a cada átomo, estimada pela primeira vez em 1874 pelo físico britânico George J. Stoney (1826-1911) e por ele denominada 'elétron'. Isso levaria mais tarde (1897) o físico inglês Joseph J. Thomson (1856-1940) à descoberta definitiva do elétron e à publicação, em 1914, do importante trabalho 'Forças entre átomos e afinidade química'.

Nesse cenário, coube aos químicos ampliar o conceito de valência atômica. Em dois artigos publicados em 1898 no *Journal of the American Chemical Society* (JACS), o químico norte-americano Francis P. Venable (1856-1934) discutiu o significado do termo valência e as origens de sua introdução na química. Em 1913, o químico canadense William C. Bray (1879-1946) e o químico britânico Gerald E. K. Branch (1886-1954) examinaram transformações químicas simples em termos da variação do número de valência. Tais conceitos levaram o físico-químico norte-americano Gilbert N. Lewis (1875-1946) a propor, em 1916, o modelo do átomo cúbico para explicar as ligações químicas nas moléculas. Tanto o artigo de Bray e Branch quanto o de Lewis foram publicados no periódico JACS. Denominado 'O átomo e a molécula', o trabalho de Lewis foi essencial para o desenvolvimento da teoria da ligação de valência moderna, iniciada pelos físicos alemães Walter Heinrich Heitler (1904-1981) e Fritz Wolfgang London (1900-1954) e publicada na revista *Annalen der Physik* em 1927.

### Teoria quântica

A preocupação com a estabilidade de átomos e moléculas foi um dos motivos que levaram cientistas a desenvolver a teoria quântica no início do século 20. Nesse contexto, um dos trabalhos mais importantes para a química molecular foi 'Sobre a teoria quântica de moléculas', que Born e Oppenheimer (figura 1) publicaram em 1927 nos *Annalen der Physik* (v. 84, n° 20, pp. 457-484) (figura 2). No artigo, eles investigaram a estabilidade molecular supondo que os núcleos se movem em torno de posições de equilíbrio (as quais definem a configuração espacial da molécula) muito mais lentamente que os elétrons em torno dos núcleos. Dessa forma seria



Figura 2. Resumo do artigo original de Born e Oppenheimer, publicado em 5 de agosto de 1927 na revista alemã *Annalen der Physik*

possível tratar, em primeira aproximação, o movimento eletrônico separadamente para cada configuração nuclear. No caso de uma molécula diatômica, isso resulta em uma curva de energia potencial sob a qual os núcleos se movimentam.

De fato eles evidenciaram que as diferentes contribuições do movimento de uma molécula – correspondentes ao movimento dos elétrons, às vibrações dos núcleos e às rotações moleculares – se originam a partir de considerações sobre a diferença entre as massas dos elétrons e dos núcleos. Como as massas dos núcleos são milhares de vezes maiores que as massas dos elétrons, estes se movimentam muito mais rapidamente que aqueles. Em um átomo de hidrogênio (o elemento químico mais leve que existe) tem-se, por exemplo, que o núcleo ( $^1H$ ) é aproximadamente 1.800 vezes mais pesado que o elétron. Assim, no caso de uma molécula, as energias do movimento eletrônico estão na região de luz visível até a de luz ultravioleta ( $10^{15}$ - $10^{17}$  Hz), enquanto as vibrações e rotações nucleares ocorrem, respectivamente, na faixa de infravermelho ( $10^{11}$ - $10^{14}$  Hz) e de microondas ( $10^9$ - $10^{11}$  Hz).

De acordo com o procedimento de Born-Oppenheimer, é possível separar os diferentes tipos de movimento de uma molécula, de modo que as transições eletrôni-

cas não sejam afetadas pelas vibrações nucleares (princípio de Franck-Condon), que por sua vez são desacopladas das rotações (princípio de Kramers-Pauli). Então, o problema da estrutura eletrônica pode ser tratado independentemente dos movimentos nucleares. Essa separação de movimentos permite que modelos clássicos sejam utilizados para calcular as frequências de vibração de uma molécula.

Partindo dessa suposição, muitos problemas atuais da física molecular e da física do estado sólido vêm sendo tratados quantitativamente com diversos níveis de precisão. Também, nesse contexto, a reatividade química pode ser considerada como um problema da dinâmica dos núcleos.

Uma vez que a energia potencial eletrônica controla o movimento nuclear, é possível definir trajetórias que representam as colisões entre os átomos, as quais levariam aos produtos de uma reação química (ou seja, à formação de novas moléculas). Como ilustração, a formação da molécula de água pode ser imaginada em diferentes etapas de reações elementares: primeiro, ocorreria a colisão de um átomo de hidrogênio com um átomo de oxigênio, levando ao HO; depois, uma colisão com um segundo átomo de hidrogênio, resultando na molécula de H<sub>2</sub>O.

Em aproximadamente dois séculos, o conhecimento e a compreensão da estrutura molecular levaram a grandes avanços na química e na física, estabelecendo novas áreas de pesquisa como a química quântica, a física molecular e a física da matéria condensada. Após o trabalho de Born e Oppenheimer, a espectroscopia tornou-se uma das mais poderosas ferramentas para a investigação da estrutura da matéria. Agora, tanto os aspectos termodinâmicos das substâncias quanto os aspectos mecânicos de seus constituintes são essenciais para a descrição de um sistema químico. Além disso, muitas hipóteses puramente empíricas passaram a ser interpretadas sob o ponto de vista da mecânica quântica, que nos forneceu até agora a melhor resposta para a pergunta 'como os átomos se combinam para formar moléculas estáveis?'. ■

mica e na física, estabelecendo novas áreas de pesquisa como a química quântica, a física molecular e a física da matéria condensada. Após o trabalho de Born e Oppenheimer, a espectroscopia tornou-se uma das mais poderosas ferramentas para a investigação da estrutura da matéria. Agora, tanto os aspectos termodinâmicos das substâncias quanto os aspectos mecânicos de seus constituintes são essenciais para a descrição de um sistema químico. Além disso, muitas hipóteses puramente empíricas passaram a ser interpretadas sob o ponto de vista da mecânica quântica, que nos forneceu até agora a melhor resposta para a pergunta 'como os átomos se combinam para formar moléculas estáveis?'. ■

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



A MELHOR DA SALA. ELA NÃO PODE FALTAR

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

**ECOLOGIA** Estudo mostra como a fragmentação de matas afeta a alimentação de marsupiais

## Cuícas, gambá e catita em retalhos florestais

Estudar a dieta dos marsupiais ajuda a entender como esses animais sobrevivem em ambientes nos quais a disponibilidade de alimento é reduzida pela fragmentação florestal, hoje um dos maiores problemas para a conservação da natureza. As quatro espécies de marsupiais da mata atlântica que estudamos – duas cuiças, um gambá e uma catita – apresentam dieta bastante diversificada e são importantes dispersores de sementes, auxiliando no processo de regeneração florestal. Por **Leandro Macedo** e **Fernando Fernandez**, do *Laboratório de Ecologia e Conservação de Populações*, do Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

**A** mata atlântica cobria aproximadamente 1,4 milhão de km<sup>2</sup> do território brasileiro quando da chegada dos portugueses, em 1500, estendendo-se por todo o litoral, do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. De lá para cá, o bioma foi continuamente desmatado, e hoje os remanescentes encontram-se, em sua maior parte, sob a forma de fragmentos pequenos e isolados. O processo de fragmentação afeta negativamente a biodiversidade devido à perda de hábitat e ao isolamento dos remanescentes (como ilhas, os fragmentos ficam cercados por um ambiente alterado pelo homem).

É possível que populações de animais fiquem isoladas nos fragmentos, uma vez que as áreas modificadas à sua volta atuam como barreira à dispersão

dos indivíduos. Assim, por razões tanto ecológicas quanto genéticas, as populações correm maior risco de se extinguir. Entre outros malefícios, a fragmentação, ao afetar os recursos disponíveis, pode fazer com que o ambiente não consiga mais suprir as necessidades nutricionais mínimas dos organismos. Por isso, é importante conhecer a dieta dos animais em fragmentos de florestas, especialmente se eles são capazes de se adaptar à disponibilidade alterada de recursos.

A América do Sul tem grande diversidade de marsupiais, que no Brasil correspondem a cerca de 9% das espécies nativas de mamíferos. Os marsupiais brasileiros têm hábitos noturnos, variando bastante de tamanho e peso, desde os gambás (gênero ▶

Catita (*Micoureus paraguayanus*). O marsupial ocupa o sub-bosque das florestas e alimenta-se principalmente de artrópodes e frutos



PAULA KOEHLER/LISA

adulto pode consumir mais insetos que o jovem pelo fato de este último utilizar menos as árvores do que o primeiro. Mas como se descobre de que o animal está se alimentando? Os métodos mais frequentes são as análises do conteúdo estomacal e fecal, embora também se possam fazer observações diretas e experimentos em laboratório. Neste estudo, as amostras fecais foram coletadas diretamente do animal, depois de capturado com armadilhas, e selecionadas no laboratório, utilizando-se um microscópio para separar os elementos encontrados.

A partir de amostras coletadas entre 1995 e 2005, estudamos a dieta de quatro espécies de marsupiais em um conjunto de oito pequenos fragmentos de mata conhecidos como ilhas dos Barbados, na Reserva Biológica Poço das Antas, no município de Silva Jardim, Rio de Janeiro. A cuíca-lanosa (*Caluromys philander*) tem hábito arborícola e ocupa o dossel (estrato superior da floresta, formado pela copa das árvores). O gambá comum (*Didelphis aurita*) e a cuíca-cinza-de-quatro-olhos (*Philander frenatus*), embora utilizem preferencialmente o chão, conseguem escalar árvores e utilizar seus recursos. Já a catita (*Micoureus paraguayanus*) ocupa o sub-bosque (estrato da floresta entre o solo e o dossel).

Um resultado interessante diz respeito à cuíca-lanosa. Embora estudos anteriores mostrem que ela ingere outros itens, observamos que os frutos foram os alimentos mais consumidos pela espécie. Assim, essa cuíca tem sido classificada como frugívora-onívora. Entretanto, tais estudos foram feitos em áreas de mata contínua e não em fragmentos florestais pequenos, onde a disponibilidade de recursos é menor. Em nossa pesquisa, a dieta da cuíca-lanosa apresentou consumo mais freqüente de artrópodes (100% das amostras) em relação a frutos (69% das amostras). Esse resultado faz supor que ela é capaz de alterar seu hábito alimentar. A capacidade das espécies de alterar suas características – forma ou comportamento, por exemplo – em resposta a mudanças ambientais, sem necessidade de alterações genéticas (evolutivas), é conhecida por plasticidade fenotípica. A plasticidade da dieta desse marsupial pode ser um fator importante para a sua sobrevivência em ambientes fragmentados.

**Conteúdo fecal**

A análise de conteúdo fecal tem revelado outras informações de interesse científico. No caso da cuíca-cinza-de-quatro-olhos, foram encontrados pêlos de três espécies de roedores e de um pequeno marsupial (*Monodelphis* sp.). Diante da diferença de tamanho, é bem possível que tenha havido predação. As espécies identificadas a partir dos pêlos, à exceção de um roedor, nunca haviam sido capturadas em armadilhas. Estamos, portanto, diante de uma situação em

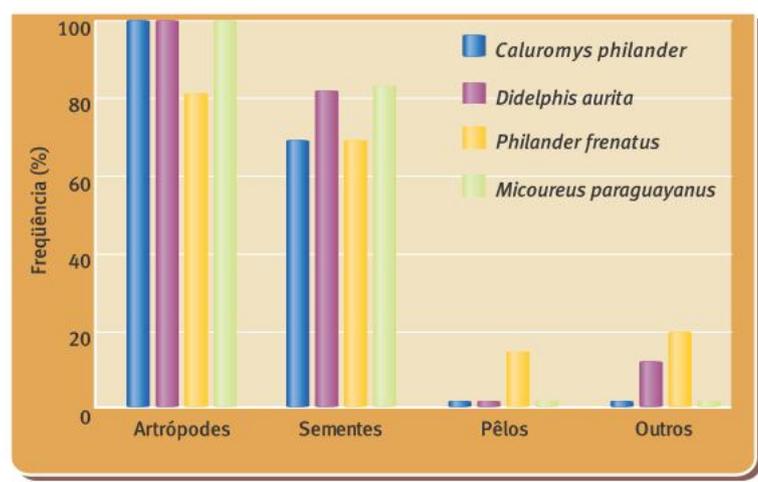
A fragmentação florestal modificou a dieta da cuíca-lanosa (*Caluromys philander*), que passou a consumir mais artrópodes que frutos

*Didelphis*), que pesam cerca de 1.200 g, até algumas espécies de cuíca, que chegam a ter apenas 18 g. A composição de sua dieta inclui ampla variedade de itens, como frutos, pequenos vertebrados, invertebrados (aranhas, formigas, besouros etc.), néctar e carniça, embora o consumo desses dois últimos recursos seja ocasional. As proporções dos itens consumidos variam de acordo com os hábitos de cada espécie. Os arborícolas, por exemplo, de modo geral consomem mais frutos, enquanto os de hábitos terrestres tendem a consumir mais alimentos de origem animal, como insetos.

**Mudança de hábito**

Em nossos estudos, temos observado que, em ambiente de mata contínua, isto é, não fragmentada e com área maior, a dieta dos marsupiais sul-americanos pode ser afetada pela estação climática (seca ou úmida), pela condição reprodutiva, pela idade e pelo sexo, uma vez que tanto as necessidades nutricionais quanto a disponibilidade de alimento no ambiente variam. Em outras palavras, o consumo de frutos amplia-se nos períodos chuvosos, uma vez que sua produção é maior nessa estação; ou o indivíduo

Freqüência de consumo de itens ingeridos pelos marsupiais em sua dieta



que a dieta ajuda a conhecer melhor a fauna de determinada região.

Outra surpresa foi encontrar pêlos de primata e de esquilo no conteúdo fecal das espécies analisadas. Três espécies de primata habitam a reserva: o bugio, o macaco-prego e o mico-leão-dourado. É muito pouco provável que esses primatas tenham sido predados pela cuíca, uma vez que esta é muito menor do que eles. Por outro lado, não é impossível que a cuíca tenha se alimentado da carcaça deles, pois a carniça é um meio simples de obter energia. A cuíca-cinza-de-quatro-olhos revelou-se o mais carnívoro dos quatro marsupiais, com frequência de pêlos e ossos em suas fezes de 14,3% e 19,1%, respectivamente. Já as amostras obtidas do gambá não apresentaram muitos vestígios de vertebrados na dieta. Só duas penas foram encontradas (11,7% das amostras), indicando consumo de aves ou ataque a ninhos. No conteúdo fecal da catita também não foram encontradas amostras de vertebrados, embora ela possa também se alimentar desses animais.

Artrópodes e frutos foram as iguarias mais consumidas pelas quatro espécies estudadas. Os artrópodes encontrados com maior frequência na dieta foram formigas (família Formicidae, ordem Hymenoptera) e os besouros (ordem Coleoptera). De certo modo, é um padrão esperado, pois as formigas são frequentemente os animais com maior biomassa nas florestas tropicais, e os besouros são a ordem de animais com maior diversidade de espécies na natureza. Larvas de moscas (ordem Diptera) também foram encontradas na dieta das quatro espécies, novamente sugerindo o uso de carniça pelos marsupiais. Muitas moscas depositam seus ovos (pupas) em animais mortos ou em fezes expostas. Neste estudo, todas as amostras fecais foram coletadas diretamente do animal, descartando-se, pois, a hipótese de os ovos terem sido

PAULA KOEHLER LIRA



A cuíca-cinza-de-quatro-olhos (*Philander frenatus*) é capaz de alimentar-se de pequenos roedores e carniça



LEANDRO MACEDO

postos mais tarde em fezes expostas. Essa foi uma precaução importante, para não deixar dúvida de que esses animais tivessem ingerido carniça.

### Dispersão de sementes

Quando se estuda o hábito alimentar de marsupiais a partir do conteúdo fecal, a presença de sementes é um indício de que houve consumo de frutos. Elas têm menos de 5 mm e geralmente conseguem atravessar, sem danos, o trato digestivo. As sementes encontradas são de espécies pioneiras, ou seja, de plantas que ocorrem em ambientes em regeneração ou clareiras na floresta. A quantidade de sementes está diretamente relacionada com o tamanho da espécie. Assim, o gambá consegue dispersar mais sementes que a catita, de menor tamanho. Por outro lado, a importância de frutos com grandes sementes pode estar sendo subestimada na dieta dos marsupiais, pois, como não são ingeridas, não há como fazer inferências sobre o consumo do fruto com base na análise do conteúdo fecal.

Assim como morcegos e aves, os marsupiais têm importância fundamental na dispersão de sementes, pois estas permanecem viáveis depois de liberadas nas fezes. Muitas espécies de árvores têm baixa densidade populacional em florestas tropicais, e a fragmentação pode condená-las a ter populações pequenas e isoladas, que tenderão a desaparecer em longo prazo. Outros estudos por nós realizados mostraram que indivíduos dessas espécies, com frequências diferentes, são capazes de se mover de um fragmento a outro. Nesse movimento, levam consigo as sementes viáveis, ajudando a manter a comunidade vegetal dos fragmentos. Além disso, promovem a troca de genes entre populações de plantas, diminuindo o risco de extinção destas últimas nos fragmentos. Desempenham ainda um importante papel na regeneração florestal, ao liberar sementes nas áreas abertas entre os fragmentos. ■

Indivíduo jovem do gambá *Didelphis aurita*, espécie que consumiu a maior diversidade de recursos alimentares

# Lodo na agricultura



O uso agrícola do lodo de esgoto vem sendo bastante debatido. Esse resíduo, gerado no tratamento dos esgotos, é rico em nutrientes, mas também pode conter contaminantes como metais pesados, compostos orgânicos persistentes e agentes causadores de doenças. Embora a quantidade desse lodo gerada no Brasil ainda seja pequena, é essencial desenvolver pesquisas sobre o material, para atender às normas estaduais e nacionais e evitar prejuízos ambientais. Por Otávio Antonio de Camargo, do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Ambientais, do Instituto Agronômico de Campinas; Adriana M. M. Pires, do Laboratório de Solo, Água e Resíduos, da Embrapa Meio Ambiente; e Wagner Bettiol, do Laboratório de Microbiologia Ambiental, da Embrapa Meio Ambiente.

Aplicação de lodo de esgoto tratado em área cultivada com frutas cítricas

A parcela urbana da população brasileira cresceu de 36% para 75% entre as décadas de 1950 e 1990. Esse rápido processo de urbanização aconteceu de modo desorganizado, resultando na formação de cidades sem infra-estrutura e sem serviços urbanos adequados para a população. Com isso, os maiores problemas ambientais estão concentrados nos grandes centros urbanos, e sua complexidade exige um tratamento especial e interdisciplinar.

Um dos principais problemas, hoje, é o de destinar adequadamente os resíduos gerados pelos centros urbanos. O caráter contínuo desse processo agrava a situação: resíduos domiciliares e industriais, altamente poluidores, são produzidos diariamente e dispostos no ambiente, muitas vezes sem qualquer critério. Em 2004, por exemplo, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) estimou que 49,7% da população não tinham acesso à rede de coleta de esgotos. Nesses casos, os rios e o mar

eram os principais receptores do esgoto não coletado e não tratado.

A crescente demanda da sociedade pela manutenção e melhoria das condições ambientais tem exigido que autoridades e empresas públicas e privadas busquem compatibilizar o desenvolvimento econômico e as limitações da exploração dos recursos naturais. A água, embora naturalmente escassa em algumas regiões, era considerada abundante até a geração passada, mas a elevada poluição em algumas regiões e outros fatores comprometeram a qualidade e limitaram esse recurso, o que torna indispensável uma rápida recuperação. Como os esgotos urbanos são os principais poluidores dos corpos d'água, fica clara a necessidade de tratá-los.

O problema, porém, não se restringe ao tratamento dos esgotos, pois este gera o lodo de esgoto, um resíduo rico em matéria orgânica e nutrientes que, como outros resíduos, precisa ser adequadamente

disposto, para evitar contaminação ambiental. A comunidade precisa encarar com muita seriedade esse problema e, com a ajuda das pesquisas científicas e tecnológicas, desenvolver alternativas seguras e factíveis para que esse lodo não se transforme em um novo problema ecológico.

### Normas devem ser avaliadas

As alternativas mais comuns para a disposição final ou aproveitamento do lodo de esgoto são depósito em aterro sanitário, reuso industrial (fabricação de agregado leve, cimento, tijolos e cerâmica), incineração, conversão em óleo combustível, recuperação de solos (em áreas degradadas e de mineração) e uso agrícola e florestal (aplicação no solo, como fertilizante). A última opção destaca-se entre as demais, pois o lodo é rico em matéria orgânica e em macro e micronutrientes para as plantas. Mas ele pode conter poluentes como metais pesados, compostos orgânicos persistentes e organismos causadores de doenças, que devem ser avaliados cuidadosamente.

Vários países usam rotineiramente lodo de esgoto na agricultura. No Brasil, esse uso ainda não é difundido, provavelmente em função do reduzido número de cidades dotadas de estações de tratamento de esgotos. O SNIS estimou que, em 2004, 95,4% da população urbana brasileira usufruíam de abastecimento de água e 50,3% de rede de coleta de esgotos, mas só 31,3% dispunham de sistemas de tratamento do esgoto. Embora o percentual de esgoto tratado em 2004 seja baixo, houve aumento de 11% em relação à de 2003 e espera-se a repetição desse aumento nos próximos anos. Com a implantação de mais sistemas de tratamento de esgotos, a geração de lodo de esgoto aumentará, o que exigirá mais cuidados com sua disposição adequada. O uso agrícola parece ser a opção mais viável, mas é necessária uma ampla reflexão sobre a possibilidade de uma agressão ambiental.

Em função dos riscos de contaminação, diversos países elaboraram normas técnicas sobre o uso de lodo de esgoto na agricultura. Nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental (EPA, na sigla em inglês), responsável pelo controle de impactos ambientais, estabeleceu exigências e critérios para seu uso e disposição. Essa legislação federal, adotada em 1993, encoraja o uso racional do lodo de esgoto, não aplicando a este as normas mais rígidas relativas a resíduos perigosos, mas determina a proteção à saúde humana e ao ambiente.

No Brasil, o uso agrícola de lodo de esgoto é regulamentado pelos ministérios do Meio Ambiente (MMA) e da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), sendo que o primeiro tomou como base das normas a legislação norte-americana.

No caso do MMA, a Resolução 375, de 2006, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama),

define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus derivados. No caso do Mapa, a Instrução Normativa nº 23, de 2005, da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) considera que lodo de esgoto é um fertilizante orgânico composto proveniente do tratamento de esgotos sanitários, quando este for um produto de uso seguro na agricultura, atendendo aos limites estabelecidos para contaminantes. Tais limites são estabelecidos em outra Instrução Normativa da SDA (nº 27, de 2006).

A principal diferença entre essas duas regulamentações diz respeito ao controle do uso. O Conama determina o monitoramento das áreas em que o lodo de esgoto é aplicado, e exige que o gerador do resíduo (a estação de tratamento) identifique que lote de lodo de esgoto foi aplicado em qual área agrícola, o que facilita a identificação de falhas na aplicação e/ou avaliação da qualidade do lodo utilizado.

Embora os Estados Unidos estudem o tema há pelo menos quatro décadas, sabe-se que muitas das premissas em que as normas daquele país se baseiam ainda são polêmicas e os processos envolvidos estão cercados de muita incerteza científica. A legislação norte-americana é criticada como permissiva, se comparada à de alguns países europeus. Isso mostra a necessidade de reavaliação das normas brasileiras, baseadas nas dos Estados Unidos. Não se pode esquecer que, embora o Brasil tenha uma enorme ex-

O lodo de esgoto tratado, contendo nutrientes para as plantas, é aplicado diretamente no solo, antes do plantio



tensão de solo agricultável, os maiores problemas ocorrem perto dos grandes e médios centros urbanos, em áreas que muitas vezes não são adequadas (por características do solo ou pela ocupação humana) para receber o lodo de esgoto.

Os estudos sobre os efeitos da aplicação de lodo de esgoto em solos agrícolas, nas condições brasileiras de solo e clima e em longo prazo, ainda são incipientes e não servem de base para normas. As regulamentações existentes no país – que, mesmo limitadas, ajudam a minimizar e controlar possíveis danos ambientais – devem ser revisadas de acordo com o avanço do conhecimento sobre o tema. Esse foi o caminho seguido em países como a Austrália. A constante revisão de normas sobre o uso agrícola de lodo de esgoto, a realização contínua de estudos sobre esse uso são essenciais para garantir a sustentabilidade dessa prática.

Além disso, os dados de pesquisas e os padrões existentes permitem, em geral, apenas o diagnóstico da situação. A extensão dos danos de uma contaminação só pode ser avaliada de modo abrangente com um prognóstico, o que exige avaliar os processos e a estrutura dos sistemas; as interações entre o resíduo e as substâncias naturais, o solo e a água; a disponibilidade das substâncias contidas em resíduos para os seres vivos e seus fluxos no ambiente. Cabe destacar que mesmo doses pequenas de uma substância podem causar desequilíbrios no ecossistema em longo prazo.

## Participação e sustentabilidade

Nessa tarefa, é fundamental que tanto o Estado quanto a sociedade participem. A degradação ambiental não é consequência do desenvolvimento, mas de uma modalidade particular deste, o que torna necessária e urgente uma correção de rota. Para isso, não se pode ter um Estado fragmentado e frágil. O definhamento, no país, de instituições ligadas ao Estado (de ensino, pesquisa, fiscalização e supervisão) e, portanto, neutras e protetoras dos interesses da sociedade, ameaça a imparcialidade na resolução das questões ambientais. Por outro lado, a sociedade, como usuária e integrante do sistema, tem que participar da busca de soluções para a questão.

Embora as normas atuais sejam passíveis de críticas, o uso agrícola de lodo de esgoto, em pequena escala, é uma realidade no Brasil, e a falta de regulamentação pode levar a sérios danos ambientais. Isso justifica a criação de normas com base na experiência de outros países, mas também reafirma a necessidade de estudos nacionais, em longo prazo, para a revisão contínua dessa legislação.

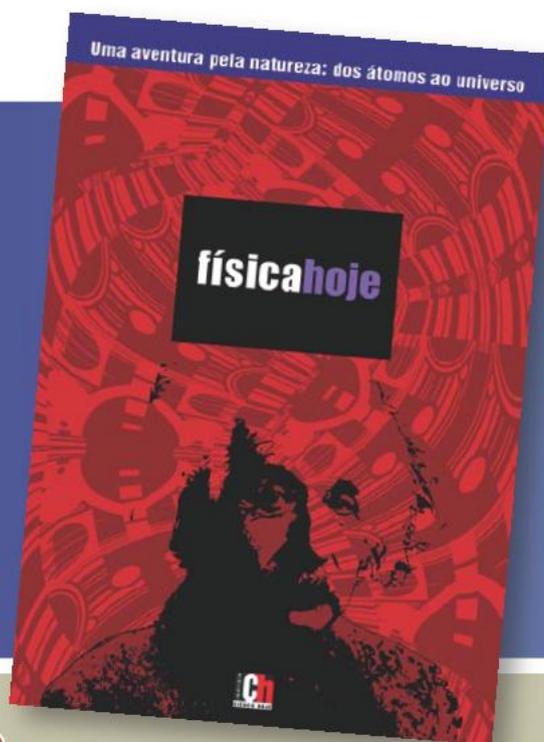
Não somos donos da natureza, e temos que estabelecer nossos limites de forma sustentável. Isso quer dizer que devemos satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade, das futuras gerações, de satisfazer suas próprias necessidades. Ou seja: não temos o direito de sujar e destruir a casa que nos foi gentilmente cedida, ou não haverá casa para nossos filhos e netos. ■

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

**SAIBA NESTE LIVRO COMO  
A FÍSICA MUDOU A SUA VIDA**

**PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR**

LIGUE **0800 727 8999** OU VISITE **www.cienciahoje.org.br**



**ECOLOGIA** Lepidópteros utilizam diversas estratégias para evitar ataques de seus inimigos

# As defesas das borboletas

Para evitar ou reduzir os ataques de seus inimigos naturais, as borboletas e mariposas empregam variadas estratégias de defesa. Resultantes da seleção natural promovida por predadores especialistas ou generalistas, tais estratégias variam desde mecanismos bem simples até alguns extremamente complexos e envolvem aparência, características físicas, comportamento e compostos químicos, muitas vezes com a combinação de diferentes tipos. Por **Hipólito Ferreira Paulino Neto** (doutorando), do Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade de São Paulo (USP).

**A**s borboletas e mariposas fazem parte da segunda maior ordem de insetos, em número de espécies: Lepidoptera. Essa ordem tem cerca de 130 famílias, com em torno de 180 mil espécies em todo o mundo – no Brasil, são conhecidas cerca de 50 mil. Os adultos das borboletas voam durante o dia, em busca de alimento e de parceiros para o acasalamento, enquanto os adultos das mariposas têm em geral atividade noturna. Das espécies brasileiras, 57 estão ameaçadas de extinção. A palavra ‘lepidoptera’ é formada pelos termos gregos *lepido* (escama) e *ptera* (asa) – significa, portanto, ‘asa escamosa’. Todos os lepidópteros têm dois pares de asas membranosas cobertas por escamas e um aparelho bucal adaptado para a sucção.

Os lepidópteros apresentam desenvolvimento completo, ou seja, passam por todas as fases do ciclo de vida dos insetos: ovo, larva (a lagarta), pupa (ou crisálida) e adulto. Embora muitas borboletas e mariposas adultas sejam admiradas e valorizadas pela riqueza de cores e formas, suas lagartas alimentam-se de plantas – naturais ou cultivadas pelos humanos – e provavelmente causam mais destruição e prejuízos que qualquer outro grupo de insetos. Os lepidópteros, porém, têm grande importância, pois muitos são polinizadores de variados vegetais e outros são espécies-chave para a manutenção do equilíbrio ecológico nos ecossistemas. Além disso, podem ser usados como indicadores de qualidade do ambiente em que vivem.

Algumas famílias de borboletas são bastante conhecidas, devido à sua beleza ou ao prejuízo que causam à agricultura. A subfamília Danaidae (Nymphalidae), por exemplo, tem como representante mais notável a borboleta monarca (*Danaus plexippus*), conhecida pelo colorido das asas e pela migração anual de milhões de

indivíduos entre Estados Unidos e México. Os adultos da família Papilionidae, por sua vez, têm as asas traseiras em forma de cauda de andorinha. Já na família Pieridae os adultos quase sempre têm asas brancas ou amarelas com marcas pretas, e em algumas das espécies as lagartas alimentam-se de folhas de couve e repolho, sendo considerados uma praga agrícola.

No caso das mariposas, a família Saturniidae inclui um representante ilustre: a espécie conhecida como bicho-da-seda (*Bombix mori*), que constrói seu casulo com um fio de alto valor econômico. Outras espécies conhecidas são as taturanas, lagartas de mariposas de diferentes famílias que liberam toxinas quando algo (a pele humana, por exemplo) entra em contato com suas cerdas. Podem causar dores, ferimentos e graves envenenamentos – a lagarta de *Lonomia obliqua* (Saturniidae), por exemplo, é responsável pela morte de várias pessoas no sul do Brasil nas últimas décadas. Os estudos do autor com defesas químicas de borboletas, em parte de seu doutorado, inspirou este artigo. ▶



Algumas borboletas (na imagem, espécie da família Lycaenidae) têm em suas asas estruturas (abaixo, à direita) semelhantes a uma cabeça (diferenciação cefálica), para atrair o ataque de predadores, aumentando a chance de fuga



Figura 1. As lagartas de alguns lepidópteros podem receber cuidados de formigas (como a da espécie *Zacryptocerus pusillus*, na imagem) e em troca fornecer à sua guarda-costas substâncias açucaradas em suas excreções



Figura 2. Certos lepidópteros põem seus ovos na face inferior das folhas de vegetais (na imagem, ovos na folha de um arbusto do gênero *Croton*) para dificultar sua localização por parasitas ou predadores



Figura 3. As lagartas conhecidas como taturanas têm pêlos urticantes para evitar ou minimizar ataques de predadores, e algumas, como a da imagem, de espécie não-identificada, também apresentam coloração de advertência

## Excesso de inimigos

Os lepidópteros têm à disposição uma imensidão de espécies de plantas para obter seu alimento. Por outro lado, são potenciais presas para grande variedade de animais, invertebrados ou vertebrados. Além disso, sofrem a pressão dos inimigos naturais em todas as fases de sua vida: ovos e larvas são parasitados e predados principalmente por invertebrados, enquanto pupas e adultos costumam ser vítimas de vertebrados.

Para tentar evitar os ataques dos inimigos, os lepidópteros contam com vários sistemas de defesa, adquiridos durante a evolução da ordem. As chamadas defesas 'primárias' são as que evitam a detecção do inseto por um predador e as 'secundárias' são usadas após o inseto ter sido percebido. Este artigo aborda as principais estratégias usadas por esses insetos.

## Barreiras físicas, formigas e aranhas

Os lepidópteros, muitas vezes, não apresentam qualquer defesa em seu corpo, mas aproveitam tecidos das plantas hospedeiras como barreiras contra predadores. Na forma de defesa denominada 'mina', a larva alimenta-se das folhas formando uma espécie de túnel, com finas 'paredes' que a protegem da predação ou do parasitismo. As 'galhas', estruturas desenvolvidas pelas plantas em torno de 'invasores', como larvas de lepidópteros, também servem como barreira física contra os inimigos dessas larvas. Além disso, lagartas de algumas espécies constroem abrigos enrolando folhas ao redor de si e até 'costurando' essas folhas. Outras espécies constroem 'pontes de fezes' em folhas e estas servem de refúgio caso um predador se aproxime.

Certas borboletas exibem uma defesa mais sofisticada, usando formigas como 'guarda-costas'. Atraídas por secreções açucaradas excretadas pelas lagartas, algumas formigas, para manter essa fonte de recurso, protegem suas 'fornecedoras' contra qualquer ameaça (figura 1). Em outras espécies de lepidópteros, as fêmeas adultas escolhem como local para pôr ovos teias de espécies de aranhas que não as atacam, mas são predadoras de seus inimigos naturais.

## Defesa comportamental

As defesas comportamentais são muito variadas e algumas bem complexas. Certas

lagartas podem se defender ativamente de inimigos mordendo-os, contorcendo-se violentamente, escondendo-se na face inferior das folhas (onde não são vistas) ou repousando longe de folhas danificadas (as mais vistórias pelos inimigos). Outras minimizam os danos causados às folhas: comem apenas a superfície inferior (sem furá-las) ou as bordas. Com isso, é aparentemente mantido o formato natural das folhas, dificultando a localização das lagartas pelos inimigos. Há ainda espécies que só se alimentam à noite, já que a maioria dos predadores e parasitas de lepidópteros tem atividade diurna.

Além disso, muitas borboletas e mariposas escolhem, para depositar seus ovos, plantas não freqüentadas por formigas predadoras. Certas espécies põem ovos de forma dispersa, para minimizar a predação e/ou parasitismo, e outras escolhem locais onde os ovos são confundidos com estruturas dos vegetais ou ficam ocultos, ou locais de acesso difícil para os inimigos (figura 2). Outra 'atitude' de defesa é a agregação de muitos indivíduos, que pode confundir predadores ou limitar o ataque apenas a poucos indivíduos. Lagartas de muitas espécies dispersam-se antes de se tornar pupas, o que dificulta sua localização, e certas borboletas têm vôo muito rápido, em relação ao padrão da maioria dos lepidópteros (podem ser mais velozes que alguns pássaros). Uma estratégia muito sofisticada é a de algumas mariposas que servem de alimento para morcegos. Elas conseguem perceber o sinal de ultra-som usado pelos morcegos para localizar presas e mudam a direção de seu vôo pouco antes do ataque.

## Estratégias morfológicas e visuais

Outras formas de defesa envolvem características físicas de ovos e lagartas. Ovos com pêlos ou apêndices podem dificultar o parasitismo. Como o tamanho da larva também pode inibir a predação, algumas espécies têm crescimento acelerado nas fases larvares iniciais, para atingir rapidamente maior porte. Finalmente, muitas lagartas exibem espinhos e pêlos (figura 3) como estratégia morfológica de defesa, muitas vezes combinada com defesas químicas (toxinas).

Os insetos parasitóides colocam seus ovos no interior de ovos, larvas, ninfas,

pupas ou adultos de outros insetos, e suas larvas se alimentam dos tecidos dos hospedeiros. Para evitar isso, algumas espécies de lepidópteros põem ovos que aparentam já estar parasitados. O padrão de cores de muitas lagartas e adultos deixa indefinidos os contornos do corpo (coloração disruptiva), dificultando sua localização. Como os predadores em geral direcionam seus ataques à cabeça da presa, certas borboletas exibem, na parte traseira das asas, estruturas semelhantes a uma cabeça ('diferenciação cefálica'), e muitas vezes a verdadeira região cefálica é menos aparente. Isso induz os predadores a atacar a área errada, o que aumenta a chance de fuga.

Outras espécies – mariposas, em sua maioria – têm em suas asas desenhos semelhantes a olhos. Na iminência de possíveis ataques, elas abrem suas asas e expõem esses 'falsos olhos', assumindo a aparência da cabeça de um animal maior (uma coruja, por exemplo), o que pode confundir e até afugentar predadores.

### Imitação, aposematismo e mimetismo

Outra estratégia visual muito singular, de certas lagartas ou lepidópteros adultos, é a de se parecer com objetos do ambiente: sementes, galhas foliares, folhas, cascas, gravetos e outros (figura 4). Quando ovos, lagartas, pupas e adultos de lepidópteros apresentam grande semelhança com algum componente do ambiente (figura 5), são chamados de crípticos. Entretanto, para que essa estratégia seja eficiente o inseto precisa ficar imóvel por longo tempo, já que o movimento o denunciaria. Assim, ele reduz a chance de ser atacado, mas deixa de realizar atividades necessárias, como alimentar-se e copular. Para compensar essa desvantagem, as espécies procuram otimizar essas atividades durante o pouco tempo que podem dedicar a elas.

Algumas espécies podem, como forma de defesa contra predadores, se assemelhar com animais de outras ordens de invertebrados (vespas, aranhas, libélulas) ou até de vertebrados (cobras e aves).

O aposematismo, mais freqüente nas borboletas que têm gosto ruim para os predadores ou produzem toxinas prejudiciais a outros organismos, consiste em exibir um padrão de coloração bem visível e facilmente reconhecido por possíveis inimigos – um

'aviso de perigo'. Essa vistosa coloração de advertência afugenta potenciais predadores. Os padrões de cores mais comuns nessa estratégia são preto e vermelho, preto e amarelo ou uma combinação dessas três cores (figura 6). Esses mesmos padrões ocorrem em diferentes espécies de gosto ruim ou tóxicas, o que reforça o aviso aos predadores (fenômeno denominado mimetismo mülleriano). Como essa estratégia de defesa é bem eficiente, algumas borboletas que não têm gosto ruim ou toxinas imitam os padrões de cores apresentados pelas espécies aposemáticas para também 'assustar' seus inimigos naturais (é o chamado mimetismo batesiano).

### Defesas químicas

As defesas químicas – a presença de compostos tóxicos ou de gosto ruim – são muito variadas nos lepidópteros, e diferentes famílias podem apresentar substâncias distintas. Apesar dos estudos já realizados, muitas dessas defesas ainda são pouco compreendidas e outras provavelmente sequer foram identificadas. Tais compostos podem ocorrer na casca dos ovos, em glândulas e pêlos urticantes, em glândulas odoríferas, em apêndices larvais (osmetérios), no revestimento (tegumento) dos adultos, na hemolinfa, no trato digestivo e nas asas. São em geral subprodutos do metabolismo das plantas, acumulados por algumas nos tecidos para evitar o ataque de herbívoros. No entanto, muitas espécies de lepidópteros não só se alimentam dessas plantas, que a maioria dos herbívoros rejeita, mas também incorporam os compostos 'nocivos' a seus tecidos, tornando-se igualmente tóxicas e/ou impaláveis (estratégia chamada de 'seqüestro').

Esses compostos podem ser obtidos tanto nas folhas (alimento das lagartas) quanto no néctar e no pólen (alimentos dos lepidópteros adultos) de plantas que os contenham. Além disso, fêmeas de borboletas e mariposas que seqüestraram essas substâncias podem transferi-las a seus ovos, conferindo proteção química a estes. Em muitos casos, porém, as defesas químicas não são transferidas de uma fase da vida do inseto para outra. Assim, ovos que contenham tais defesas podem dar origem a lagartas sem elas, e o mesmo pode ocorrer na transformação de lagarta para adulto. ■



Figura 4. Outra forma de defesa utilizada por algumas lagartas é ter forma e cor semelhantes às de um graveto, para dificultar sua localização pelos predadores



Figura 5. Muitos lepidópteros (como a mariposa da imagem) são crípticos, ou seja, têm em suas asas um padrão de coloração semelhante ao dos locais onde repousam, o que os ajuda a se camuflar e a não ser localizados pelos inimigos



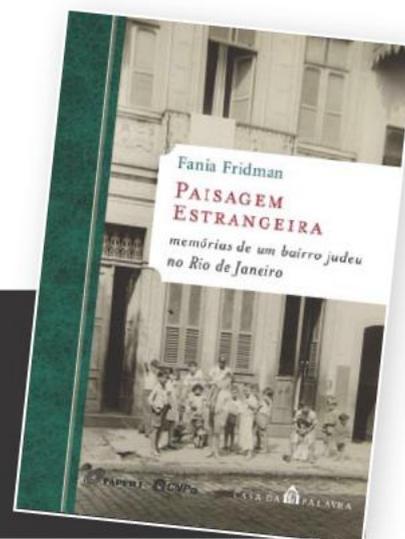
Figura 6. Muitas lagartas e lepidópteros adultos apresentam cores bem vistosas como forma de alertar possíveis predadores de que têm gosto ruim ou contêm toxinas, fenômeno denominado aposematismo

# Registros de uma comunidade plural

## Paisagem estrangeira, memórias de um bairro judeu no Rio de Janeiro

**Fania Fridman**

Rio de Janeiro, Casa da Palavra, 144 p., R\$ 29



Quando terminei de ler este livro, senti irresistível vontade de visitar a área que teria sido a Praça Onze dos imigrantes das primeiras décadas do século 20. Fui conferir. A memória física do que seria um bairro de imigrantes esvaiu-se. Isso é admirável quando se sabe que em 1939 viviam nessa região em torno de 216 mil imigrantes, conforme o censo de 1940. Do bairro judeu, a atual Praça Onze não deixou indícios. Caminhei pelas ruas, que na descrição da autora demarcariam o bairro judeu, e nada me sugeria a presença simbólica de uma área que no passado abrigou milhares de judeus imigrantes e refugiados da guerra. Lamentavelmente, do *Shtetl* (aldeias judaicas da Europa ocidental) tropical, nem sombra.

*Paisagem estrangeira* vem em boa hora. É um importante relato sobre a transformação da Praça Onze, região que desde o século 17 teria abrigado uma gama de diferentes atores sociais – de escravos e suas irmandades, passando pela elite urbana, depois pelos ex-escravos, até imigrantes de diferentes procedências. É, portanto, uma região cuja memória merece ser preservada e socializada.

Além da descrição física da Praça Onze e de sua história, o livro é um estudo sobre o universo dos imigrantes judeus vindos da Europa,

através de relatos dos que viveram na Praça, de documentos oficiais, de arquivos da comunidade judaica e de literatura sobre judeus no Brasil. A pesquisa da autora inclui plantas de projetos urbanos por diferentes governos, mapas e fotos muito bem selecionados sobre a região e seus habitantes. A obra apresenta uma lista extensa de instituições judaicas que se espalharam pela Praça Onze, em uma clara demonstração de que o dinamismo da vida de uma comunidade imigrante, ainda não totalmente assimilada à cultura carioca e nacional, encontrou naquela região do Rio de Janeiro a sua versão mais bem acabada.

O livro explora a emergência do que a autora considera um bairro judeu em meio a uma população de excluídos (ex-escravos, prostitutas, pobres), de “perigosos” e exóticos (imigrantes socialistas e comunistas, boêmios) e de trabalhadores. Fridman realiza, então, um levantamento das instituições do Leste europeu em que os imigrantes se inspiravam para reproduzi-las nos trópicos; das ideologias religiosas e seculares que professavam; das línguas que falavam; das instituições de ajuda e filantropia que fundavam para abrigar os recém-chegados; dos jornais que liam; do comércio que praticavam; das escolas em que seus filhos estudavam; das sinagogas onde reza-

vam. Enfim, ela nos faz conhecer uma comunidade judaica dinâmica, repleta de sinais que a mostram coesa por necessidade e plural por expressão espontânea. O interessante de sua narrativa é mostrar como os cenários urbanos se transformam, ganham novas cores e modos de vida, abrigando várias culturas, idéias e ideais.

O Rio de Janeiro dos anos 20 e 30 do século passado recebeu em torno de 35 mil imigrantes judeus (de origem askenazi, vindos da Bessarábia, área da Europa do Leste que se localiza entre a Moldávia e a Ucrânia, e da Polônia em sua maior parte) que, fugidos das condições adversas da Europa e depois do nazismo, dirigem-se às Américas buscando um local seguro para viver. A autora refaz o percurso desses imigrantes. De modo geral, eles procuram áreas habitadas por outros judeus, hospedam-se em casas de cômodo, ou quartos de residência e contam inicialmente com as instituições de amparo. Incorporam-se às atividades exercidas pelos imigrantes judeus, como as de prestamistas, vendendo diversos produtos – tecidos, artigos de armário, de cama, mesa e banho – à prestação. Fridman detalha o *modus operandi* desses prestamistas e seus critérios para identificar o bom e o mau pagador.

A dinâmica intracomunitária é notável. Bibliotecas, clubes, restaurantes, pensões, organizações políticas, jornais, escolas etc. O fato de se erigir uma comunidade imigrante que aos olhos dos de fora pudesse parecer coesa não significava que em seu interior não existissem conflitos. Havia diferenças regionais (imigrantes originários de distintas regiões da Europa do Leste, mais tarde da Europa central), diferenças religiosas (liberais, conservadores e ortodoxos) e diferenças ideológicas (liberais, sionistas de esquerda, sionistas liberais, socialistas, comunistas). Esse pluralismo político emerge com vigor, sobretudo em uma conjuntura (anos 30 e 40) de perseguições anti-semitas implacáveis na Europa, estimulando ideais nacionalistas (a criação de um Estado judeu) e universalistas (revolução socialista com o fim das desigualdades sociais, das fronteiras, dos nacionalismos, dos preconceitos raciais e étnicos).

Nesse ponto do livro, Fridman, ao falar da Praça Onze “vermelha”, reforça em sua narrativa a efervescência de debates típicos da esquerda, o que atrairia as atenções dos órgãos de repressão da polícia política do governo [Getúlio] Vargas.

Observo aqui uma associação exagerada entre comunidade judaica e esquerda política. Tem-se a impressão de que os judeus eram todos de esquerda e que tinham as suas vidas implacavelmente vigiadas pela polícia política de Vargas. É claro que lá havia judeus de esquerda. É claro, também, que alguns segmentos do governo e intelectuais, especialmente católicos e de direita, associavam judaísmo ao comunismo, nos moldes de um preconceito típico do contexto europeu. Há na narrativa uma preocupação em apresentar os judeus como dotados de rica cultura de esquerda, o que os tornaria alvos preferenciais de perseguição pelo governo Vargas. O resultado é que ao imbricar esquerda e judaísmo, sem maiores critérios, tem-se como con-

seqüência lógica que a perseguição aos comunistas é uma manifestação também de anti-semitismo.

No debate historiográfico, essa correlação, que acabou rendendo ao governo Vargas a pecha de anti-semita, é deveras mais complexa. Autores que estudam comunidade judaica e imigração enxergam dimensões mais ambíguas na política de Vargas. Sabe-se que havia no governo vários indícios de anti-semitismo. Mas há também evidências sociológicas que mostram inegavelmente a riqueza da vida comunitária dessa população de imigrantes no Brasil. Fosse tão implacável esse anti-semitismo, não teríamos então como explicar a efervescência da vida comunitária e de suas instituições nesse período. A hipótese de que o projeto de construção da avenida Presidente Vargas, que incluía a destruição da antiga Praça Onze, era um plano para destruir práticas comunitárias de um bairro tradicionalmente fiel aos movimentos de esquerda, parece-me igualmente exagerada.

Outro aspecto que merecia maior atenção e que praticamente não foi tratado nos estudos sociológicos e históricos sobre judeus no Brasil, tampouco neste livro, é a relação entre a estrutura de sociabilidade dos imigrantes e a sociedade mais ampla. Na descrição da Praça Onze, percebe-se que os negros não eram poucos na região (também chamada pequena África) e podemos deduzir que muitas devem ter sido as situações de intercurso entre negros e judeus nesse contexto urbano. Digo isso, pois no livro as fotos falam por si mesmas. Mas a autora não explora os canais possíveis de interação entre esses diferentes grupos. Essa é uma dimensão importante da história da imigração e da pós-abolição no Rio de Janeiro que mereceria ser articulada e explorada.

#### **Mônica Grin**

*Programa de Pós-graduação em História Social, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

## **Breve história da ciência moderna (vol. 4): A belle-époque da ciência**

**Marco Braga, Andreia Guerra e José Cláudio Reis**

*Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 188 p., R\$ 32*

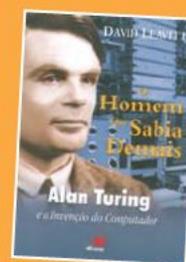


Um tempo de fé nas conquistas do conhecimento humano e nas suas aplicações no cotidiano por meio da tecnologia. Assim os físicos Marco Braga, Andreia Guerra e José Cláudio Reis definem o século 19. Ao longo da obra, os autores apresentam os avanços que motivaram tamanho entusiasmo na população da época – como a descoberta do processo que permitiu o surgimento da iluminação elétrica nas cidades e do motor à combustão interna, que possibilitou a invenção dos automóveis. Eles também oferecem um breve panorama do que acontecia em outras áreas da vida social, como a política e as artes, e mostram como elas influenciaram as descobertas científicas.

## **O homem que sabia demais: Alan Turing e a invenção do computador**

**David Leavitt**

*São Paulo, Novo Conceito, 224 p., R\$ 34,90*



Pesquisadores muitas vezes são vistos como pessoas ‘diferentes’ do resto da sociedade. Mas, na verdade, não passam de humanos como os demais. Mostrar a humanidade de Alan Turing, matemático inglês que, com suas pesquisas, possibilitou a moderna era da computação, é um dos objetivos do livro de David Leavitt. O outro é explicar de forma acessível os estudos do homem que se tornou um dos expoentes da pesquisa em inteligência artificial. O autor mostra como a vida de Turing foi controversa: depois de ajudar os países aliados a vencer a Segunda Guerra Mundial ao decifrar o código de comunicação secreta dos nazistas, foi considerado culpado por cometer ‘atos de enorme indecência com outro homem’, sendo submetido a um ‘tratamento’ para ‘curá-lo’ de sua homossexualidade (comportamento proibido na Inglaterra de seu tempo). Turing acabou suicidando-se, mas deixou abertas as portas para a era da computação.

# Nascimento da medicina brasileira

A vinda da família real portuguesa para o Brasil, em 1808, deu início a uma série de transformações profundas na colônia, que se tornou, a partir de então, o centro do império lusitano. Essa migração, motivada pela ameaça de invasão de Portugal pelas tropas napoleônicas, propiciou, além da criação de uma complexa estrutura para administrar as possessões portuguesas, a fundação de instituições necessárias ao governo do império e à europeização da corte nos trópicos. É nesse contexto que surgem instituições importantes como a Biblioteca Nacional, o Jardim Botânico e a Imprensa Régia e são criadas as escolas de cirurgia da Bahia e do Rio de Janeiro, que viabilizaram o processo de institucionalização da medicina no país.

Retrato de José Corrêa Picanço (1745-1824), cirurgião-mor do reino que acompanhou a família real na sua vinda para o Brasil e ajudou a fundar a Escola de Cirurgia da Bahia. Óleo sobre tela de pintor não identificado



Até o princípio de século 19, as práticas de cura na América portuguesa eram realizadas por diferentes personagens ligados a esse tipo de exercício. Cirurgiões barbeiros, boticários, sangradores, curandeiros e feiticeiros ocupavam o espaço aberto pela falta de médicos, que eram uma raridade na colônia. Salvo exceções, os poucos que ali exerciam o ofício tinham pouco prestígio e conhecimento.

A escassez desses profissionais no vasto território português na América tornou-se uma das preocupações do príncipe regente, D. João VI. Assim, uma de suas primeiras medidas após a chegada à colônia foi criar um curso de formação de cirurgiões. Em sua passagem por Salvador, fundou, por meio da Carta Régia de 18 de fevereiro de 1808, a Escola de Cirurgia da Bahia, sob orientação de José Corrêa Picanço (1745-1824), cirurgião-mor do reino que acompanhava a família real no 'exílio'.

A escola foi instalada no Hospital Real Militar da capital baiana e oferecia, no início de suas atividades, apenas duas disciplinas: *Cirurgia especulativa e prática* e *Anatomia e operações cirúrgicas*. O curso funcionou nesses moldes até 1815, quando foi transferido para a Santa Casa de Misericórdia e transformado em Academia Médico-Cirúrgica da Bahia por ocasião da primeira reorganização do ensino médico.

O marco de fundação da Escola Anatômica, Cirúrgica e Médica do Rio de Janeiro foi, segundo o historiador da medicina Lycurgo de Castro Santos Filho, a nomeação do cirurgião Joaquim da Rocha Mazarém (1775-1849) para a cadeira de anatomia no Hospital Militar da corte em 2 de abril de 1808.

Por decretos do príncipe regente, foram criadas novas disciplinas, como terapêutica cirúrgica e particular, ministrada pelo cirurgião José Lemos de Magalhães, e medicina clínica, teórica e prática e princípios elementares de farmacêutica, a cargo de José Maria Bomtempo (1774-1843),

antigo físico-mor de Angola, autor de substancial bibliografia sobre a medicina de sua época.

## Reorganização

Em 1813, as escolas cirúrgicas foram reorganizadas segundo o projeto do Dr. Manoel Luis Álvaro de Carvalho (1751-1825), médico da Real Câmara e diretor dos Estudos Médicos e Cirúrgicos da Corte e do Brasil. O plano preconizava a fundação de três academias médico-cirúrgicas: uma na Bahia, outra no Rio de Janeiro e uma terceira no Maranhão. Esta última não chegou a ser criada. No Rio, a academia instalou-se no mesmo ano; na Bahia, apenas em 1815.

Com as reformas, para matricular-se no primeiro ano do curso, o candidato a cirurgião deveria apenas ler e escrever correntemente. Quanto a outras línguas, recomendava-se: “Bom será que entendam as línguas francesa e inglesa.” O plano, que recebeu o jocoso apelido de ‘Bom será’, ampliou o período de estudos para cinco anos e criou uma nova possibilidade para os futuros cirurgiões. A conclusão do curso conferia aos estudantes a carta de ‘cirurgião aprovado’. Os bons alunos que desejassem cursar novamente as disciplinas do 4º e 5º ano receberiam a carta de ‘cirurgião formado’. Havia uma grande diferença no campo das atribuições profissionais. Um ‘cirurgião aprovado’ poderia atuar somente no campo da cirurgia, ou seja, realizar sangrias, aplicar ventosas, curar fraturas, contusões e feridas. Já um ‘cirurgião formado’ poderia praticar curas de cirurgia e também praticar a medicina, podendo tratar de todas as enfermidades nos locais onde não existissem médicos diplomados por faculdades européias.

É notável o cuidado com a formação de profissionais autorizados a praticar a medicina, em razão da enorme carência de ‘físicos’ e mesmo de cirurgiões no Brasil. Assim, mesmo após a formação das escolas de cirurgia e a criação de medidas para institucionalizar e controlar a prática da medicina, havia um amplo espaço ocupado por outros ‘curadores’, que lenta e sistematicamente iam sendo lançados à categoria de ‘charlatães’.

Apesar das reformas e da reorganização das academias em 1813 e 1820, as condições de ensino eram muito precárias e ineficientes. Eram freqüentes as queixas sobre a falta de um local apropriado para as aulas, carência de utensílios, livros e outros recursos. No Rio de Janeiro reclamava-se ainda da falta de apoio oficial e da pouca assiduidade dos professores. Na Bahia, possivelmente em virtude da distância em que se encontrava o governo, a situação era ainda mais grave. Segundo relatos, a academia funcionava em um corredor da Santa Casa, que foi dividido em três salas onde eram ministradas as aulas; um “quarto escuro” no canto de uma enfermaria era utilizado para operações e dissecações. Além disso,



o número de alunos era bem menor do que o de sua congênera na corte.

## Institucionalização das escolas médicas

As deficiências do ensino médico, objeto de constante polêmica entre deputados e o novo contexto sociopolítico de nação independente, propiciaram um contexto favorável para a mudança do ensino médico e a criação das faculdades de medicina, importante passo para a institucionalização na área.

Em 1830 a Câmara dos Deputados incumbiu a Sociedade de Medicina do Rio de Janeiro de elaborar um projeto de reforma do ensino médico, que foi aprovado como lei em 3 de outubro de 1832. O projeto transformava as antigas academias em faculdades de medicina do Rio de Janeiro e da Bahia. Três cursos eram então ministrados nas faculdades – medicina, farmácia e de partos – e seguiam os moldes da faculdade de medicina de Paris.

A criação dos primeiros cursos de formação médica em 1808 foi sem dúvida um marco para a institucionalização das ciências no Brasil. Em um processo lento e gradual que se sucedeu ao longo de todo o século 19, a medicina brasileira acabou por consolidar-se. Alunos dos cursos de medicina criados por D. João VI não tardariam a se tornar médicos influentes, atuando seja em questões sociais e políticas, como o processo de independência da colônia, seja em pesquisas científicas de importância, como as realizadas pela escola tropicalista baiana, da qual o médico Manuel Augusto Pirajá da Silva (1873-1961) é um dos expoentes (ver ‘O reconhecimento da esquistossomose mansoni’, em *CH* n° 245). Assim, de forma quase acidental, a fuga do príncipe regente para os trópicos lançou as sementes para a formação da ciência no Brasil.

### Silvio Cezar de Souza Lima

*Programa de Pós-graduação  
em História das Ciências da Saúde (doutorando),  
Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (RI)*

Vista aérea do antigo prédio da Faculdade Nacional de Medicina, na Praia Vermelha, Rio de Janeiro, tirada em novembro de 1969 do bondinho do Pão de Açúcar, cujo cabo aparece na foto. O prédio inaugurado em 1918 recebeu acréscimos de dois andares no início dos anos 40, e essa reforma, considerada por muitos uma agressão ao projeto original, foi objeto de intensa polêmica

## Estações do ano

Em primeiro lugar gostaria de parabenizar a revista pela qualidade e relevância das informações. Em um mundo imerso e influenciado pela internet e outras publicações (onde infelizmente temos, muitas vezes, informações erradas, tendenciosas e preconceituosas) a *CH* e a *CHC* são geralmente duas fontes seguras de informação científica. Este é, aliás, um argumento que uso constantemente ao indicar essas revistas aos meus alunos. Por isso, foi com pesar que li, na edição 245, a resposta de Gilvan S. de Oliveira que diz ser a translação a origem das estações do ano, erro até há pouco tempo comum em livros didáticos (...). Na verdade, é a inclinação do eixo da Terra (com o movimento de translação) que causa as estações. Sem essa inclinação, teríamos apenas o passar do ano com o movimento supracitado.

**Paulo Henrique Mueller**  
Piraquara, PR

✉ *O leitor está correto. De fato, as estações do ano decorrem da associação entre a translação e a inclinação do eixo do planeta. Isso está implícito em outro trecho do texto, onde é dito que, quando a inclinação do eixo da Terra é maior, os invernos são mais frios e os verões mais quentes – ou seja, as estações dependem dessa inclinação.*

## Crédito de figura

Gostaria de pedir uma errata sobre o crédito da figura 1 do artigo 'Fechando o cerco' (*CH* 246, p. 63). A figura é de fato adaptada do livro *How to know the immature insects* (1992), de Chu e Cutkomp, mas foi idealizada pela doutora Patrícia Jaqueline Thyssen.

**Leonardo Gomes**  
Fundação Oswaldo Cruz  
Rio de Janeiro, RJ

## Down em negros

Na *CH* nº 245, observei que na seção 'O leitor pergunta' foi publicada uma resposta a respeito da incidência da síndrome de Down em negros. Estou ciente de que, por ser uma alteração cromossômica, tal síndrome não atinge indivíduos de um grupo étnico mais do que os de outros. Existe, porém, um fator histórico

que pode explicar o fato de ela ser observada com menos frequência em negros. É conhecido que muitos povos africanos tinham a antiga tradição de sacrificar os recém-nascidos que apresentassem alguma anomalia do tipo, o que implicaria na permanência de indivíduos menos propícios geneticamente a gerar herdeiros com deficiências genéticas semelhantes.

**Samantha Pires Vianna**  
Belo Horizonte, MG

✉ *Esclarecemos que a síndrome de Down não é hereditária. A correlação mais certa que existe é a idade da mulher por ocasião da fertilização: quanto mais velha a mulher quando o óvulo for fecundado, maiores as chances de haver um problema de disjunção (separação) do ovo no cromossomo 21.*

## Archaeas

Olá, *CH*! Curso graduação em ciências biológicas e vi-me tentado a comentar o texto intitulado 'Uma segunda chance' (*CH* nº 245). O texto afirma que as archaeas surgiram em torno de 3,5 bilhões de anos passados (ou seja, são muito antigas) e que "podemos especular, sem muito medo de errar, que as archaeas foram as células que deram origem, na Terra, a todas as outras formas de vida". A noção de que esses procaríotos de 'vida extrema' são muito antigos está embutida em seu nome mais popular. Essa idéia está atrelada à proposição de Carl Woese e George Fox de que haveria uma distinção filogenética entre três grandes "domínios da vida": Bacteria, Archaea e Eukarya. Woese defendeu desde então que archaeas são (...) grupo-irmão dos eucariotos (constituindo o clado Neomura). Porém, mesmo no modelo de Woese, archaeas não deram origem a todos os outros seres vivos! São um grupo derivado, assim como eucariotos. (...) Não existem evidências fósseis que corroborem um surgimento prematuro de archaeas (nem de eucariotos, os quais, sendo de fato grupo irmão de archaeas, poderiam marcar um ponto a favor dessa hipótese). É bom lembrar que os tão aclamados relógios moleculares não se mostraram tão confiáveis assim; portanto, o único modo de confirmar incontrovertidamente uma datação evolutiva é o registro fóssil (e mesmo isso pode não ser possível jamais...). O principal opositor a

Woese nessa questão, Thomas Cavalier-Smith, publicou diversos trabalhos defendendo sua 'teoria dos Neomura'. Segundo ele, houve diversos erros postulados nas análises filogenéticas que consideram arqueas muito antigas, assim como os próprios eucariotos. (...) Todo um conjunto de evidências aponta, correntemente, uma origem muito mais recente tanto para arqueas quanto para eucariotos (uns 850 milhões de anos). Tais organismos seriam, na verdade, uma derivação de um grupo já muito derivado de bactérias (actinobactérias, mais especificamente). Ou seja, Bacteria seria um domínio parafilético – somos todos bactérias! Segundo Cavalier-Smith, bactérias verdes fotossintetizantes não-sulfurosas (clorobactérias), e não arqueas, são raízes mais prováveis para a árvore da vida. (...) Mais detalhes podem ser encontrados, sinteticamente, em *Rooting the tree of life by transition analyses* (2006) e *Cell evolution and Earth history: stasis and revolution* (2006), ambos de Cavalier-Smith. (...) Sobre a não-ancestralidade das archaeas, há o trabalho de Skophammer e outros (2006). Gribaldo e Brochier-Armanet (2006) construíram uma boa síntese do estado de arte a respeito da evolução e origem das archaeas (...).

**Pedro Aurélio C. L. Pequeno.**  
Manaus, AM

✉ *O autor do texto citado, Franklin Rumjanek, responde: "O leitor tem razão. Na verdade, os seres mais antigos teriam sido os ancestrais comuns que deram origem a bactérias, archaeas e eucariotos. O que eu queria transmitir era a idéia de que organismos que viveram em condições que se imagina tenham prevalecido na Terra primitiva contribuíram, como precursores, para todo o resto. A trajetória da descoberta das archaeas é bem narrada no livro *The third domain* (2007), de Tim Friend, ainda sem tradução em português."*

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

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

## Estações do ano

Em primeiro lugar gostaria de parabenizar a revista pela qualidade e relevância das informações. Em um mundo imerso e influenciado pela internet e outras publicações (onde infelizmente temos, muitas vezes, informações erradas, tendenciosas e preconceituosas) a *CH* e a *CHC* são geralmente duas fontes seguras de informação científica. Este é, aliás, um argumento que uso constantemente ao indicar essas revistas aos meus alunos. Por isso, foi com pesar que li, na edição 245, a resposta de Gilvan S. de Oliveira que diz ser a translação a origem das estações do ano, erro até há pouco tempo comum em livros didáticos (...). Na verdade, é a inclinação do eixo da Terra (com o movimento de translação) que causa as estações. Sem essa inclinação, teríamos apenas o passar do ano com o movimento supracitado.

**Paulo Henrique Mueller**  
Piraquara, PR

✉ *O leitor está correto. De fato, as estações do ano decorrem da associação entre a translação e a inclinação do eixo do planeta. Isso está implícito em outro trecho do texto, onde é dito que, quando a inclinação do eixo da Terra é maior, os invernos são mais frios e os verões mais quentes – ou seja, as estações dependem dessa inclinação.*

## Crédito de figura

Gostaria de pedir uma errata sobre o crédito da figura 1 do artigo 'Fechando o cerco' (*CH* 246, p. 63). A figura é de fato adaptada do livro *How to know the immature insects* (1992), de Chu e Cutkomp, mas foi idealizada pela doutora Patrícia Jaqueline Thyssen.

**Leonardo Gomes**  
Fundação Oswaldo Cruz  
Rio de Janeiro, RJ

## Down em negros

Na *CH* nº 245, observei que na seção 'O leitor pergunta' foi publicada uma resposta a respeito da incidência da síndrome de Down em negros. Estou ciente de que, por ser uma alteração cromossômica, tal síndrome não atinge indivíduos de um grupo étnico mais do que os de outros. Existe, porém, um fator histórico

que pode explicar o fato de ela ser observada com menos frequência em negros. É conhecido que muitos povos africanos tinham a antiga tradição de sacrificar os recém-nascidos que apresentassem alguma anomalia do tipo, o que implicaria na permanência de indivíduos menos propícios geneticamente a gerar herdeiros com deficiências genéticas semelhantes.

**Samantha Pires Vianna**  
Belo Horizonte, MG

✉ *Esclarecemos que a síndrome de Down não é hereditária. A correlação mais certa que existe é a idade da mulher por ocasião da fertilização: quanto mais velha a mulher quando o óvulo for fecundado, maiores as chances de haver um problema de disjunção (separação) do ovo no cromossomo 21.*

## Archaeas

Olá, *CH*! Curso graduação em ciências biológicas e vi-me tentado a comentar o texto intitulado 'Uma segunda chance' (*CH* nº 245). O texto afirma que as archaeas surgiram em torno de 3,5 bilhões de anos passados (ou seja, são muito antigas) e que "podemos especular, sem muito medo de errar, que as archaeas foram as células que deram origem, na Terra, a todas as outras formas de vida". A noção de que esses procariotos de 'vida extrema' são muito antigos está embutida em seu nome mais popular. Essa idéia está atrelada à proposição de Carl Woese e George Fox de que haveria uma distinção filogenética entre três grandes "domínios da vida": Bacteria, Archaea e Eukarya. Woese defendeu desde então que archaeas são (...) grupo-irmão dos eucariotos (constituindo o clado Neomura). Porém, mesmo no modelo de Woese, archaeas não deram origem a todos os outros seres vivos! São um grupo derivado, assim como eucariotos. (...) Não existem evidências fósseis que corroborem um surgimento prematuro de archaeas (nem de eucariotos, os quais, sendo de fato grupo irmão de archaeas, poderiam marcar um ponto a favor dessa hipótese). É bom lembrar que os tão aclamados relógios moleculares não se mostraram tão confiáveis assim; portanto, o único modo de confirmar incontrovertidamente uma datação evolutiva é o registro fóssil (e mesmo isso pode não ser possível jamais...). O principal opositor a

Woese nessa questão, Thomas Cavalier-Smith, publicou diversos trabalhos defendendo sua 'teoria dos Neomura'. Segundo ele, houve diversos erros postulados nas análises filogenéticas que consideram archaeas muito antigas, assim como os próprios eucariotos. (...) Todo um conjunto de evidências aponta, correntemente, uma origem muito mais recente tanto para archaeas quanto para eucariotos (uns 850 milhões de anos). Tais organismos seriam, na verdade, uma derivação de um grupo já muito derivado de bactérias (actinobactérias, mais especificamente). Ou seja, Bacteria seria um domínio parafilético – somos todos bactérias! Segundo Cavalier-Smith, bactérias verdes fotossintetizantes não-sulfurosas (clorobactérias), e não archaeas, são raízes mais prováveis para a árvore da vida. (...) Mais detalhes podem ser encontrados, sinteticamente, em *Rooting the tree of life by transition analyses* (2006) e *Cell evolution and Earth history: stasis and revolution* (2006), ambos de Cavalier-Smith. (...) Sobre a não-ancestralidade das archaeas, há o trabalho de Skophammer e outros (2006). Gribaldo e Brochier-Armanet (2006) construíram uma boa síntese do estado de arte a respeito da evolução e origem das archaeas (...).

**Pedro Aurélio C. L. Pequeno.**  
Manaus, AM

✉ *O autor do texto citado, Franklin Rumjanek, responde: "O leitor tem razão. Na verdade, os seres mais antigos teriam sido os ancestrais comuns que deram origem a bactérias, archaeas e eucariotos. O que eu queria transmitir era a idéia de que organismos que viveram em condições que se imagina tenham prevalecido na Terra primitiva contribuíram, como precursores, para todo o resto. A trajetória da descoberta das archaeas é bem narrada no livro *The third domain* (2007), de Tim Friend, ainda sem tradução em português."*

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

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



# Pesos e medidas

**Marco Moriconi**

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

**A**tualmente, um indicador muito popular é o índice de massa corporal (IMC). Menos popular é o fato de ele ser também conhecido por índice de Quetelet, em homenagem ao astrônomo, matemático, estatístico e sociólogo belga Adolphe Quetelet (1796-1874), um dos primeiros a aplicar métodos estatísticos à sociologia, que ele pretendia que se chamasse 'física social'.

O cálculo do IMC é feito assim: divida a massa de uma pessoa (em kg) pelo quadrado da altura dela (em metros). Esse número (expresso em  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) dá uma idéia do estado físico da pessoa. Arredondando um pouco os valores, uma pessoa com IMC entre 18,5 e 25 é considerada em 'boa forma'.

É interessante entender por que se usa o quadrado da altura. Se, à medida que crescessem, as pessoas aumentassem proporcionalmente para cima e para os lados (incluindo para frente e para trás), o peso delas seria proporcional ao cubo da altura delas. Por exemplo, um cubo com lado 1 m, cheio de água, pesa 1 mil kg. Já esse cubo com 2 m de lado pesaria 8 mil kg, que é 1 mil (peso original) multiplicados por  $8 = 2^3$  (2 é o chamado fator de escala).

Se as pessoas aumentassem apenas para cima e para os lados (no caso, esquerdo e direito), o peso delas aumentaria somente com o quadrado da altura. Como crescemos mais para cima e menos para os lados, o fator de escala para humanos tem que ser algo entre 2 e 3. O valor extraído das estatísticas é 2,6. Mas, estranhamente, ninguém sabe exatamente por quê.

Há outra regra que talvez o leitor conheça: seu peso deve ser igual aos centímetros de sua altura. Exemplo: alguém com 1,75 m, em 'boa forma', deveria pesar 75 kg. Note que, assim como o IMC, essa regra é também baseada em índices estatísticos. Portanto, ela só se aplica a pessoas com altura em torno de 1,70 m, que vamos assumir aqui como a média da população.

Qual a diferença entre as duas regras?

A surpresa é que as duas dão (praticamente) o mesmo resultado! Por exemplo, José tem IMC = 25 e 1,75 m de altura. Portanto, pela regra do IMC, ele pesa 76,5 kg. Pela 'regra dos centímetros', o peso dele seria 75 kg.

Por que as duas regras praticamente coincidem?

Como José está próximo da altura média (1,70 m), podemos escrever a altura dele como  $2 - k$ , ou seja, dois metros menos um pouquinho. Mais especificamente, ela será  $2 - 0,25$  (ou seja,  $2 \text{ m} - 0,25 \text{ m}$ ).

A expressão  $2 - k$  pode, por sua vez, ser reescrita como  $1 + (1 - k)$ . Note que  $1 - k$  equivale à parte em centímetro da altura, pois José tem  $1 \text{ (m)} + (1 - k) \text{ cm}$  (no caso,  $1 - k$  vale 75 cm).

Vamos calcular o peso de José segundo o IMC e usando a altura dele como  $2 - k$ .

Sabemos que  $\text{IMC} = \text{peso}/\text{altura}^2$ ; portanto,  $\text{peso} = \text{IMC} \times \text{altura}^2$

Para José, teremos:

$$\text{Peso} = 25 \times (2 - k)^2 = 25 \times (4 - 4k + k^2).$$

Multiplicando o 25 pelos fatores que estão dentro dos parênteses, ficamos com  $100 - 100k + 25k^2$ .

Como  $k$  é pequeno (no caso de José, é 0,25), podemos desprezar o termo  $25k^2$  (que será também pequeno; no caso de José, valerá 4) e ficar só com  $100 - 100k$ , que pode ser escrito como  $100(1 - k)$ .

Chegamos a uma expressão para o peso que vale, na média, para todo mundo:  $100(1 - k)$ . Note, porém, que  $1 - k$  é a mesma expressão para os centímetros da altura!

Portanto, para alguém com uma altura próxima à da média da população, basta multiplicar por 100 o valor dos centímetros da altura para obtermos o peso.

Em tempo: como dissemos, o IMC é um índice estatístico. Muitas pessoas usam-no erroneamente como indicador de boa forma, o que não faz sentido. Veja o caso deste colunista: 1,87 m de altura e peso.... bem, estourou o espaço desta coluna!

## SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Entre  $N$  pessoas ao acaso,  $0,0001N$  terá 'ipsilonite', e  $0,9999N$  não. O teste dará positivo em  $0,999 \times 0,0001N + 0,5 \times 0,9999N$  casos, mas só  $0,999 \times 0,0001N$  tem, de fato, 'ipsilonite'. Assim, a probabilidade de se ter 'ipsilonite', caso o teste tenha dado positivo, é aproximadamente de 2 em 10.000, ou seja, 0,02%.

## DESAFIO

E como seria a regra dos centímetros para uma pessoa que mede mais de 2 m?

Renato Lessa

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



# Maio, 1968

**O**s acontecimentos de 1968, com seu centro de gravitação inscrito no maio francês, podem ser descritos, de acordo com Manuel Villaverde Cabral, do Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa, como marcas de um “movimento social internacional” que “não queria tomar o poder, mas que nem por isso – ou talvez por isso – deixou de mudar o mundo”.

O caráter internacional diz respeito a simultâneas e dispersas explosões, por toda parte, de rebeldia. Afinal, 1968 abrigou os sonhos da Primavera de Praga, a revolta dos *campi* norte-americanos (contra a Guerra do Vietnã, o racismo e pelos direitos civis), a mobilização estudantil no Brasil contra o regime militar e diversas manifestações na América Latina e na Europa. Em nenhum país, porém, o movimento exibiu tanto radicalismo e extensão quanto na França, que, durante os meses de maio e junho, viveu sob estado de insurreição.

O filósofo Edgard Morin, em artigo no jornal *Le Monde* (17/05/68) intitulado ‘A comuna estudantil’, resumiu as duas dimensões centrais do maio de 68 francês: um combate ao “arcaísmo semifeudal da sociedade professoral” e à “inadaptação da Universidade à vida e ao mundo moderno” e uma “contestação global de uma sociedade adulterada”. Mais do que as tentativas de interpretação, as palavras de ordem principais parecem ser revelado-  
ras: “nós somos o poder”; “ceder um pouco é capitular demais”; “destruir as velhas engrenagens”; “não à burocracia”.

Uma frase resume as demais: “seja realista, peça o impossível”.

Não foi, no entanto, algo limitado à ação estudantil. O protesto dos intelectuais contra a censura e o ativismo dos estudantes da Universidade de Nanterre e da Sorbonne disseminou-se, com adesões maciças por todo o país. Entre maio e junho de 1968, mais de 10 milhões de trabalhadores cruzaram os braços, na maior

greve da história do movimento operário francês, que atingiu todos os setores da economia e do serviço público.

As palavras de ordem revelam um movimento amplo de revolta, que negava tanto a legalidade do Estado francês quanto as práticas usuais da esquerda oficial, tanto na vida partidária quanto na sindical. A rebeldia libertária buscava expressão direta, sem mediação de representantes e sem uma organização que a conduzisse. Mais do que um projeto político claro e unívoco, tratava-se de uma explosão de inconformidade, dirigida a vários aspectos da vida social francesa.

O atrator, nessa proliferação caótica de símbolos, pode ser encontrado em uma combinação de anticapitalismo e desconfiança em relação a qualquer poder estabelecido. Tais valores associavam-se, no plano existencial, a um elogio da experiência do encontro. Em uma sociedade tradicionalmente segmentada, em termos espaciais e sociais, o maio de 68 francês significou a quebra de barreiras e a construção, ainda que efêmera, de um espaço comum, cujo exemplo maior foi a presença de operários nas universidades e estudantes nas fábricas.

A experiência do encontro trouxe, ainda, a sensação de que mais do que os objetivos finais do movimento – que nunca foram claros – importava o movimento como fim em si mesmo, como espaço inventivo e não-institucionalizado de ação. Sem dúvida, essa ausência de vertebração política impediu que a insurreição francesa de 1968 tomasse o poder do Estado. A natureza libertária e fragmentada teria que ser revertida para tornar isso possível. O governo de Charles de Gaulle (1890-1970) não caiu e a reação conservadora mostrou que a maioria silenciosa dos franceses não estava nas barricadas de maio.

A sensação de refluxo do movimento, a partir de julho de 1968, bem pode ser medida pela frase, gravada nos muros de Paris: “Deus está morto, Marx está morto, Freud está morto e eu mesmo não me sinto muito bem.” Mas o legado de 1968 não foi afetado pelo fracasso em definir um projeto político. Valores e crenças ali ativados continuam indispensáveis para a crítica da pasmeira da política e da mercadofilia dos tempos que correm. ■

**O maio de 68 francês significou a quebra de barreiras e a construção, ainda que efêmera, de um espaço comum**