

ciência hoje

REVISTA DE
DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA
DA SBPC

254



VOL. 43
NOVEMBRO
2008
R\$ 9,95

CÉLULAS-TRONCO

Linhagem nacional dá
autonomia à pesquisa

VIDA MARINHA

Comunicação química
entre as esponjas

FUTEBOL

A matemática
entra em campo

RISCO OCULTO NOS BIODEGRADÁVEIS

Um risco ignorado

Ao ler o termo 'biodegradável' no rótulo de um detergente ou cosmético, o consumidor pode entender que está adquirindo um produto ambientalmente correto. Em alguns casos, uma interpretação equivocada, infelizmente. Esse é o alerta feito por pesquisadores do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro que, no artigo de capa deste número, abordam os nonilfenóis-etoxilados, presentes em diversos produtos de uso doméstico e que, quando se degradam, podem gerar substâncias bastante tóxicas.

Em 'Solução biode(sa)gradável', eles contam que esses compostos químicos, utilizados em numerosas indústrias, foram proibidos ou tiveram seu uso restrito em vários países. Na Europa, os derivados de nonilfenol foram classificados como substâncias perigosas e tiveram seu emprego regulamentado e, nos Estados Unidos, foi elaborado um guia com recomendações sobre as concentrações máximas. Já no Brasil, como em outros países da América Latina, na China e na Índia, o uso dos nonilfenóis-etoxilados ainda é liberado.

“É importante chamar a atenção para os riscos dos nonilfenóis em função da toxicidade dos produtos formados pela sua degradação”, destaca o biofísico Cláudio Eduardo Azevedo e Silva, um dos autores do artigo. “As concentrações detectadas hoje no ambiente são capazes de causar alterações nos seres vivos. Por isso, o controle é necessário”, afirma.

A redação

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



DIRETORIA

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

CIÊNCIA HOJE • SBPC

Editores Científicos • Ciências Humanas e Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (Departamento de Sociologia e Política/PUC-RIO) e Ricardo Benzaquen de Araújo (IUPERJ) • Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRJ) • Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) e Suelly Druck (Instituto de Matemática/UFF) • 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; **Setor Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado, Igor Waltz e Mariana Ferraz; **Colaborou neste número** • Luan Galani; **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho

ARTE • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.

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

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

SÃO PAULO • Correspondente • Vera Rita Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (0xx11) 9756-0848

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) 3263-6660

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

18 Solução biodegradável: componente de detergentes e cosméticos pode dar origem a substâncias tóxicas

Substâncias presentes em produtos usados comumente para limpeza e higiene podem, ao ser degradadas, gerar compostos que interferem no equilíbrio hormonal do ser humano. São os nonilfenóis, proibidos em muitos países, mas que ainda têm seu uso liberado no Brasil.

Por **Cláudio E. Azevedo e Silva, Sérgio A. Coelho de Souza e Márcio Rodrigues Miranda**

24 Futebol: uma caixinha de... sorteios

Questões probabilísticas têm surgido nas discussões sobre futebol no país. De fato, idéias centrais da teoria da probabilidade podem ser usadas para estimar, por exemplo, qual a chance de um time qualquer ser campeão brasileiro, ou ganhar um determinado jogo.

Por **Bernardo N. Borges de Lima, Fabio E. Brochero Martinez, Gilcione N. Costa, Marcelo de O. Terra Cunha e Renato V. da Silva Martins**

30 Como fruta dentro da casca: considerações em torno de Esaú e Jacó e Memorial de Aires

Uma moldura narrativa comum marca os dois últimos romances de Machado de Assis, que trazem a realidade nacional para o primeiro plano e absorvem com originalidade influências da literatura universal.

Por **Gabriela Kvacek Betella**





Capa: Grupo Keystone

34 O 'diálogo' químico das esponjas

Esses animais primitivos produzem substâncias com diferentes funções ecológicas que permitem sua 'comunicação' com o ambiente em que vivem e favorecem sua adaptação no fundo dos mares.

Por **Suzi M. Ribeiro**,
Etiene E. Gomes Clavico,
Valéria L. Teixeira
e **Renato C. Pereira**



40 Angra 3: uma decisão polêmica

O reinício das obras da usina de Angra 3, no ano que vem, marcará a retomada do programa nuclear brasileiro.

A decisão do governo, no entanto, realimenta a polêmica entre os defensores dessa fonte energética e os críticos, para os quais o país tem alternativas.

Por **Fred Furtado**

O LEITOR PERGUNTA

- 4 Como as administradoras de cartão de crédito sabem que um cartão foi clonado?
- 4 Ocorre câncer no coração?
- 5 Sou mãe de gêmeos univitelinos que têm tipos sanguíneos diferentes, A positivo e B positivo. Como explicar isso?
- 5 Por que certas canções, como *jingles*, ficam 'grudadas' em nossas mentes?

ENTREVISTA

- 6 **Stevens Kastrup Rehen**
Autonomia em células-tronco
Criação de linhagem nacional dessas células impulsiona estudos na área

A PROPOSITO

- 9 **Bayes e a inteligência artificial**
Teorema bayesiano tornou-se fundamental na ciência contemporânea

MUNDO DE CIÊNCIA

- 10 **Formiga de Marte**
Descoberta na Amazônia ajuda a entender a evolução desses insetos

EM DIA

- 46 **Mais ar para o serviço público**
Atendimento a doenças pulmonares requer tratamento humanizado

- 48 **A caminho do mar**
Corais criados em cativeiro ajudam a recuperar recifes no Brasil

- 50 **Das cartas ao computador**
Educação a distância altera perfil do aluno de graduação no país

- 52 **Um gigante mineiro**
Encontrados em Uberaba fósseis do maior dinossauro nacional

- 54 **Carências nutricionais na síndrome de Turner**
Mulheres portadoras da doença têm deficiência de zinco e selênio

- 56 **Um olho muito especial**
Estudo detecta estrutura incomum no bulbo ocular da gralha-azul

- 58 **Pesquisa pré-realeza**
Brasil já tinha estudos científicos antes da vinda da corte portuguesa

OPINIÃO

- 59 **Conquista da comunidade científica**
Esforço para proteger últimos manguezais da baía da Guanabara fazem 30 anos

ENSAIO

- 62 **Fibrose cística e infertilidade masculina**
Mutações prejudicam funções normais do órgão reprodutor masculino

PRIMEIRA LINHA

- 64 **De olho nas tartarugas**
Riqueza de espécies recomenda a proteção de área no litoral paulista

- 66 **Hóspedes das madeiras**
Fauna associada a árvores é estudada em áreas de manejo florestal

- 69 **Porta aberta à infecção**
Revelado processo que ajuda bactérias a contaminar pacientes de Aids

RESENHA

- 72 **Mal necessário?**
Resenha do livro *Veneno remédio – O futebol e o Brasil*, de José Miguel Wisnik

MEMÓRIA

- 75 **A favor do Big Bang**
Primeira evidência da expansão do universo surgiu há 50 anos

78

CARTAS

QUAL O PROBLEMA?

- 79 **Eleições**
Diferentes métodos de votação podem alterar resultados das urnas

SOBRE HUMANOS

- 80 **Eleições para síndico?**
Mais da metade dos eleitores brasileiros têm baixa escolaridade

? Como as administradoras de cartão de crédito sabem que um cartão foi clonado? Qual a tecnologia envolvida nesse processo?

VIVIANE LOPES DE ALMEIDA, RIO DE JANEIRO/RJ

As empresas de cartões de crédito processam diariamente, em tempo real, milhões de transações com cartões, formando uma gigantesca base de dados, que visa obter estatísticas sobre os seus proprietários. Para detecção de fraudes, essas empresas utilizam uma série de ferramentas sofisticadas, conhecidas como processos de descoberta de conhecimento em banco de dados (Knowledge Discovery in Database, KDD na sigla em inglês).

Esses processos incluem a filtragem e integração dos dados em um formato apropriado para aplicação de algoritmos de mineração dos dados. Trata-se de técnicas automáticas que permitem a exploração dessa gigantesca base de dados de forma a descobrir relações e padrões numéricos que representam o uso e consumo do cliente. Devido à enorme quantidade de dados envolvida, essa seria uma tarefa impraticável, se feita mecanicamente, mesmo que por um exército de especialistas.

Esses mecanismos – que incluem inteligência artificial, redes neurais, estatística, computação de alto desempenho e visualização de dados – permitem classificar e estimar um padrão ou uma grandeza numérica, ou seja, avaliá-la com base em casos semelhantes. A característica mais interessante desses processos é a capacidade de treinamento desses padrões por meio de exemplos. Isso significa que eles ‘aprendem’ com a experiência. É essa característica que permite discernir quando um determinado gasto está coerente com a posição geográfica e o uso sistemático ou esperado em relação ao perfil social e econômico de um determinado usuário.

Geraldo Cernicchiaro

Coordenação de Física Aplicada,
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

? Ocorre câncer no coração?

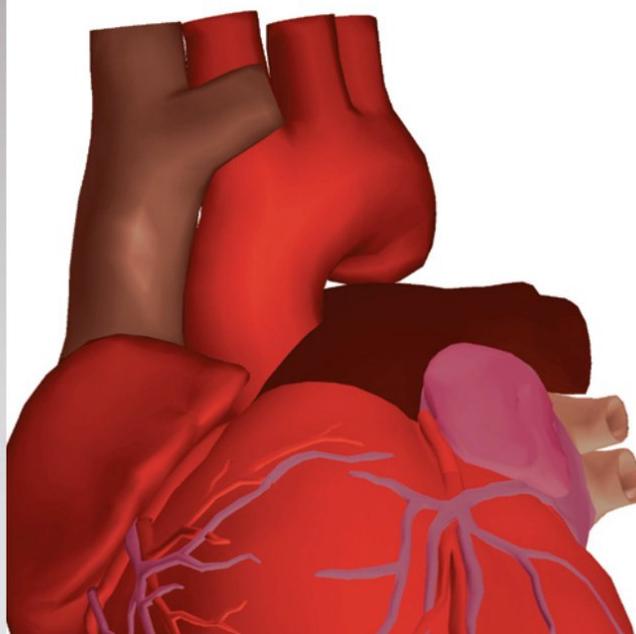
TÁSSIO GUILHERME DALLEK,
POR CORREIO ELETRÔNICO

Os tumores primários do coração são raros, com a ocorrência quase exclusiva dos mixomas de átrio esquerdo, que são massas tumorais móveis que crescem no interior da cavidade atrial, podendo causar transtorno no funcionamento do coração, com conseqüente insuficiência cardíaca direita. O diagnóstico pode ser feito pela ultra-sonografia do coração (ecocardiograma), entre outras técnicas, sendo a retirada cirúrgica um método terapêutico eficaz.

Menos raramente, as metástases (tumores malignos provenientes de uma lesão primária de outro órgão a distância) acometem principalmente a membrana que envolve o coração (pericárdio), apresentando-se como implantes ou derrame pericárdio metastático. Geralmente, representam uma condição clínica grave, cujo tratamento envolve a lesão primária (principalmente nos tumores de pulmão) ou medidas intervencionistas paliativas, como a retirada do líquido pericárdico, usada nos gravíssimos casos de tamponamento, ou seja, extravasamento de grande volume de líquido entre as membranas do pericárdio com falência cardíaca.

Elcio Novaes

Setor de Cardiologia Clínica,
Instituto Nacional do Câncer



? Por que certas canções, como *jingles*, ficam ‘grudadas’ em nossas mentes?

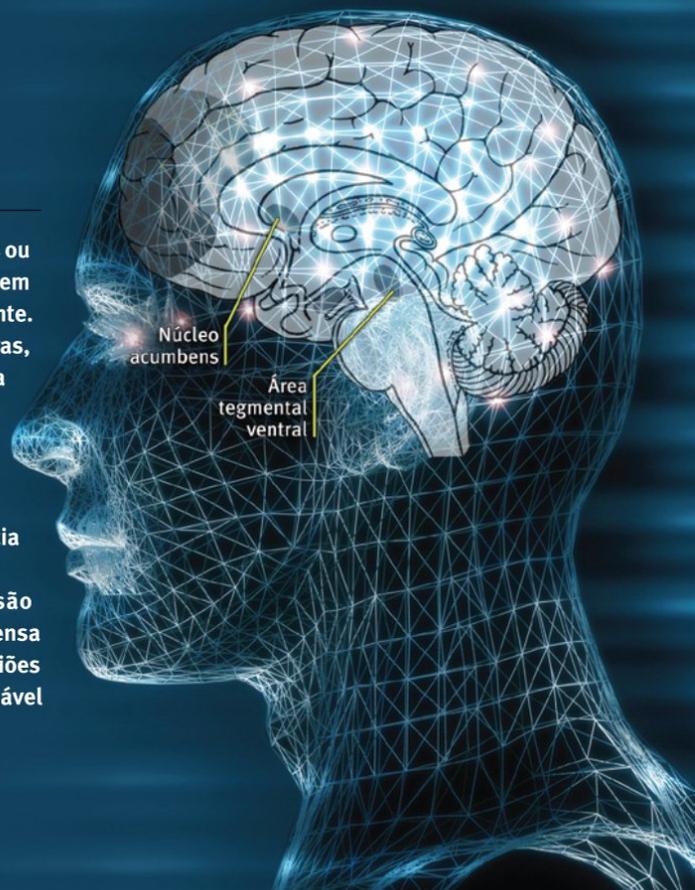
JOSÉ CARLOS PINHEIRO, POR CORREIO ELETRÔNICO

Sabe-se que os fatos ou situações que provocam intensas emoções internas ou que ocorrem em um ambiente carregado de estímulos emocionais são mais bem lembrados do que aqueles vividos em um contexto emocionalmente irrelevante. Algumas músicas, em especial as canções *pop*, os *jingles* e as trilhas sonoras, além de terem um timbre particular e facilmente reconhecível, bem como uma estrutura musical simples, curta e fácil de lembrar – geralmente apoiada em refrão – têm, ainda, uma linha melódica que não só acompanha, mas muitas vezes caracteriza a tensão emocional do momento vivido, fazendo com que a música passe a ser parte integral e indissolúvel da lembrança. Isso fica claro quando assistimos a um filme sem trilha sonora, pois a ausência de sons compromete a absorção emocional do conteúdo transmitido.

De fato, estudos demonstraram que algumas canções populares são capazes de ativar partes do cérebro relacionadas às sensações de recompensa e satisfação, como a área tegmental ventral e o núcleo accumbens. Essas regiões são responsáveis pela liberação da dopamina, o neurotransmissor responsável por essas sensações.

Martín Cammarota

*Centro de Memória, Instituto de Pesquisas Biomédicas,
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul*



? Sou mãe de gêmeos univitelinos que têm tipos sanguíneos diferentes. Heitor é tipo A positivo e Inácio B positivo. Há outros casos assim? Como explicar isso?

JARINA SILVA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Na verdade, esses casos são mais frequentes do que se imagina. O que ocorre nessas situações é o fenômeno do mosaicism. Esse fenômeno refere-se a mutações que acontecem após a fertilização, durante as primeiras etapas do desenvolvimento embrionário de um organismo. Graças a essas mutações, o embrião passa então a ser composto de uma mistura de células, alteradas e normais, isto é, o mesmo indivíduo porta células que são geneticamente distintas (o mosaico).

No caso em questão, o que provavelmente aconteceu foram mutações nas enzimas responsáveis pela síntese dos oligossacarídeos (moléculas contendo açúcares) que compõem os grupos sanguíneos. Heitor e Inácio teriam ambos o grupo sanguíneo AB (A herdado da mãe e B herdado do pai), igual ao do filho mais velho do casal, conforme o relato da leitora. No entanto, devido às mutações mencionadas acima, Heitor teria uma minoria de células expressando AB e a maioria de células expressando o grupo sanguíneo A.

Por outro lado, Inácio teria também uma minoria de células AB e uma maioria expressando o antígeno B. A análise de grupos sanguíneos é rotineiramente feita usando anticorpos que aglutinam ou não as hemácias. Esse teste da hemaglutinação não é muito sensível e possivelmente a população minoritária de células AB dos gêmeos não teria sido detectada, prevalecendo assim o resultado da população majoritária, ou seja, células A para Heitor e células B para Inácio. Existem análises mais precisas para confirmar essa interpretação.

Franklin Rumjanek

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

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

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

AUTONOMIA EM CÉLULAS-TRONCO

FOTO FRED FURTADO



Stevens Kastrup Rehen

Três anos após a sua aprovação, a Lei de Biossegurança gerou seu primeiro fruto: uma linhagem de células-tronco embrionárias totalmente nacional. Resultado de uma colaboração entre o Instituto de Biociências (IB) da Universidade de São Paulo (USP) e o Instituto de Ciências Biomédicas (ICB) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), o feito representa um grande passo para o campo de terapia celular no Brasil. A linhagem brasileira dará autonomia às pesquisas com essas células no país, acabando com a necessidade de importação desse material e com a dependência comercial que esta gerava.

“Temos um mundo de possibilidades com essas células”, afirma o biólogo Stevens Kastrup Rehen, do ICB, colaborador do projeto, coordenado pela geneticista Lygia da Veiga Pereira, do IB. Para ele, a nova linhagem deve ampliar o interesse dos grupos de pesquisa brasileiros em trabalhar com células-tronco embrionárias, bem como permitir uma maior capacitação dos pesquisadores para atuarem nesse campo. Nesta entrevista à *Ciência Hoje*, Rehen fala sobre o significado da conquista, seus usos e os próximos passos, além de outras questões ligadas ao tema.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

Qual o significado dessa conquista?

O domínio das técnicas para a geração de células-tronco a partir de embriões tem uma grande importância para o desenvolvimento da área de terapia celular no Brasil, especialmente em termos de autonomia. Até hoje, foram criadas 260 linhagens de células-tronco embrionárias no mundo, mas nenhuma delas na América Latina. Dependíamos da importação desse material e, mesmo o preço não sendo muito caro, isso criava um problema para a fase posterior da pesquisa. Qualquer produto que gerássemos a partir de uma linhagem importada, como um novo fármaco ou terapia, estaria vinculado a ela, pois assinamos um acordo de transferência de material [MTA, na sigla em inglês]. Provavelmente, teríamos que pagar *royalties* ou mesmo registrar uma patente conjunta, por exemplo. Com as células desenvolvidas aqui, ficamos livres dessa relação comercial, até certo ponto perversa, com os países de origem das linhagens importadas. Tornamo-nos independentes desde a matéria-prima até a geração de componentes com maior valor agregado.

Como essas células foram obtidas?

O mérito é todo da Lygia e da sua aluna Ana Fraga. Montamos o projeto juntos e ela fez o contato com as clínicas de fertilização de São Paulo e Ribeirão Preto. Foram utilizados 250 embriões, seguindo todos os critérios da Lei de Biossegurança – estavam congelados há mais de três anos, seriam descartados e havia consentimento dos genitores. Esses embriões foram colocados em cultura para se desenvolverem e dos 250, 30 chegaram à fase de blastocisto, na qual há a massa celular de onde se extraem as células-tronco. Essa massa foi para uma placa com meio de cultura adequado e, então, veio o desafio, que foi fazer com que esse punhado de células – cerca de 100 – se transformasse em uma colônia. Depois, foi preciso ter sorte e competência para fazer com que elas crescessem e se multiplicassem até o ponto de termos o suficiente para congelar. Esse processo, que se chama derivação, transformou a massa celular interna do blastocisto em uma linhagem, que pode produzir milhares e milhares de células. Parece um processo muito simples, mas na prática é bem mais complicado. Laboratórios vêm tentando obter uma linhagem nacional desde 2005 e até agora ninguém havia conseguido. A primeira célula-tronco animal foi obtida em 1981, já a humana só em 1998. Ou seja, levou-se 17 anos para a adequação dos procedimentos de derivação de roedores para primatas, e 10 anos para realizar o procedimento em nosso país.

Vocês precisaram desenvolver técnicas novas?

Não, mas tivemos que aprender a técnica com pesquisadores de fora. Como eles vinham e ficavam pouco tempo aqui, a equipe foi obrigada a desenvolver sua própria forma de realizar o trabalho. Além disso, trabalhamos com embriões que estavam congelados há três anos e não aqueles frescos, que são os melhores. Tudo isso representa adaptações que têm que ser feitas para que uma tecnologia funcione. Em outras palavras, além da dificuldade da técnica, tivemos um problema extra, que foi adaptar o procedimento à nossa realidade. Por exemplo, nos Estados Unidos, só trabalhei com meio de cultura comprado na forma líquida. Contudo, se tentasse comprar esse meio aqui, seria muito caro e haveria a complicação da importação. Por isso, em nosso laboratório, importamos o meio em pó, que é então diluído. A qualidade da água poderia comprometer o meio produzido, mas ainda assim tivemos sucesso, mesmo com os pesquisadores estrangeiros afirmando que não funcionaria.

Com as células desenvolvidas aqui, ficamos livres dessa relação comercial, até certo ponto perversa, com os países de origem das linhagens importadas

Essa pesquisa começou com a aprovação da Lei de Biossegurança, em março de 2005?

Sim. Retornei do exterior em julho de 2005 e, coincidentemente, na mesma época, o governo federal abriu um edital para projetos com ênfase em terapia celular. Foi quando a Lygia e eu começamos a escrever o projeto. Ele foi aprovado e em março de 2006 veio o dinheiro para iniciá-lo. Nessa época também houve a contestação da lei, mas embora muitos pensassem que ela estava suspensa temporariamente, não foi o caso. Ela sempre esteve em vigor. Obviamente, havia o risco de que se a lei fosse considerada inconstitucional, teríamos que parar tudo, mas resolvemos apostar e foi graças a esses dois anos de trabalho que conseguimos essas linhagens.

Quais serão os usos das células-tronco embrionárias nacionais?

Primeiramente, elas serão disponibilizadas para a comunidade científica brasileira, incentivando esse tipo de pesquisa em nosso país. Há pesquisas com células-tronco de diversas origens: de medula óssea, da polpa do dente, de tecido adiposo etc. Acreditamos que, com a linhagem nacional, o interesse pelo ▶

trabalho com células-tronco embrionárias irá crescer, já que não haverá problemas com importação. Antes, mesmo que um pesquisador quisesse importar as células, o processo não era trivial e muitas vezes ele acabava perdendo o material. Também queremos, por meio da Rede Nacional de Terapia Celular, capacitar mais gente para trabalhar com essas células, permitindo que mantenham suas próprias culturas e dando liberdade para que trabalhem com o que quiserem no campo de doenças importantes para o Brasil. Nos últimos dois anos, 101 pessoas freqüentaram nossos laboratórios e queremos ampliar

lhando com biorreatores, frascos sob agitação nos quais as células crescem aderidas a microesferas, chamadas microcarregadoras, que ficam flutuando no meio. Assim, aumentamos a área de crescimento e diminuimos os riscos de contaminação pela manipulação excessiva de múltiplas placas de cultura. Buscamos também a diferenciação das células-tronco embrionárias em células que produzem dopamina, o neurotransmissor responsável pela sensação de prazer, para ensaios pré-clínicos do mal de Parkinson em camundongos. Também colaboramos com um laboratório aqui do instituto para testes com lesão

medular. Pré-diferenciamos a célula-tronco em neurônio e a injetamos no camundongo imediatamente após lesão na medula espinhal. Estamos procurando ainda uma forma de cultivo que retire ao máximo os componentes animais das células – por exemplo, proteínas adquiridas de células animais –, que podem causar a rejeição das células caso transplantadas. Finalmente, podere-

mos fazer um *screening* [triagem] de novos fármacos. Poderão ser criados neurônios, células do fígado ou outro tipo celular, que serão utilizados para testar medicamentos que tenham efeito sobre esquizofrenia, doenças do fígado ou males que afetam um órgão específico, respectivamente. Normalmente, esse tipo de procedimento é conduzido em células pouco especializadas, como fibroblastos [célula constituinte do tecido conjuntivo]; se a droga não os mata, pode ser considerada apropriada para uso em humanos. Temos um mundo de possibilidades com essas células.

Quando veremos as aplicações dessa tecnologia?

Há dois meses visitamos cinco empresas e sete institutos de pesquisa, sediados na Califórnia [Estados Unidos], e conversamos com executivos e pesquisadores. Uma das companhias, a Geron, tem um protocolo submetido à FDA [a agência de vigilância sanitária norte-americana] para realizar o primeiro teste clínico em humanos de células-tronco embrionárias humanas para tratamento de lesão medular aguda, aquela cujo tratamento ocorre, no máximo, de 15 dias a um mês após o trauma. Haverá outro teste para diabetes, onde as células-tronco embrionárias serão diferenciadas em células do pâncreas, que produz insulina. Nesse caso, as células serão encapsuladas para evitar reações imunológicas e sua função será apenas a de produzir e secretar insulina, elas não serão injetadas diretamente no órgão do paciente. Esses dois testes deverão acontecer no ano que vem ou, no mais tardar, em 2010. ■

Obviamente, havia o risco de que se a lei fosse considerada inconstitucional, teríamos que parar tudo, mas resolvemos apostar e foi graças a esses dois anos de trabalho que conseguimos essas linhagens

esse número. Além disso, como aprendemos a trabalhar com as células-tronco geradas a partir de embriões, poderemos estudar novas estratégias de produção destas, a partir da reprogramação de células adultas.

Vai haver alguma restrição comercial ao uso da linhagem brasileira, como no caso das células importadas?

Essa é uma questão para o Ministério da Saúde e para o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico [CNPq]. São eles que decidirão quais serão os trâmites. A idéia é que todo o conhecimento gerado seja revertido para o Brasil e para o pesquisador que trabalhou com isso. É claro que a Lei de Biossegurança, nesse ponto, restringe um pouco as opções, pois, teoricamente, não se pode criar um produto no laboratório e vendê-lo se ele foi produzido a partir de embriões gerados no Brasil. Isso não quer dizer que não se possa desenvolver um fármaco que mais tarde o governo tenha interesse em distribuir para a população, fazendo os testes necessários, tanto pré-clínicos quanto clínicos.

E quais os próximos passos?

Para se pensar realisticamente em terapias, precisamos de grande quantidade de células, de dezenas de milhões a centenas de milhões. O cultivo tradicional não é capaz de gerar esse volume, a não ser que sejam usadas milhares de placas de cultura, o que é extenuante demais para um pesquisador. Por isso estamos, em cooperação com a Coppe, traba-

Bayes e a inteligência artificial

Franklin Rumjanek

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



Aproveitando a ocasião dos 306 anos do nascimento de Thomas Bayes (ou, se preferirem, 247 anos de sua morte), prestaremos uma homenagem a esse teólogo e matemático que há mais de dois séculos atirou no que viu e acertou em... tudo! Com um teorema agora famoso, publicado postumamente no artigo 'Ensaio sobre a resolução de um problema usando a doutrina das probabilidades', Bayes estabeleceu a base matemática da inferência probabilística, isto é, tornou possível realizar previsões com base na frequência de ocorrência de um determinado evento (ver 'Thomas Bayes: o 'cara!' em CH 228).

Alegam os bayesianos que todas as quantidades incertas podem ser expressas em termos numéricos, o que permite dar tratamento matemático a indagações em qualquer área do conhecimento, seja a economia, as ciências sociais ou a genética. Como nessas áreas sempre há problemas associados à incerteza, o teorema de Bayes tornou-se uma ferramenta muito disseminada, já que permite usar estimativas quantitativas em situações nas quais, antes, isso era impossível. Podemos aplicá-lo, por exemplo, para estimar o sucesso de um investimento financeiro, profetizar uma sentença jurídica, prever o tempo ou fazer aconselhamento genético. Como isso é possível?

O que a interpretação bayesiana faz é conferir ao fato investigado níveis de crença que oportunamente nortearão uma decisão qualquer. O eixo do pensamento bayesiano é uma equação que, em última análise, mede a razão entre a probabilidade *a priori*, que leva em conta apenas o conhecimento dos antecedentes mais imediatos de determinada situação, e a probabilidade *a posteriori*, que considera evidências adicionais relevantes em relação ao que se quer investigar. Em resumo, o teorema de Bayes mede a razão entre duas probabilidades.

Um exemplo talvez explique melhor. Suponhamos que a polícia esteja investigando um crime ocorrido em uma cidade onde 75% dos habitantes são roxos e 25% verdes. Sem levar em conta qualquer outra informação, os detetives podem legitimamente supor que a chance de o criminoso ser uma pessoa roxa é maior, já que essa é a população majoritária. Essa é a probabilidade *a priori*, e ela indica que a chance

de um roxo ser o autor do crime é de 3 para 1 ($75/25 = 3/1 = 3$ – portanto, 3 é a razão entre roxos e verdes). No entanto, ao investigar uma evidência (DNA encontrado no local do crime), um perito identificou uma seqüência que está presente em 5,6% dos verdes e em 0,28% dos roxos. A razão entre essas frequências é 20 ($5,6/0,28$). Dividindo esse valor pelo anterior ($20/3$), encontramos a razão 6,66. Assim, com a probabilidade *a posteriori* associada à evidência, a situação muda drasticamente, e os verdes tornam-se os principais suspeitos – a chance de que um deles seja o criminoso é agora de quase 7 para 1.

Esse é um caso simples, mas o teorema de Bayes se presta também a análises muito mais complexas. Com base nessa lógica foram desenvolvidas as chamadas 'redes bayesianas', que analisam diversas variáveis ao mesmo tempo. Alguém interessado em convidar amigos para um churrasco, por exemplo, sabe que pode chover hoje e pode chover amanhã. Então, qual a probabilidade de chover nos dois dias? A resposta exigirá muitas informações *a posteriori*, que representarão diversas variáveis, e cada variável terá que ser confrontada com as demais, tornando os cálculos extremamente complexos. Por isso, a previsão do tempo necessariamente depende do uso de computadores, capazes de simular as interações entre as variáveis e produzir um valor probabilístico, referente à chuva, que norteará a decisão do anfitrião churrasqueiro.

Aliás, os computadores podem agora ser considerados parceiros quase indispensáveis da pesquisa científica, usando ou não redes bayesianas. Com o aumento constante e extraordinário da capacidade de memória e da velocidade de processamento de dados, eles viabilizam hoje avaliações que até pouco tempo atrás eram impensáveis. A inteligência artificial não é mais ficção. Não está longe o dia em que todas as nossas decisões que se encaixem no universo bayesiano terão sua origem nessas máquinas. ■

Há mais de dois séculos Thomas Bayes atirou no que viu e acertou em... tudo!

Formiga de Marte

De tão estranha, ela foi batizada ‘marciana’; de tão antiga, é quase certo que seus ancestrais tenham convivido com os dinossauros.

Uma nova espécie de formiga descoberta na Amazônia reconta uma saga que começou há 10 anos, quando pesquisadores brasileiros e alemães se defrontaram pela primeira vez com esse inseto de características inusitadas.

*A **Martialis heureka***, como foi batizada, vem reforçar a hipótese de que as formigas tiveram um ancestral semelhante às vespas e que as linhagens mais antigas desses insetos adaptaram-se à vida subterrânea, perdendo a visão e a coloração.

O artigo está em **PNAS (v. 105, n. 39, pp. 14.913-14.917).**

Formigas são animais muito abundantes e presentes na maior parte do ambiente terrestre, com exceção das regiões polares. Esses insetos são mais lembrados pelos prejuízos que causam à agricultura e como invasores de nossas casas do que por sua importância ecológica.

A função das formigas para o ambiente é raramente mencionada em livros escolares de ecologia. É interessante notar como esses insetos são reconhecidos até pelas crianças, que, ao percebê-los, dizem: “Olha! Uma formiga!” Apesar dessa percepção, muitas vezes as crianças – talvez, por estarem mal orientadas pelos adultos – acabam esmagando o diminuto inseto.

Mas, como todos os organismos, as formigas têm seu papel benéfico na natureza. São excelentes predadoras, controlando a população de outros insetos, como é o caso das formigas-de-corteiro, chamadas de taoca na Amazônia. Alguns pássaros dependem delas para se alimentar, pois as seguem, comendo os insetos que tentam escapar delas. Muitas plantas têm cavidades especiais para as formigas construírem ninhos ou produzem líquido açucarado que as atraem. Em troca, as formigas defendem as plantas do ataque de outros insetos. No solo, as formigas produzem inúmeras cavidades, revolvendo a terra e facilitando a infiltração da água das chuvas.

A recente descoberta da nova espécie de formiga *Martialis heureka* (figura) foi um dos resultados obtidos em um programa de cooperação científica entre o Brasil e a Alemanha para estudos em flo-

restas tropicais. Em um dos projetos desse programa, eram estudados animais que vivem no solo, como minhocas, formigas, aranhas, cupins, entre outros. Pesquisadores brasileiros e alemães, especialistas em ecologia da fauna de solo, trabalharam em conjunto entre 1996 e 2003. Na ocasião, procurávamos entender melhor a função desses animais na natureza e sua importância para o equilíbrio ecológico.

Utilizando diferentes tipos de armadilhas para extrair os animais do solo, descobriu-se que, no chão da floresta amazônica, existe grande diversidade de organismos e que estes, alimentando-se das folhas que caem das árvores, são capazes de manter em equilíbrio o frágil ciclo de nutrientes necessário às plantas. Estudamos também o que acontece com esses organismos quando a floresta é derrubada, queimada e transformada para uso agrícola. Observamos o trágico efeito dessa alteração para a fauna do solo e concluímos que essas formas de vida podem ser conservadas quando se adotam certas práticas agrícolas.

A primeira descoberta da *Martialis* ocorreu ainda em 1998, quando fazíamos o levantamento de fauna de solo. Na ocasião, Manfred Verhaagh, do Museu de História Natural de Karlsruhe (Alemanha) e um dos autores do artigo que descreve a nova espécie, observou que, em um frasco, havia dois exemplares muito diferentes, entre centenas de formigas coletadas. Em visita ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, Manfred levou os dois exemplares para mostrá-los ao pesquisador Carlos Brandão, também especialista em

CORTESIA DE C. RABELING E M. VERHAAGH



Visão lateral (ao lado) e dorsal da operária da *M. heureka*, encontrada na folhagem do chão da floresta amazônica

ecologia de formigas. Mas, para a surpresa de ambos, o recipiente com álcool abriu-se na viagem, e as formigas estavam secas e aderidas à parede do frasco. Os dois pesquisadores tentaram tudo para recuperá-las (inclusive, uso de ultra-som), mas elas foram destruídas na extração.

Naquele momento, Manfred e Brandão suspeitavam tratar-se de uma espécie nova para a ciência, mas não puderam prosseguir com as investigações. Em 2003, Christian Rabeling, estudante orientado por Manfred e também autor do artigo (assinado ainda por Jeremy Brown, da Universidade do Texas, Estados Unidos), estava na Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus, estudando um tipo de formiga que cultiva fungos. No fim de uma tarde, Christian preparava-se para retornar ao laboratório e viu uma formiga sobre as folhas no chão da floresta. Mostrou o

exemplar para Manfred, e este confirmou que a estranha formiga, com cerca de 3 mm de comprimento, tinha sido redescoberta. Christian foi cursar o doutorado na Universidade do Texas e, em uma visita ao Museu de Zoologia Comparada da Universidade Harvard (Estados Unidos), levou o exemplar para Stefan Cover, o curador da coleção de formigas. Stefan sugeriu que se mostrasse o exemplar a Edward Wilson, um grande estudioso de formigas.

Ao entrar na sala, Wilson disse: “Stefan contou-me que você descobriu uma formiga que ele nunca viu! Considerando que Stefan conhece formigas de todo o planeta”, disse brincando, “esta deve ter vindo de Marte”. Então, Christian lembrando do bom humor de Wilson, decidiu dar o nome à formiga de *Martialis* (vindo de Marte, em grego) *heureka* (“achei!”, em grego).

Essa nova espécie foi classificada em uma nova subfamília denominada Martialinae. Entre os cientistas, a opinião sobre a origem das formigas é que elas tiveram um ancestral parecido com as vespas, e que a formiga viva mais primitiva deveria se assemelhar a estas. Em 2006, outros estudos, baseados em análise de DNA (material genético) em formigas, sugeriram que aquelas de hábito subterrâneo, cegas e de coloração pálida, como a *M. heureka*, seriam hoje os ancestrais vivos mais antigos.

A descoberta da *Martialis heureka*, que provavelmente habita a Terra há mais de 100 milhões de anos, vem reforçar a hipótese de que as formigas subterrâneas surgiram no início da evolução, sendo que uma das diferentes linhagens, semelhante à *Martialis*, adaptou-se à vida subterrânea, perdendo a visão e a coloração.

A fauna de formigas da Amazônia ainda é pouco conhecida pela ciência. Não é surpresa encontrar novas espécies na região. O solo, por exemplo, é um ambiente de grande diversidade, mas ainda pouco estudado. Nosso próximo passo será intensificar as coletas de formigas de solo no local da descoberta, testando métodos mais eficientes de extração, e continuar os estudos sobre a ecologia desse curioso grupo de formigas.

Marcos Vinicius Bastos Garcia

Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental,
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Manaus)

ECOLOGIA Um quarto dos mamíferos terrestres corre risco de extinção

Mamíferos sob ameaça

O mais minucioso e amplo banco de dados sobre os mamíferos do planeta informa: um quarto desses animais está ameaçado de extinção. Entre aqueles que habitam os mares e oceanos, a fração sobe para um terço. Os resultados foram divulgados pela União Internacional para a Conservação da Natureza, mais conhecida pela sigla IUCN. O trabalho contou com a participação de pesquisadores e instituições do Brasil.

O banco de dados, que é parte da chamada 'Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas', aponta a existência de 5.487 espécies de mamíferos, muitos conhecidos desde 1500. As maiores ameaças para os espécimes terrestres são o desflorestamento e a caça para comida ou fins medicinais (algumas culturas acreditam que partes do corpo desses animais, chifres, por exemplo, têm poderes medicinais). Entre os marinhos, as maiores ameaças recaem sobre a poluição, a captura acidental em redes de pesca (sabe-se que nem sempre se aplica o qualificativo 'acidental') ou o choque contra embarcações.

Para além do risco de extinção em si, há boas e más notícias. Muitos animais que estavam praticamente extintos voltaram à natureza, como é o caso do furão-do-pé-preto norte-americano. O elefante africano saiu da classificação de 'vulnerável' indo para a 'quase em ameaça' (ao todo, são sete

categorias, sendo que uma delas é 'deficiência de dados'). Desde 1996, 349 novas espécies foram descobertas.

O lado ruim da situação: 188 animais da lista estão criticamente ameaçados, entre eles a lebre europeia (*Oryctolagus cuniculus*) e o lince (*Lynx pardinus*), cuja população, em declínio, pode ter no máximo 143 adultos. Possivelmente, já há na lista espécies extintas: por exemplo, o baiji, golfinho de água doce chinês. Desde 1500, 76 espécies foram extintas. Esperam-se mais extinções nos próximos anos.

Crise ou conservação?

No cômputo geral, metade da lista sofre o chamado declínio de população. Há 839 espécies sobre as quais os dados são deficientes, a ponto de não ser possível estabelecer iniciativas de preservação.

O sul e o sudeste asiáticos são as regiões onde os mamíferos terrestres e marinhos correm o maior risco, devido ao crescimento populacional.

Quase 80% dos primatas desse canto do mundo estão sob risco de extinção.

No cenário geral, teme-se que a crise financeira mundial leve os governantes a um pensamento do tipo 'a crise é mais urgente; a conservação pode esperar'. Segundo os autores, o correto seria: 'a crise é passageira; a conservação é mais urgente e perene e terá graves implicações planetárias, caso seja deixada de lado'.

O documento pretende ser um tipo de 'norte' para as agências nacionais que tratam da conservação de espécies do planeta. Participaram cerca de 1,7 mil pesquisadores de 130 países, incluindo o Brasil, com a Universidade Federal de Minas Gerais, o Instituto de Pesquisas Ecológicas (SP) e o Museu Emílio Goeldi (PA).

A página da IUCN (<http://www.iucn.org/>) traz a lista de animais ameaçados, além de vasto material sobre o tema.

Science, 03/10/08

FOTO: ALICIA WIRZ

Elefante africano, que saiu da categoria 'vulnerável', graças a projetos de conservação



MEDICINA

VENTILAÇÃO E MORTE SÚBITA

Desvendada mais uma possível causa da chamada síndrome da morte súbita em bebês: o ventilador. Ou melhor, a ausência dele. Manter a ventilação nos ambientes em que as crianças dormem parece diminuir significativamente os óbitos, segundo estudo recente com centenas de mães que passaram por essa tragédia familiar.

O simples fato de um ventilador estar ligado parece diminuir em até 72% a morte dos bebês (esse índice chega a 94% para ambientes em que a temperatura média é superior a 21°C). Segundo os autores, a movimentação do ar evita que ‘bolsões’ de dióxido de carbono (produto da respiração) formem-se em torno do nariz e da boca da criança, que passa a inspirá-lo, em vez de um ar rico em oxigênio.

Tão ou mais importante, no entanto, é manter a criança dormindo com a barriga para cima. Há fortes evidências de que essa medida simples tenha levado a uma diminuição de 56% nos casos de morte pela síndrome entre 1992 e 2003 nos Estados Unidos.

Além de dormir de barriga para baixo, outras possíveis causas são: não usar chupeta; colocar pano ou lençol sobre a cabeça do bebê; dormir em uma superfície muito macia ou na cama com os pais.

Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine, v. 162, n. 10, pp. 963-968, 2008

PARACETAMOL E ASMA • Paracetamol no primeiro ano de vida aumenta o risco de a criança desenvolver, por volta dos seis ou sete anos de idade, asma, rinite e eczema (doença da pele). O estudo é portentoso: foram analisadas mais de 200 mil crianças de 31 países. A pesquisa mostrou que, quanto maior a dose, mais alto é o risco. Os autores, porém, dizem que as crianças não devem parar de tomar paracetamol em caso de febre. O indicado é usar o medicamento apenas quando a temperatura corporal passar de 38,5°C. Na infância, o ácido acetilsalicílico (aspirina) é contra-indicado, pois aumenta o risco da síndrome de Reye, caracterizada por danos cerebrais e no fígado. Mesmo os asmáticos devem preferir o paracetamol, já que aspirina e ibuprofeno podem provocar ataques de asma (*The Lancet*, 20/09/08).

SATISFAÇÃO COM AZEITE • Às vezes, é difícil, para quem está fazendo dieta para emagrecer, evitar aquela ‘beliscada’ entre as refeições. A solução é simples: azeite. Esse condimento contém uma substância (ácido oléico) que, ao chegar ao intestino, participa da formação de um hormônio (conhecido pela sigla OEA) que ajuda a evitar aquele episódio de fome depois da refeição. Em outras palavras, o azeite prolonga a sensação de saciedade. Segundo os autores, é a primeira vez que se descreve um componente de um alimento que serve como matéria-prima para a produção de um hormônio. (*Cell Metabolism*, outubro de 2008)

SINTONIA FINA

Na chamada era vitoriana – uma alusão ao reinado da rainha Vitória (1819-1901), que se inicia em 1837 e se estende até sua morte – era moda manter primatas em cativeiro por puro entretenimento de outro primata, o *Homo sapiens*. Passados quase dois séculos, um projeto de lei apresentado no último dia 14 de outubro proíbe, no Reino Unido, a criação, a venda, a compra e o cativeiro doméstico desses animais. Neste momento, não é ilegal manter um macaco em casa como animal de estimação naquele país, graças a um ‘furo’ na lei. Segundo Mark Pritchard, membro conservador do Parlamento que apresentou o projeto, estima-se que haja atualmente cerca de 3 mil primatas em cativeiro no Reino Unido, muitos em jaulas pequenas ou presos por corrente. Agora, segundo o político, o Reino Unido quer dar um exemplo ao mundo no que diz respeito aos direitos dos primatas. “Espero que o Reino Unido proíba o comércio de primatas como animais domésticos para sempre”, disse Pritchard à *CH*. Os conservacionistas reforçam o bordão: a venda legal alimenta a ilegal. Joey (foto) tornou-se um tipo de símbolo da campanha. Ele, um macaco capuchinho, passou nove anos em uma jaula apertada. Hoje, está com a coluna vertebral torta, ossos fracos, bacia deslocada e problemas na mandíbula e nos dentes. Joey vive agora na Fundação Santuário de Macacos (www.monkeysanctuary.org), reserva especializada em tratar primatas no Reino Unido. A argumentação (em inglês) de Pritchard está em <http://www.markpritchard.com/>.

Teste: digite ‘macaco capuchinho’ no Google. O leitor verá que se podem comprar filhotes na Bahia, no Rio de Janeiro e, espantosamente, muitos em Portugal (vendas, por vezes, disfarçadas pela palavra ‘adoção’). Estima-se que metade dos primatas do planeta sofra risco de extinção (veja ‘Destaque’ desta edição).

Joey, o macaco capuchinho que foi criado desde os três meses de idade em uma jaula apertada e hoje tem problemas nos ossos e na coluna vertebral

THE MONKEY SANCTUARY TRUST (REG. CH. NO. 1102532)





FOTOS: TOM WENSELEERS

TUDO PELO BEM COMUM • Um exemplo de abnegação e desprendimento (que bem poderia inspirar alguns políticos e servidores públicos) vem da diminuta formiga brasileira *Forelius pusillus*, habitante de canaviais. Todas as noites, por volta das 20h, em um ato de sacrifício, em nome do bem da comunidade, um grupo de operárias trabalha incessantemente, carregando grãos de areia. Objetivo: fechar a abertura do formigueiro. Terminado o trabalho, que se estende por cerca de 50 minutos, até oito delas ficam do lado de fora. Manhã seguinte, por volta das 10h, as entradas começam a se abrir, de dentro para fora. Não há praticamente sobreviventes entre as 'voluntárias'.

Esse é o primeiro caso conhecido de suicídio sem a ameaça de predadores. Conhecem-se espécies de formigas, abelhas e vespas que se sacrificam em prol da colônia. Porém, sempre na presença de um inimigo.

Perguntas cujas respostas são, por enquanto, conjecturas. Quem são os 'escolhidos' para ficar do lado de fora? Talvez, indivíduos velhos ou doentes, segundo Adam Tofilski, da Universidade de Cracóvia (Polônia), que gentilmente cedeu à CH as imagens para este 'Em Foco'. Por que essas abnegadas morrem? Sabe-se que a *F. pusillus*, que tem em média 2 mm de comprimento, não é muito resistente. Talvez as formigas morram por queimarem todas as calorias, sem repô-las, ou ficarem desidratadas. Por que escondem a entrada do formigueiro? É possível que para a proteção contra ataques em grande escala de outras formigas.

A resposta para essas e outras questões ajudará a entender o altruísmo entre os insetos. Curiosidade: a pesquisa foi realizada em São Simão, no estado de São Paulo. *The American Naturalist*, novembro 2008

Em A e B, operárias arrastando grãos de terra e areia para selar a abertura do formigueiro. Em C, orifício praticamente fechado, com uma das 'voluntárias' do lado de fora

MEDICINA

TESTE DE SANGUE PARA DOWN

São boas as chances de, nos próximos anos, um teste sanguíneo para a síndrome de Down substituir os exames disponíveis hoje no mercado, invasivos e, portanto, perigosos para o feto.

O novo teste tem como base a coleta de DNA fetal presente no sangue da mãe. A partir desse material, busca-se saber se a proporção de material genético vindo do cromossomo 21 é mais alta. Se sim, pode ser um indicativo de que o feto é portador dessa síndrome, marcada pelo retardamento mental em função de uma cópia extra desse cromossomo.

Os testes atuais implicam a inserção de uma agulha na mãe

para a retirada de amostra do líquido que protege o feto ou a coleta de material do vilo coriônico (região da placenta).

O teste foi avaliado até agora com 400 grávidas. Espera-se que até metade do ano que vem esse número chegue à casa dos milhares. Mas é possível que anos se passem antes de o exame chegar aos laboratórios de análises clínicas.

Segundo os autores, da Universidade Stanford (Estados Unidos), o teste, caso aprovado, servirá para detectar outras doenças ligadas a problemas nos cromossomos.

PNAS, 06/10/08 on-line

DIABETES E BACTÉRIA • A próxima geração de medicamentos para tratar o diabetes do tipo 1 pode ser à base de bactérias que vivem no intestino de mamíferos. Esses microrganismos, que formam a chamada flora intestinal, ajudaram a impedir o desenvolvimento da doença em camundongos modificados geneticamente. Parte dos roedores (aqueles sem esse 'exército' bacteriano) desenvolveu quadros severos de diabetes do tipo 1, doença caracterizada pela destruição, pelo sistema de defesa do próprio organismo, de células do pâncreas especializadas em produzir o hormônio insulina, que controla os níveis de açúcar no sangue. Quando os animais receberam um coquetel com os microrganismos intestinais, a incidência da doença foi significativamente reduzida. Os pesquisadores alegam que a interação entre o sistema imune e essas bactérias pode ser um fator crítico para modificar a susceptibilidade à doença. Estudos posteriores tentarão desvendar que espécie de bactéria tem essa capacidade protetora. (*Nature* 21/09/08 on-line)

VACINA PARA CÂNCER DE MAMA • Uma vacina mostrou resultados promissores em roedores para um tipo de câncer de mama agressivo. Presentes em até 30% dos casos da doença, esses tumores apresentam excesso da proteína HER2. Basicamente, a vacina age em duas frentes: i) leva o sistema imune a produzir grandes quantidades dessa proteína, o que incita o sistema imune a atacá-la; ii) por meio de outro composto, 'silencia' as células T, aquelas que 'freiam' reações muito intensas do sistema imune. Além de eliminar completamente o tumor nos camundongos, a vacina também preveniu o surgimento da doença nos animais vacinados. Acredita-se que a estratégia serviria principalmente para as pacientes em que as drogas usadas contra esse tipo de tumor (por exemplo, herceptina) não funcionam. O alerta dos especialistas: tudo ainda está muito no início. E o que funciona em roedores nem sempre tem o mesmo efeito em humanos. (*Cancer Research*, v. 68, pp. 7.502-7.511, 2008)

SINTONIA FINA

Em 2005, Josh Villa, aos 26 anos de idade, foi arremessado para fora de seu carro em um acidente. Sofreu danos cerebrais sérios e entrou em coma. Passados três anos, sem melhora em seu estado, estava prestes a ser enviado para casa quando a pesquisadora Theresa Pape, do Departamento de Assuntos para Veteranos de Guerra dos Estados Unidos, em Chicago, resolveu submetê-lo a um tratamento experimental que havia mostrado resultados modestos em casos de enxaqueca, depressão, Parkinson e derrames. Com a ajuda de um equipamento que gera um campo magnético (semelhante ao criado pelos ímãs), Josh foi submetido a sessões dessa aplicação. Na 15ª delas (de um total previsto de 30), o paciente começou a mexer a cabeça em direção à pessoa que falava com ele. Pouco depois, passou a pronunciar expressões simples, como "ajude-me". Já em casa, sob os cuidados da família, Josh movimenta lábios e pisca os olhos quando lhe perguntam algo. A mãe diz que ele reclama quando é virado na cama e que sua interação com o mundo aumenta dia após dia. Pape acredita que as sessões de campo magnético foram as responsáveis. Especialistas, porém, alertam que, como é comum em pacientes com coma, a melhora pode ter ocorrido por outros fatores, mas que a chamada estimulação magnética transcraniana merece ser investigada com mais profundidade para esses casos. Pape pretende aplicar a EMT em outro paciente ainda este ano.

Voluntário com o aparelho de estimulação magnética transcraniana



DIVULGAÇÃO

SINTONIA FINA

A estrela na foto tem lá seus atributos de beleza, com tons de amarelo, vermelho, laranja e verde. Mas a 'estrela' da imagem, na verdade, é aquele ponto desbotado, quase imperceptível, na parte superior. Ele é o mais forte candidato até o momento ao título de primeiro planeta orbitando uma estrela 'normal'. Entenda-se este último adjetivo: parecida com o Sol. Os exoplanetas descobertos flagrados até agora giram em torno das chamadas anãs marrons, cujo brilho é fraco. O recém-descoberto exoplaneta tem as seguintes características: tamanho aproximado ao de Júpiter, sendo também mais quente que este, com temperatura média de 1,5 mil graus celsius (a de Júpiter é -110°C). A estrela é mais jovem que o Sol: ela nasceu há cerca de 5 milhões de anos (o Sol tem lá seus 4,5 bilhões de anos). O planeta está a 500 anos-luz da Terra (algo como mil trilhões de km), portanto fora do Sistema Solar. A descoberta foi feita com o telescópio Gemini, no Havai.



O 'ponto' (acima) é o candidato mais forte até o momento a primeiro planeta orbitando uma estrela 'normal'

GEMINI OBSERVATORY

Em 2015, as mortes por malária no planeta estarão reduzidas a praticamente zero. Até lá, espera-se que sejam salvas cerca de 4,2 milhões de vidas. Hoje, a doença ainda mata 1 milhão de pessoas no mundo, a maioria delas crianças africanas. Os objetivos ambiciosos são parte do novo Plano de Ação Global contra a Malária, lançado em 25 de setembro último, que reúne governos, iniciativa privada e organizações não governamentais. No lançamento, na sede da Organização das Nações Unidas, em Nova York (Estados Unidos), estavam presentes Bono, vocalista da banda de rock U2, o casal Gates e o primeiro-ministro britânico, Gordon Brown. O programa, previsto para durar oito anos, espera arrecadar, até 2010, cerca de US\$ 6 bilhões (cerca de R\$ 12 bilhões). O saldo inicial foi animador: metade já está assegurada. A pesquisa de novos medicamentos, vacinas e inseticidas vai precisar de algo entre US\$ 700 e US\$ 900 milhões por ano. Nesse quesito, o cenário nebuloso: há, por enquanto, só US\$ 168 milhões doados pela Fundação Bill e Melinda Gates. Além de ambiciosa, a ação já mereceu o qualificativo 'irrealista' e até "tolo", como mostra reportagem em *Science* (03/10/08, p. 26), que lista as boas intenções anteriores (entenda-se, planos igualmente ambiciosos e globais que não cumpriram as metas).

MEDICINA

VITAMINA B E ALZHEIMER

Altas doses de vitamina B parecem não diminuir o ritmo do declínio cognitivo em portadores de Alzheimer. Esse é o resultado do primeiro estudo de longa duração para verificar a relação entre altas doses desses complexos vitamínicos e quadros leves e moderados dessa doença neurodegenerativa, marcada pela perda de memória.

A relação explica-se: é comum encontrar pacientes com Alzheimer com níveis elevados de um composto chamado homocisteína, sobre o qual pesam evidências de que desempenhe algum papel no mecanismo da doença. Por outro lado, sabe-se que as vitaminas do complexo B (ácido fólico, B6 e B12) aceleram a degradação da homocisteína. Assim, seria evidente suspeitar que altas doses de vitamina B alterassem a progressão da doença.

Essa relação sai pelo menos muito enfraquecida de um estudo de 18 meses, que envolveu 409 portadores. Os níveis de homocisteína baixaram, mas não foi notada diferença de cognição entre o grupo que tomou a vitamina e outro que ingeriu uma substância inócua (placebo). As habilidades cognitivas dos voluntários foi medida por meio de um teste padronizado chamado ADAS-cog.

No comentário, dois pesquisadores afirmam que o uso clínico de complexos vitamínicos para prevenir o declínio cognitivo em pacientes com Alzheimer não se justifica.

JAMA, 15/10/08

HIV CENTENÁRIO • Análise genética das amostras mais antigas conhecidas do HIV (vírus da Aids) indica que ele foi transmitido para os humanos (possivelmente, pela ingestão da carne de macacos) entre 1884 e 1924. Acredita-se que o sucesso de sua propagação esteja ligado ao desenvolvimento de cidades no início do século, como Leopoldville (hoje, Kinshasa), capital da República Democrática do Congo, de onde vêm as amostras mais antigas do vírus. (*Nature*, 02/10/08)

VINHO BRANCO REABILITADO • Boa notícia para os apreciadores de vinho branco. Pesquisa mostra que os benefícios da bebida para o coração são similares ao do tinto. No estudo, ratos cuja dieta incluía a bebida sofreram, depois de um infarto, menos danos no tecido cardíaco quando comparados àqueles que ingeriram água ou álcool. Segundo os autores, substâncias presentes no vinho branco parecem ter um poder protetor sobre as mitocôndrias, as 'fábricas' de energia celular, que, se danificadas, levam as células a cometer 'suicídio' (um processo denominado apoptose). Um dos autores, em entrevista à revista britânica *New Scientist*, é peremptório em seu julgamento: uma ou duas taças de vinho branco por dia trazem os mesmos benefícios para o coração que o vinho tinto. (*Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 56, n. 20, pp. 9.362-9.373, 2008)



BIOLOGIA

BONOBOS: PAZ E AMOR?

Na sociedade dos chimpanzés, os machos dominam, praticam agressão física e, por vezes, atacam e comem outros primatas. Já entre os bonobos, as fêmeas exercem a dominância, não há agressão física e, quando apelam para uma dieta carnívora, geralmente optam por animais de pequeno porte, como roedores e esquilos.

Bonobos (*Pan paniscus*) geralmente resolvem conflitos e reconciliam-se por meio de relações homo e heterossexuais. Agora, há provas de que essa visão sobre essa sociedade ‘paz e amor’ pode estar equivocada. Esses animais, que vivem nas florestas baixas da República Democrática do Congo, na África, foram flagrados caçando jovens primatas de outras espécies.

Primeiramente, as evidências vieram da observação de fezes recentes em que havia restos de um mangabei preto. Porém, restava a dúvida: a presa havia sido caçada pelos bonobos ou estes haviam comido os restos deixados por outro predador?

Os cinco anos de observação dos bonobos no Parque Nacional Salonga, no Congo, renderam uma constatação surpreendente: três episódios em que os bonobos saíram para caçar, apanharam outros primatas e os comeram (em outras duas saídas, não conseguiram agarrar a presa). E isso com a participação das fêmeas (entre os chimpanzés, apenas os machos caçam).

Os resultados desafiam a teoria de que a dominação do macho e a violência física devem estar ligadas ao comportamento de caça, uma idéia defendida pelas primeiras teorias sobre a evolução da agressão em primatas, incluindo os humanos.

Current Biology, 14/10/08

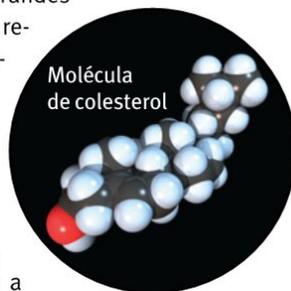
Bonobo no Zoológico de Cincinnati (Estados Unidos)



FOTO KABIR BAKIE

SINTONIA FINA

Para quem tem interesse científico, profissional ou pessoal pelo tema colesterol, esta coluna recomenda reportagem recente da revista *Science* (10/10/08, pp. 220-223, em inglês). O texto, cujo título é algo como ‘Colesterol foge do roteiro’, destrói mitos ou, pelo menos, coloca-os na berlinda: i) nem mesmo baixar o mau colesterol (LDL) para evitar ataques cardíacos é consenso, apesar das abundantes evidências nesse sentido; ii) aumentar o bom colesterol (HDL), cuja função não se conhece, diminui o risco de problemas cardíacos? Ninguém sabe; iii) para grandes nomes da área, não há relação entre o HDL e o risco para as doenças coronarianas (por sinal, estudo em larga escala com a droga torcetrapibe, que aumenta o HDL, foi interrompido, pois os pacientes que a tomaram apresentavam 60% mais de chance de morrer). Pesquisas com tribos de caçadores e coletores sugerem que o nível adequado de LDL para os humanos deve ser em torno de 70 (na China rural, esses níveis estão em torno de 60 e 70, e a incidência de doenças cardíacas é 15 vezes menor lá do que nos Estados Unidos). Para alguns, é preciso acrescentar o item ‘inflamação’ (ou, mais explicitamente, a proteína que indica a inflamação) no binômio colesterol-doença cardíaca. Em resumo: a reportagem mostra que ainda se está longe de uma resposta definitiva sobre o papel do colesterol nas doenças cardíacas. O único ponto próximo a um consenso: baixar o LDL baixa o risco de ataque cardíaco. Para quem tem acesso ao portal Capes de Periódicos (<http://www.periodicos.capes.gov.br>), o endereço da reportagem: <http://www.sciencemag.org/cgi/reprint/322/5899/220.pdf>.



Cássio Leite Vieira

Ciência Hoje/RJ

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

Ao longo da evolução, a humanidade vem aprendendo a conviver com o meio ambiente e o espaço em que vive. Por motivos de saúde, a higiene tornou-se cada vez mais necessária, mas os produtos que usamos para isso podem provocar poluição e efeitos adversos nos próprios humanos. Um exemplo está nos nonilfenóis-etoxilados, compostos químicos presentes em certos produtos de limpeza e cosméticos. A degradação desses compostos por microrganismos gera subprodutos capazes de interferir no equilíbrio hormonal. Estudos já detectaram tais substâncias em diferentes compartimentos do meio ambiente. Eles também já foram encontrados no leite de mulheres italianas, o que pode representar um risco para recém-nascidos. Embora os nonilfenóis já sejam proibidos ou limitados em outros países, no Brasil a legislação ainda permite sua produção e seu uso.

Cláudio Eduardo Azevedo e Silva

Laboratório de Radioisótopos

Eduardo Penna Franca,

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho,

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Sérgio Augusto Coelho de Souza

Márcio Rodrigues Miranda

Laboratório de Traçadores

Wolfgang Christian Pfeiffer,

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho,

Universidade Federal do Rio de Janeiro



Solução

**Componente
de detergentes
e cosméticos
pode dar origem
a substâncias tóxicas**

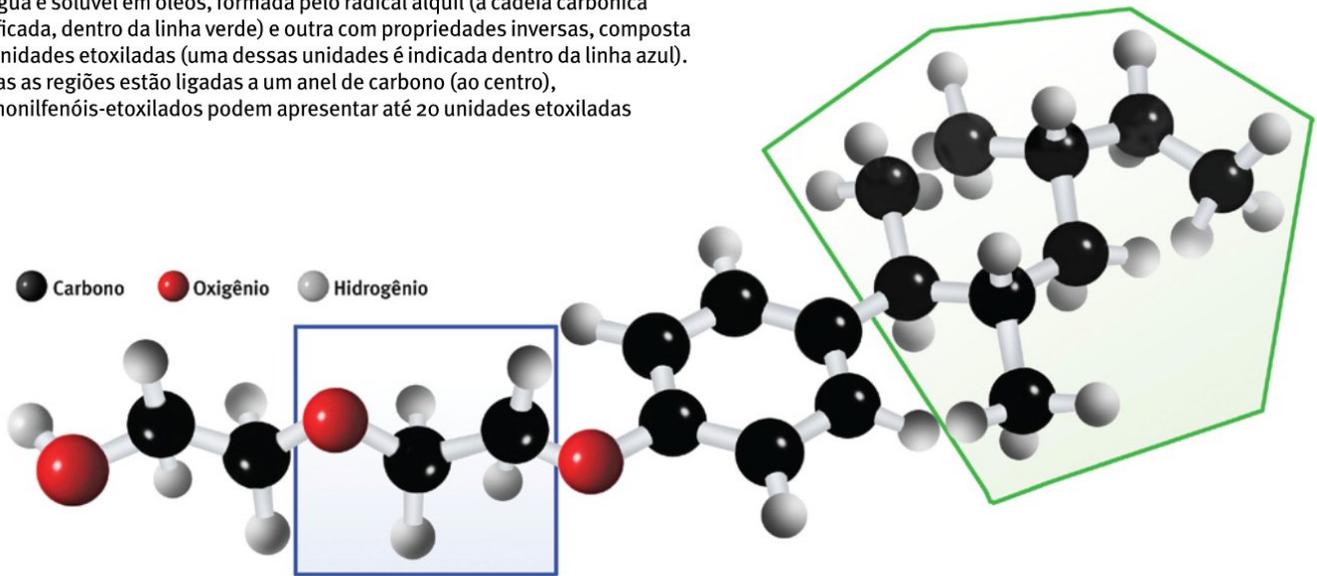


biode(sa)gradável

O uso de produtos de limpeza é um hábito comum da sociedade humana atual. Acredita-se que o sabão foi descoberto acidentalmente, a partir da fervura de gordura animal contendo cinzas. Em geral, o sabão comum é um sal de sódio solúvel em água, ligado a um grupo químico com átomos de carbono encadeados (cadeia de carbono). Os problemas relacionados ao uso de sabões comuns em 'água dura' – com grande quantidade de íons, em especial de cálcio e magnésio, que reagem com as moléculas do sabão e prejudicam sua ação de limpeza – levaram ao desenvolvimento dos detergentes sintéticos. ▶

MARLENE BERGAMO/FOLHA IMAGEM

Figura 1. A molécula dos nonilfenóis-etoxilados apresenta uma região insolúvel em água e solúvel em óleos, formada pelo radical alquil (a cadeia carbônica ramificada, dentro da linha verde) e outra com propriedades inversas, composta por unidades etoxiladas (uma dessas unidades é indicada dentro da linha azul). Ambas as regiões estão ligadas a um anel de carbono (ao centro), e os nonilfenóis-etoxilados podem apresentar até 20 unidades etoxiladas



Esses detergentes têm como princípio ativo os chamados 'agentes surfactantes', compostos capazes de reduzir a tensão superficial de um líquido, o que permite a mistura de substâncias de polaridades diferentes, facilitando a remoção da 'sujeira'. A contaminação ambiental por essas substâncias começou quando os antigos sabões foram substituídos, entre as décadas de 1940 e 1970, pelos detergentes sintéticos. O principal surfactante sintético (alquilbenzeno sulfonato) surgiu na década de 1940 e seu desempenho melhor que o do sabão tradicional fez com que tivesse grande aceitação no mercado, sendo consumido mundialmente em larga escala.

Foi nesse período que surgiram problemas nas estações de tratamento de esgoto e apareceram espumas em rios. As espumas dificultam o processo de aeração (da matéria orgânica) nos tanques de tratamento de efluentes, o que propicia o transporte a longas distâncias de inúmeros poluentes e bactérias, que normalmente seriam eliminados nesse tratamento. Isso acarretou a proibição ou restrição de surfactantes não biodegradáveis e o desenvolvimento de produtos biodegradáveis. No entanto, devido ao baixo custo e à falta de legislação específica, países da América Latina continuam utilizando produtos não-biodegradáveis e biodegradáveis também já proibidos ou restritos em outras regiões do mundo, como os alquilfenóis-etoxilados (dos quais os nonilfenóis-etoxilados são os principais representantes). Mesmo restrito ou proibido em outros países, em função da toxicidade dos produtos formados pela sua degradação, no Brasil o uso dos nonilfenóis-etoxilados ainda é liberado.

Diferentes aplicações

Os alquilfenóis-etoxilados são uma classe de surfactantes amplamente usados na indústria, na agricultura e em aplicações domésticas, e os nonilfenóis-etoxilados representam 80% da produção total desses alquilfenóis. A molécula do nonilfenol-etoxilado (figura 1) apresenta duas regiões distintas, ambas ligadas a um anel aromático (anel formado por seis átomos de carbono ligados entre si). Uma dessas regiões, formada pelo radical alquil (a cadeia com nove átomos de carbono), é hidrofóbica ou lipofílica (insolúvel em água e solúvel em óleos). A outra, com propriedades opostas (solúvel em água e insolúvel em óleos), é a outra cadeia, formada por unidades etoxiladas, ou seja, moléculas de óxido de etileno ligadas em seqüência. O número de unidades etoxiladas, ou seja, o grau de etoxilação da molécula determina sua solubilidade em água: quanto maior o grau de etoxilação, maior será a cadeia formada, aumentando a solubilidade. Nonilfenóis com poucas unidades etoxiladas (menos de cinco) têm baixa solubilidade em água.

As variações na solubilidade permitem diversas aplicações para esses produtos, como emulsificantes, surfactantes ou dispersantes, em numerosas indústrias: química, fotográfica, têxtil, de celulose e papel, de tintas e vernizes, de produtos agropecuários (na formulação de pesticidas, por exemplo) e outras. Entre as aplicações domésticas, destacam-se produtos de limpeza, medicamentos e cosméticos.

Degradação incompleta traz riscos

Os nonilfenóis-etoxilados e os produtos de sua degradação chegam aos rios e outros ambientes aquáticos principalmente por meio do despejo de esgoto bruto, ou de efluentes das estações de tratamento de esgoto e de resíduos industriais. Podem se distribuir na água, no sedimento de fundo, no ar e nos organismos. Também podem contaminar ambientes terrestres, quando o lodo gerado em estações de tratamento é usado como adubo em plantações ou nestas são aplicadas pesticidas que contenham tais substâncias. No Reino Unido, um estudo estimou que 83% dos nonilfenóis-etoxilados produzidos chegam ao ambiente, e que 37% atingem ambientes aquáticos.

Os nonilfenóis-etoxilados e compostos derivados apresentam grande adsorção em lodos, solos, sedimentos e materiais particulados. A grande afinidade pelo sedimento faz com que esse meio tenha um papel importante na degradação desses compostos. Os microrganismos presentes no sedimento são responsáveis pela degradação primária desses nonilfenóis, ou seja, por modificações moleculares que fazem com que percam a propriedade surfactante.

Nas estações de tratamento de esgoto convencionais, a biodegradação dos alquilfenóis/nonilfenóis-etoxilados começa com a redução do número de unidades etoxiladas. Os principais produtos da degradação aeróbica, uma das fases do processo de tratamento, são o ácido nonilfenoxetoxicético e o ácido nonilfenoxicético. A completa detoxilação, com a conseqüente formação dos alquilfenóis, ocorre apenas na fase de degradação anaeróbica, sendo o nonilfenol e os alquilfenóis de cadeia curta (com quatro ou

menos unidades etoxiladas) os produtos mais comumente encontrados.

O 4-nonilfenol (o número indica a posição do grupo alquil na molécula do fenol) é o produto mais tóxico gerado pela degradação. Esse composto pode permanecer por longo tempo no ambiente, devido à sua resistência à degradação. Além disso, sofre bioacumulação, ou seja, apresenta maiores concentrações nos seres vivos do que no ambiente.

Estudos realizados em vários países já detectaram o 4-nonilfenol em diferentes alimentos. Em Taiwan, ele foi encontrado em 76,4% de 381 amostras de 25 itens alimentares variados. Também já foi identificado no leite materno, em estudo com mulheres italianas. Isso sugere a existência de risco para os recém-nascidos, já que indivíduos em desenvolvimento são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos induzidos por poluentes do que os adultos.

Prejuízo para o sistema hormonal

Entre outros efeitos, o 4-nonilfenol pode interferir no sistema endócrino humano, sendo capaz de se ligar aos mesmos receptores celulares aos quais o hormônio natural estradiol se liga, levando a efeitos anormais (ver 'Respostas biológicas alteradas'). Os estrogênios naturais estão envolvidos no desenvolvimento e no funcionamento dos órgãos do trato genital feminino e da glândula

RESPOSTAS BIOLÓGICAS ALTERADAS

Os interferentes endócrinos são substâncias exógenas (vindas de fora do organismo) capazes de alterar o funcionamento normal do sistema hormonal. Esses compostos podem atuar como 'agonistas' ou 'antagonistas' de hormônios. No primeiro caso, a molécula liga-se ao receptor, induzindo uma resposta que terá um determinado efeito biológico. No segundo caso, o interferente liga-se ao receptor, impedindo a ação do hormônio.



mamária (figura 2). Seu papel na reprodução se estende desde a manutenção do ciclo menstrual até a gravidez e a lactação.

As concentrações detectadas hoje no ambiente são capazes de causar alterações nos seres vivos. Também devem ser considerados o possível efeito aditivo (igual à soma dos efeitos de cada substância) ou sinérgico (maior que a soma dos efeitos individuais) com outras substâncias ou poluentes que podem ser encontrados no ambiente e também podem atuar como estrógenos. É o caso de ftalatos, alguns pesticidas organoclorados, bisfenol A, alguns compostos semelhantes às bifenilas policloradas, hormônios estrógenos naturais e sintéticos e outros.

O 4-nonilfenol também apresenta atividade antiandrogênica, sendo capaz de agir como antagonista dos hormônios andrógenos, essenciais para o desenvolvimento reprodutivo de machos. Alterações morfológicas e decréscimo na fertilidade em animais de laboratório expostos a esse contaminante já foram observados.

Existem hipóteses de que os interferentes endócrinos podem ter desempenhado papel relevante na redução da quantidade e qualidade do sêmen humano durante os últimos 50 anos, no aumento de incidência de câncer testicular e criptorquidismo (deslocamento incompleto de um ou ambos os testículos da cavidade abdominal para a bolsa escrotal) e na incidência de câncer de mama em homens e

mulheres em países industrializados. Em trabalhadores de uma indústria do inseticida Kepone foi observada perda de libido, impotência e baixa contagem de esperma. Poucos estudos avaliando o nonilfenol foram realizados com humanos, mas já existem limites para a exposição diária a esse composto.

Controle é necessário

É comum que restrições ao uso de certas substâncias sejam implantadas em países desenvolvidos e apenas muitos anos mais tarde comecem a ser aplicadas em países emergentes. Os nonilfenóis-etoxilados tiveram seu uso estimulado, de início, inclusive em países europeus, por serem biodegradáveis, mas como o produto de sua degradação é mais tóxico que as substâncias originais, vêm sendo realizados estudos sobre a sua toxicidade.

Em países europeus, isso levou, primeiramente, a um acordo voluntário entre a indústria e os governos para reduzir o uso e a produção dos derivados de nonilfenol, que passaram a ser classificados como substâncias perigosas e ter seu uso regulamentado pela União Européia. Os Estados Unidos também admitiram os riscos do nonilfenol e prepararam um guia recomendando limites de concentrações máximas de 0,0066 mg/l para águas doces e de 0,0017 mg/l para águas salgadas. Compostos formados a partir dessa substância, porém, ainda são produzidos e usados sem restrições na China, na Índia e na América do Sul.

No Brasil, a toxicidade desses compostos ainda não foi adequadamente discutida pelos órgãos fiscalizadores, o que resulta em seu amplo uso, como revelam as permissões, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), para o registro de produtos de limpeza contendo nonilfenol-etoxilado na sua formulação. Em 2005, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) aprovou a Resolução 357, que trata da classificação dos corpos d'água e estabelece padrões de lançamento de efluentes, mas o documento não determina ou recomenda valores máximos para o nonilfenol em água doce ou salgada, nem em efluentes industriais ou de estações de tratamento de esgotos.

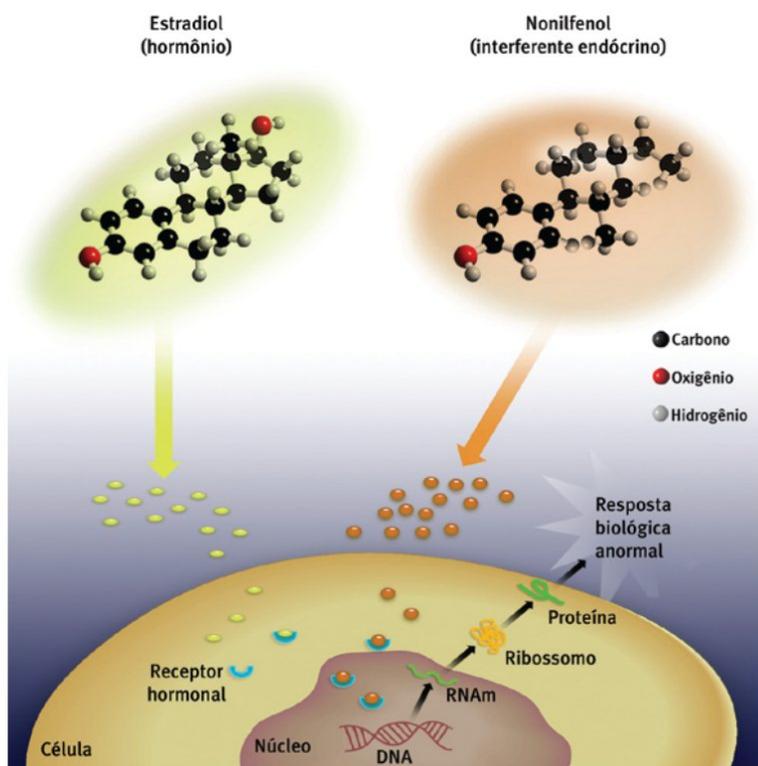


Figura 2. O 4-nonilfenol interfere no sistema hormonal porque é capaz de se ligar aos receptores, nas células, aos quais o hormônio natural estradiol também se conecta. Essa interferência é agonista, ou seja, pode induzir respostas biológicas anormais

O aumento dos estudos científicos sobre tais compostos, nas últimas décadas, parece não ser acompanhado pelos tomadores de decisões, demonstrando haver um lapso de informação entre esses setores da sociedade. Maiores controles no uso de substâncias perigosas são cada vez mais necessários, e o caso dos nonilfenóis-etoxilados é apenas mais um. Cerca de 400 milhões de toneladas de substâncias químicas são produzidas por ano. Apenas 3% dos 2,5 mil produtos químicos são de fato testados quanto aos efeitos tóxicos, incluindo os de longo prazo. Some-se a isso a dificuldade de avaliar o efeito de cada poluente na saúde humana e, mais ainda, o efeito da exposição simultânea a diferentes poluentes.

Sugerimos que o leitor comece a observar a presença de alquilfenóis etoxilados, incluindo o nonilfenol-etoxilado, em rótulos e embalagens (principalmente de produtos de limpeza), ou a pesquisar na internet as indústrias produtoras e o uso desses compostos por prefeituras e órgãos públicos. O nonilfenol só pode ser removido de esgotos e águas tratadas com filtros de carbono

ativado, tratamento por luz ultravioleta e ozônio, processos considerados caros e pouco viáveis nas condições brasileiras. Medidas preventivas, como a redução de seu uso em indústrias e aplicações domésticas, certamente teriam menor custo. Além disso, em algumas aplicações eles podem ser substituídos por outros, menos tóxicos, como os alcoóis graxos etoxilados ou sulfatados.

Substâncias químicas precisam ser estudadas para uma avaliação criteriosa de seus efeitos sobre a saúde ambiental e humana e, se necessário, devem ser reguladas e sua produção minimizada ou proibida. O nonilfenol-etoxilado e o nonilfenol sofrem restrições e proibições em outros países, e o princípio de precaução sugere a necessidade de uma apreciação cuidadosa de seu uso no Brasil. Afinal, nossa saúde é no mínimo tão importante quanto nossa higiene. Ou não? ■

Os processos comumente utilizados nas estações de tratamento de esgotos não eliminam os subprodutos tóxicos gerados a partir dos nonilfenóis-etoxilados presentes em diversos produtos domésticos

FOTO DELFIM MARTINS/PULSAR IMAGENS

POLUIÇÃO NAS ÁGUAS

Todos os autores são mestres em biofísica ambiental. Claudio E. de Azevedo e Silva realiza estudos de ecotoxicologia em ambientes de água doce e marinhos, com ênfase em poluentes orgânicos persistentes. Marcio Rodrigues Miranda pesquisa a influência do metabolismo de microrganismos em contaminantes ambientais em sistemas aquáticos. Os estudos de Sérgio A. Coelho de Souza enfatizam o ciclo biogeoquímico e a contaminação em águas doces.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- ADEMOLLO, N.; FERRARA, F.; DELISE, M.; FABIETTI, F. & FUNARI, E. 'Nonylphenol and octylphenol in human breast milk', in *Environment International*, v. 34(7), p. 984, 2008.
- LU, Y-Y.; CHEN, M-L.; SUNG, F-C.; WANG, P. S-G. & MAO, I-F. 'Daily intake of 4-nonylphenol in Taiwanese', in *Environment International*, v. 33, p.903, 2007.
- SOARES, A.; GUIEYSSE, B.; JEFFERSON, B.; CARTMELL, E. & Lester, J. N.. 'Nonylphenol in the environment: a critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters', in *Environment International*, v. 34(7), p. 1033, 2008.
- SODRÉ, F. F.; LOCATELLI, M. A. F.; MONTAGNER, C. C. & JARDIM, W. F. 'Interferentes endócrinos no ambiente', in *Caderno Temático*, v. 6 (Universidade Estadual de Campinas), 2007.

Futebol:

Futebol e matemática. Certamente, não podemos dizer que ambos sejam paixões para a maioria dos brasileiros. Mas a 'rainha das ciências', como a batizou o matemático alemão Karl Friedrich Gauss (1777-1885), tem muito a dizer sobre o esporte mais popular do país.

Faz tempo que questões probabilísticas têm aparecido nas discussões cotidianas entre torcedores e na mídia esportiva. E, de fato, várias idéias centrais da teoria da probabilidade podem ser usadas, de modo simples, para responder a questões como 'Qual a probabilidade de um dado time ser campeão brasileiro?' Ou qual a probabilidade de o Fluminense empatar com o Atlético-MG, no Maracanã, na primeira rodada do retorno do Campeonato Brasileiro?

Bernardo Nunes Borges de Lima

Fabio Enrique Brochero Martínez

Gilcione Nonato Costa

Marcelo de Oliveira Terra Cunha

Renato Vidal da Silva Martins

Departamento de Matemática,

Universidade Federal de Minas Gerais

uma caixinha de... sorteios

Como definir a probabilidade de algo acontecer, ou seja, de um evento? Está longe do objetivo deste texto descrever os diversos conceitos de probabilidade que apareceram ao longo da história, desde as trocas de cartas entre os matemáticos franceses Blaise Pascal (1623-1662) e Pierre de Fermat (1601-1665). Essa correspondência, motivada por problemas de jogos de azar, foi responsável pelo surgimento das primeiras definições e conceitos probabilísticos.

Aqui, no entanto, gostaríamos de destacar a definição 'freqüencista' de probabilidade, introduzida pelo matemático e físico austríaco Richard von Mises (1883-1953): a probabilidade de um evento A ocorrer seria a razão entre o número de ocorrências desse evento, em n realizações independentes, e o número n de tentativas feitas, quando este número n de tentativas for suficientemente grande (ou tendendo ao infinito, na linguagem dos matemáticos). Isto é, a probabilidade do evento A ocorrer seria a freqüência relativa de sua ocorrência, quando são realizadas muitas repetições.

Apesar de a teoria freqüencista ser útil para uma série de aplicações, é aquela introduzida em 1933 no livro *Fundamentos da teoria da probabilidade*, do matemático russo Andrei Kolmogorov (1903-1987), que fornece bases matemáticas firmes e que domina a abordagem na maior parte dos textos de probabilidade da atualidade. É uma teoria axiomática, nos moldes do que fez o matemático e filósofo grego Euclides (360 a.C.-295 a.C.) para a geometria e que se tornou o ideal para os padrões matemáticos. ▶

REUTERS/JUPITER/INSTOCK/IGEM/CHARBONNEAU



Agulha sobre o piso

Partindo da definição de probabilidade de um evento dada por Kolmogorov, podemos provar um dos mais belos e importantes teoremas da teoria da probabilidade, a lei dos grandes números. Uma de suas versões mais simples nos diz o seguinte: i) observe n tentativas de realização do evento A ; ii) a razão entre o número de ocorrências do evento A , nessas n tentativas, e o número n convergirá para a probabilidade de ocorrência do evento A . Ou seja, a definição freqüencista de probabilidade de von Mises pode ser recuperada por meio desse importante teorema, que é a lei dos grandes números.

Exemplo clássico na prática: i) lance uma moeda honesta n vezes; ii) anote o número de caras obtidas nessas n lançamentos; iii) divida este último número por n . O resultado dessa divisão convergirá para $1/2$. Em outras palavras, a probabilidade igual a $1/2$ significa que, caso lancemos a moeda um número muito grande de vezes, em aproximadamente metade delas dará cara. Outro caso clássico: lançamento de um dado, também honesto. Se o lançarmos muitas vezes, veremos que a probabilidade de certo número sair será de $1/6$.

Com base nessa idéia, se fosse possível repetir várias vezes o jogo entre Fluminense e Atlético-MG citado na abertura deste artigo, sempre sob as mesmas condições (estádio, escalações, árbitros, horário, táticas, condição física e mental dos jogadores, qualidade do gramado, clima etc.), ocorreria o seguinte: pela lei dos grandes números, se contarmos o número de empates do Atlético-MG nesses n jogos e dividirmos esse número por n , essa razão convergirá para a probabilidade de esses dois times empatarem quando se enfrentarem. Temos que lembrar que probabilidades não são certezas, mas sim tendências de cada evento ocorrer.

Teoricamente, tudo isto é muito bonito, mas como seria possível repetir esse jogo entre Fluminense e Atlético-MG n vezes? Para isso, temos o computador como aliado. Como veremos, não é preciso simular todos os detalhes do jogo, mas sim aqueles que nos permitam projetar essas tendências para os jogos futuros.

A idéia de realizar simulações, bem como utilizar a lei dos grandes números para inferir certas grandezas (não necessariamente probabilidades), é conhecida como método de Monte Carlo. Vamos ilustrá-lo aqui por meio do clássico problema da agulha de Buffon. Uma agulha é lançada aleatoriamente e cai sobre um piso cortado por um feixe de retas paralelas e equidistantes separadas por uma distância igual ao comprimento da agulha (podemos imaginar aqueles pisos antigos de tábua corrida).

Qual a probabilidade de a agulha cruzar uma das retas do piso?

Nos cursos de matemática superior, o aluno é convidado a mostrar que a resposta desse problema é $2/\pi$. Ou seja, se lançarmos a agulha n vezes, contarmos o número delas em que a agulha cruza uma reta do piso e dividirmos esse resultado por n , a lei dos grandes números nos diz que esse resultado é próximo de $2/\pi$, quando n é grande.

Agora, um fato interessante: se invertermos esse resultado e multiplicarmos por 2, teremos uma aproximação para π . Isto é, jogar agulhas sobre um piso fornece um procedimento (algoritmo) para o cálculo aproximado de π . Ou seja, com um experimento simples, obtemos uma constante matemática!

Em 1850, o astrônomo suíço Rudolf Wolf (1816-1893) fez essa experiência lançando uma agulha 5 mil vezes e obteve o valor aproximado de 3,1596 para π , cujo valor é, para o mesmo número de casas decimais, 3,1415.

Mandantes versus visitantes

Vamos agora descrever as idéias básicas de um algoritmo que usa o método de Monte Carlo para calcular probabilidades relacionadas ao Campeonato Brasileiro de Futebol. Variações desse algoritmo têm sido desenvolvidas pelos autores deste artigo, e os resultados são divulgados na internet (ver 'Sugestões para leitura').

Inicialmente, gostaríamos de destacar alguns pontos. Para nossos propósitos aqui, tanto a matemática quanto os eventos aleatórios aos quais desejamos atribuir probabilidades serão bem simples. Exemplos desses eventos: a probabilidade de o Fluminense empatar com o Atlético-MG no Maracanã; a probabilidade de o São Paulo ser novamente o campeão etc.

É sabido que esses eventos dependem de inúmeros fatores 'menores', como cartões, substituições, contusões, arbitragem, campo, desempenho em jogos anteriores... Esses fatores serão levados em consideração apenas de modo indireto. Vale lembrar que um modelo mais simples pode ser mais eficiente do ponto de vista computacional (o que é um ganho considerável), pois, para chegarmos às probabilidades nas quais estamos interessados, teremos que realizar um número muito grande de simulações, como no caso da moeda e do dado citados acima.

Importante: as idéias abaixo são adequadas e produzem bons resultados em campeonatos por 'pontos corridos', como o Campeonato Brasileiro das séries A e B (ou seja, primeira e segunda divisões) deste ano ou a primeira fase de campeonatos estaduais, como o paulista e o mineiro (a expressão 'pontos corridos', no caso, significa que cada time enfrenta todos os outros concorrentes, acumulando pontos). Nesses campeonatos, um padrão de regularidade

de cada time é importante para projetarmos, com boa precisão, os resultados futuros.

Suponhamos que o Campeonato Brasileiro da Série A tenha acabado de encerrar o primeiro turno. A próxima rodada será a primeira rodada do segundo turno (comumente, denominado retorno). Ao todo, no retorno, serão 19 rodadas, cada uma com 10 partidas. Nesse momento, a cada um dos 20 times, associamos dois vetores de probabilidade, cada um formado por três componentes.

O primeiro vetor refere-se à distribuição de probabilidades de vitória, empate ou derrota, respectivamente, quando o time joga como mandante (ou seja, em casa). Por exemplo, imaginemos que, neste momento, para o Fluminense, esse vetor seja:

$$Flu_m = (Flu_{v,m}; Flu_{e,m}; Flu_{d,m}) = (0,5 ; 0,3 ; 0,2)$$

Isto significa que, jogando como mandante, o Fluminense ganha, empata ou perde seus jogos com probabilidades 0,5, 0,3 e 0,2, respectivamente.

O segundo vetor de probabilidades refere-se à distribuição de probabilidades de derrota, empate ou vitória de cada time, nesta ordem, jogando como visitante. Por exemplo, para o Atlético-MG, neste momento, esse poderia ser:

$$Atl_v = (Atl_{d,v}; Atl_{e,v}; Atl_{v,v}) = (0,4 ; 0,4 ; 0,2),$$

Com esse vetor, estamos dizendo que o Galo perde, empata ou ganha seus jogos fora de casa com probabilidades, respectivamente, de 0,4, 0,4 e 0,2.

Números aleatórios

Por enquanto, não nos interessa como esses vetores de probabilidade são obtidos. Uma vez que eles sejam conhecidos para cada time, nós definiremos para cada jogo da próxima rodada (nesse caso, a primeira rodada do retorno) um vetor de probabilidades. Por exemplo, para o jogo Fluminense x Atlético-MG, no Maracanã (Flu, empate, Atl), ele será definido como sendo a média aritmética entre os vetores Flu_m e Atl_v . Mais precisamente, as probabilidades de vitória do Fluminense, empate (*emp*) e vitória do Atlético-MG, respectivamente, serão as seguintes:

$$Flu = \frac{Flu_{v,m} + Atl_{d,v}}{2}$$

$$emp = \frac{Flu_{e,m} + Atl_{e,v}}{2}$$

$$Atl = \frac{Flu_{d,m} + Atl_{v,v}}{2}$$

O leitor poderá fazer essas operações muito simples e certamente chegará ao vetor de probabilidade desse jogo: ▶

(0,45 ; 0,35 ; 0,2). Assim, consideraremos que as probabilidades de vitória do Fluminense, empate e vitória do Galo são, respectivamente, 0,45, 0,35 e 0,2.

Agora, entra em cena o computador. Com auxílio dele, geramos um número aleatório pertencente ao intervalo [0 ; 1]. Esse número definirá o resultado da partida simulada: i) caso o número sorteado seja menor que 0,45, diremos que o Fluminense ganhou; ii) se o número estiver entre 0,45 e 0,8, diremos que o jogo acabou empatado; iii) se o número for maior que 0,8, diremos que o Atlético-MG venceu.

Agora, que fizemos esse procedimento para Fluminense e Atlético-MG, vamos repeti-lo para os outros nove jogos da rodada.

Média ponderada

Simulada uma rodada inteira, o algoritmo irá executar duas tarefas: i) atualizar a tabela de pontuação do campeonato, ou seja, somar três pontos para cada time que venceu na rodada simulada e um ponto para os times que empataram; ii) atualizar os vetores de probabilidade de cada time; mais precisamente, aumentar as probabilidades de resultados mais freqüentes, algo que ocorre no futebol.

Exemplo simples relacionado ao item 'ii' acima. Se o Atlético-MG vencer o Fluminense, no Maracanã, é razoável que sejam aumentadas as probabilidades tanto de o

Atlético ganhar de outro time na próxima rodada em que jogar como visitante quanto de o Fluminense perder seu próximo jogo em casa.

Um procedimento simples para atualizar esses vetores, depois de conhecido o resultado da partida simulada: fazer uma média ponderada entre o vetor antigo e o vetor que indica o resultado do último jogo simulado, em casos de vitória, empate ou derrota do mandante, respectivamente:

$$(1 ; 0 ; 0), (0 ; 1 ; 0) \text{ e } (0 ; 0 ; 1)$$

No caso, o termo 'ponderada' significa atribuir pesos para cada vetor (é comum que, nos exames vestibulares, as provas de português e redação, por exemplo, tenham um peso maior que as outras no cálculo da média final).

Considerando um peso de 1/5 para o último resultado e 4/5 para o vetor antigo (neste último caso, o peso maior se justifica pelo fato de o vetor refletir todo o histórico do time até aquele momento), temos que, em caso de vitória do Atlético-MG, os novos vetores para o Fluminense, jogando em casa, e o Atlético, como visitante, seriam:

$$Flu_m = 4/5 (0,5 ; 0,3 ; 0,2) + 1/5 (0 ; 0 ; 1) = (0,4 ; 0,24 ; 0,36)$$

$$Atl_v = 4/5 (0,4 ; 0,4 ; 0,2) + 1/5 (0 ; 0 ; 1) = (0,32 ; 0,32 ; 0,36)$$

Simulada essa rodada (10 jogos), atualizada a tabela de pontos, bem como os vetores de probabilidade de cada time, iremos agora proceder, de modo análogo, e realizar a simulação da próxima rodada, porém usando os vetores atualizados no fim da rodada anterior. Esse procedimento é repetido pelas próximas rodadas, até simularmos a última delas. Ou seja, a simulação do campeonato a partir da 20ª (a primeira do retorno), como, nesse exemplo, irá exigir a geração de 19 x 10 números aleatórios no intervalo [0 ; 1].



Perguntas, tabelas e resultados

Terminada uma simulação de campeonato, fazemos perguntas referentes aos eventos em que estamos interessados, obtendo para elas respostas na forma sim ou não. Exemplos de perguntas: o São Paulo foi campeão?; o Cruzeiro foi rebaixado?; o Coritiba se classificou para a Taça Libertadores da América?; um time que terminasse com 43 pontos seria rebaixado?

Há, sem dúvida, uma gama razoável de perguntas.

Todas as respostas das perguntas feitas são armazenadas.

Agora, faremos uma nova (segunda, no caso) simulação do campeonato, iniciando-a novamente pela 20ª rodada (isto é, a primeira do retorno). Temos que fazer todos os 190 'sorteios' e geraremos outra tabela de classificação para essa segunda simulação de campeonato. De posse dessa nova tabela, fazemos novamente as mesmas perguntas e guardamos os resultados gerados...

Assim, como no caso das moedas e dos dados, teremos que simular o campeonato um número muito grande de vezes (digamos, 500 mil), o que será feito com a ajuda de um computador.

Ao final das 500 mil simulações, a probabilidade de cada evento no qual estamos interessados será a frequência relativa de sua ocorrência nessas 500 mil simulações. Por exemplo, a probabilidade de o Cruzeiro ser rebaixado será aproximadamente o número de simulações em que esse time terminou rebaixado dividido por 500 mil. Quanto maior o número de simulações, melhor será a precisão com que aproximaremos essa probabilidade. É o que nos diz a lei dos grandes números.

FOTO NORAMI IMAGENS/SIMBAPHOTO

Curiosidade: nesse caso, faltando 19 rodadas de 10 jogos para o fim do campeonato, precisaremos gerar $19 \times 10 \times 500 \text{ mil} = 95 \text{ milhões}$ de números aleatórios no intervalo $[0 ; 1]$. Um computador de médio porte leva em torno de 20 minutos para realizar toda essa tarefa.

Variações possíveis

É claro que inúmeras variações são possíveis, seja alterando o modo de atualização, seja mudando a configuração inicial dos vetores de probabilidade. Podemos começar com todos os vetores iguais, como $(1/3 ; 1/3 ; 1/3)$, mas isso faz pouca diferença quando estamos simulando um campeonato de pontos corridos, quando já se passou mais da metade do torneio.

Outras alternativas: considerar algo um pouco diferente nos chamados 'clássicos' regionais, jogos em que faz pouca diferença saber quem é o mandante (por exemplo, Sport x Náutico; Flamengo x Fluminense; São Paulo x Palmeiras). Nesses jogos, poderia ser razoável considerar o retrospecto de ambos os times como mandantes. Também seria possível levar em consideração o adversário, na hora de atualizar os vetores. Por exemplo, vencer o líder do campeonato aumentaria mais a probabilidade de vencer outras equipes do que uma vitória sobre o último colocado do campeonato.

Enfim, inúmeras variações são possíveis, e o leitor pode tentar criar seu próprio modelo. Gostaríamos de enfatizar que o algoritmo descrito acima é apenas um dos diversos possíveis para obter probabilidades no futebol. Porém, ele pode ser um interessante modo de divulgar e ensinar conceitos de probabilidade para um público mais amplo. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

RICHARD, ISAAC. *The Pleasures of Probability*, Nova York: Springer-Verlag, 1995.

Na internet: Probabilidades do Futebol Brasileiro <http://www.mat.ufmg.br/futebol/>

Curso sobre entropia (ver 'Introdução') <http://www.mat.ufmg.br/~tcunha/entropia.pdf>

Como fruta

Os dois últimos romances de Machado de Assis, Esaú e Jacó (1904) e Memorial de Aires (1908), apresentam uma moldura narrativa comum, expressa em suas notas iniciais, e centram-se na figura do Conselheiro Aires, que participa como personagem, no primeiro, e como narrador, no segundo. Este artigo mostra o caráter moderno dessas obras, que não foram objeto preferencial nem de leitura nem de interpretação nos últimos 100 anos. Elas trazem para o primeiro plano a realidade nacional e absorvem influências da literatura universal com originalidade.

Gabriela Kvacek Betella

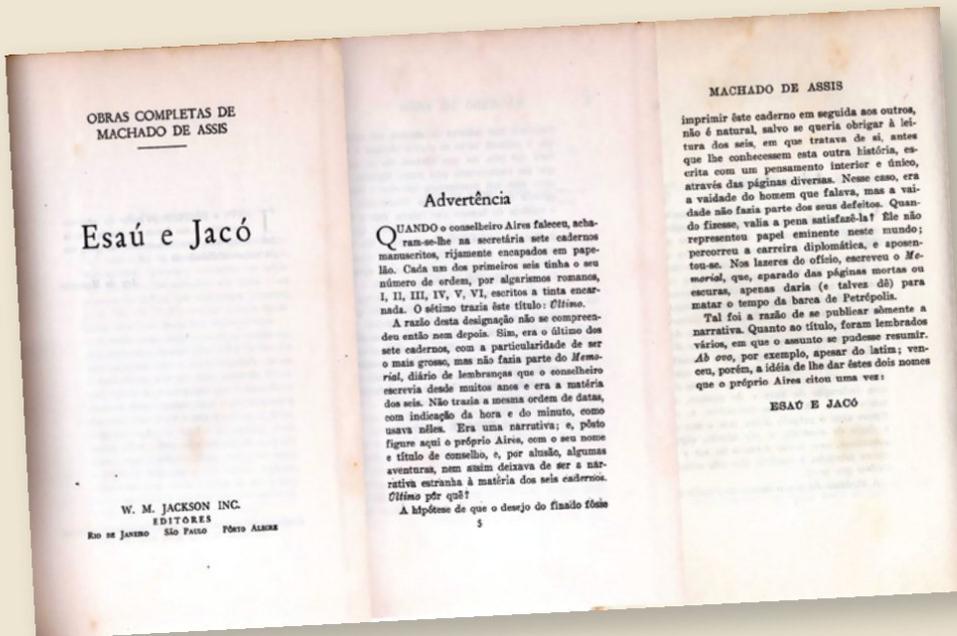
Área de Letras,
Centro Universitário Assunção (SP)

*Considerações
em torno de
Esaú e Jacó
e
Memorial
de Aires*

dentro da casca

Um traço marcante do romance *Esaú e Jacó* é o surpreendente modo de narrar a história dos gêmeos Pedro e Paulo. Além de conter passagens algo lúgubres, como a visita da mãe grávida a uma vidente e a morte de Flora, incapaz de decidir-se por um dos dois irmãos, o livro oferece elementos para diferentes áreas de pesquisa, sobretudo a história, uma vez que há várias referências a acontecimentos políticos do final do século 19, época em que se desenvolve o enredo. *Memorial de Aires* traz parte do diário de uma importante figura da época imaginada por Machado – o conselheiro José da Costa Marcondes Aires –, no qual se inserem núcleos menores de espaço e personagens.

Graças às relações que os últimos romances de Machado de Assis estabelecem com a tradição literária universal, é possível concluir que o autor aproveita formas seculares de construção, como a usada na abertura do livro, em que atualiza o artifício dos ‘manuscritos encontrados’, tornando o ponto de partida da forma do romance tão inovador quanto o discurso do defunto Brás Cubas em suas *Memórias Póstumas*, ▶



Folha de rosto e 'Advertência' de *Esau e Jacó* e *Memorial de Aires* (página ao lado), de Machado de Assis. Edições de W. M. Jackson, 1957

de 1880. Todos os elementos da narrativa (tempo, espaço, personagens, enredo e narrador) rendem estudos produtivos, tanto no que diz respeito à escrita (análise estrutural, capaz de elucidar o papel desses componentes na trama), quanto no que se refere à exploração dos mitos e da história no romance. Basta lembrar que um dos gêmeos, no livro de 1904, é republicano fanático, enquanto o outro é ferrenho monarquista.

Os diversos estudos sobre a obra machadiana não conseguem dominar a requintada composição de *Esau e Jacó*, em que Machado arma um embuste ao escolher como ponto de partida do livro os cadernos encontrados na escrivaninha do conselheiro após sua morte: seis volumes de diário e um de romance, cuja ordem fora estabelecida por Aires. Essa é a 'moldura' ou história que pressupõe o material escrito por um autor fictício, como se lê na 'Advertência' de 1904.

A partir da descoberta dos manuscritos, um suposto editor, que assina a 'Advertência' do livro, consegue matéria para dois volumes em distintas formas de registro: um romance (cujo título era *Último*, substituído por *Esau e Jacó*) e um diário (que se chamaria *Memorial de Aires*). Ancorados na também suposta autoria do conselheiro, ambos têm características intrigantes, como a figura do narrador em terceira pessoa em *Esau e Jacó*, *alter ego* de Aires, que assume definitivamente a primeira pessoa no *Memorial*.

As estruturas narrativas entrelaçam-se e constituem formas e gêneros distintos: um é romance; o outro, diário. O tecido narrativo (personagens e enredo) sofre modificações, mas o artífice ficcional dos manuscritos é o mesmo nas duas obras, apesar da diferença entre os aspectos de unidade, no romance, e de multiplicidade, no diário. Descontadas as características de desenvolvimento fundamentais para a particularização de cada um dos relatos, nota-se uma continuidade entre eles. De fato, um livro estava contido no outro. A presença e a funcionalidade de alguns

MACHADO DE ASSIS

imprimir este caderno em seguida aos outros, não é natural, salvo se queria obrigar à leitura dos seis, em que tratava de si, antes que lhe conhecessem esta outra história, escrita com um pensamento interior e único, através das páginas diversas. Nesse caso, era a vaidade do homem que falava, mas a vaidade não fazia parte dos seus defeitos. Quando fizesse, valia a pena satisfazê-la? Ele não representava papel eminente neste mundo; percorreu a carreira diplomática, e aposentou-se. Nos laços do ofício, escreveu o *Memorial*, que, separado das páginas mortas ou escuras, apenas daria (e talvez dê) para matar o tempo da barra de Petrópolis.

Tal foi a razão de se publicar somente a narrativa. Quanto ao título, foram lembrados vários, em que o assunto se pudesse resumir. *Ab ovo*, por exemplo, apesar do latim; venceu, porém, a idéia de lhe dar estes dois nomes que o próprio Aires citou uma vez:

ESAU E JACÓ

elementos narrativos provam ligações que vão além da origem comum dos volumes, como se atesta já na 'Advertência' da obra de 1908.

É notória a dilatação sofrida por Aires, que passa de personagem do romance de 1904 a narrador da obra de 1908. Tal expansão é apenas reflexo da atitude soberana do conselheiro, acompanhada de ligeira modificação no modo de expor as relações que estabelece com as pessoas de seu convívio.

Em *Esau e Jacó*, mostra-se envolvido com a família Santos; no *Memorial*, está mais afastado, com ares de analista. Não há qualquer referência às personagens do romance no diário, embora um e outro compartilhem uma mesma faixa temporal.

De um livro para o outro, percebe-se certa limitação dos propósitos narrativos. Se o romance permite um exercício criativo sobre o foco narrativo e um percurso maior, o diário é relato de alguém que chega ao final da vida sem habilidade para a troca de experiências. Machado poderia estar assimilando no fim da vida uma condenação à arte de narrar: nas mãos de uma elite privilegiada, a narrativa resulta da vaidade e, por isso, o melhor modo de representar a realidade seria escrever memórias de uma vida insossa de conselheiro aborrecido, ocioso e solitário. Se o romance performático de 1904 é sucedido pelo memorial algo enfadonho de 1908, essa queda de propósitos poderia metaforizar a decadência dos rumos da arte de narrar e a falência do romance tradicional. Ao mesmo tempo, as narrativas apontam soluções inovadoras a serem saboreadas pelo leitor: dentro de uma casca, a fruta.

Disfarce perfeito

A necessidade de 'recortar' outro texto ao compor o romance, embora ofereça um caráter híbrido à narrativa, pode assinalar uma incapacidade do narrador. Por meio dessa imperícia aparente, ele dá a impressão de não ter autoridade máxima sobre o texto; não se interpõe entre a narrativa e o leitor com uma visão de abrangência do mundo e muito menos instaura a solenidade ao relatar a 'saga' dos gêmeos filhos de banqueiro. Esse é o disfarce perfeito para ocultar o autor fictício (Aires), interessado na impessoalidade da narrativa, que, desde o início, ressalta o prosaísmo da matéria tratada e, mais que isso, recorre a outras

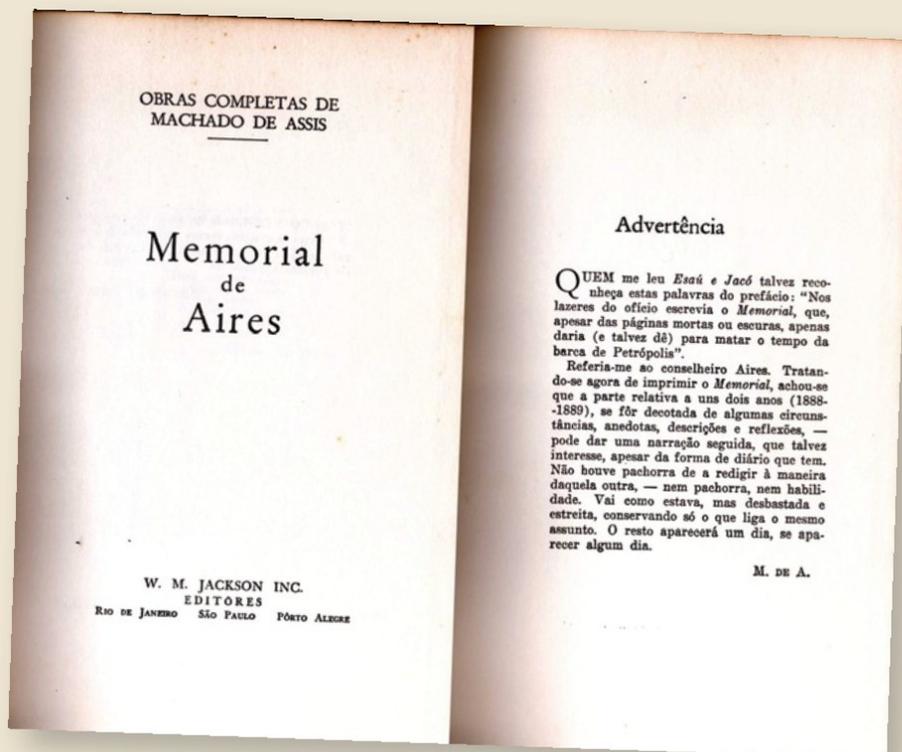
narrativas, em uma espécie de atualização de imagens da literatura clássica, ao mesmo tempo em que lança mão do diário de um ex-conselheiro do Segundo Império brasileiro.

Esaú e Jacó nasce de modo oblíquo, ao contrariar a ordem de cadernos estabelecida pelo conselheiro, disposto a 'continuar' os escritos de memória (o diário) sob a forma distanciada do ponto de vista na terceira pessoa. Se o narrador é uma versão melhorada do conselheiro, graças à sua capacidade de comentar algumas diferenças entre ele próprio e o aposentado, seu processo de distinção acaba indiciando-o como um duplo ou como máscara de Aires. Ambos compartilham hábitos, linguagem, obscuridade e sutileza ao não contradizer (contradizendo, sem se desculpar) os outros. Se um é diplomata solitário, o narrador do romance convive, no ato de escrever, com a mesma condição. Aires cria um *alter ego*, conferindo-lhe poderes absolutos, entregando-lhe o comando da narrativa. Embora disfarçada pelo despojamento, essa atitude espelha o modo de composição do *Memorial* na escrita do romance. Aires reproduz sua formação ideológica ao escrever, ainda que tenha talento para variar a forma literária.

Todavia, as duas perspectivas assumem um grau de complementaridade, a ser desvendado com a atenção voltada primeiramente para o domínio da voz que narra *Esaú e Jacó*. O romance vem a público antes do *Memorial*, preparando a entrada do conselheiro em cena e otimizando procedimentos narrativos com originalidade. Quase não se nota o diálogo entre diário e romance, assim como quase passam despercebidas a doação da palavra do memorialista ao narrador e a recusa da onisciência por parte deste, uma espécie de troca de vaidades, comum na elite ilustrada. Mais importante, porém, são as evidências fornecidas por esse jogo de Aires e seu duplo.

Na estrutura final do livro, o jogo é mais uma dualidade, tema insistente nos episódios que envolvem não só os gêmeos e Flora, como também a passagem da Monarquia à República. Quando Aires se desdobra em narrador e finge limitar seu papel às aparições da personagem, disfarça bem a ditadura do seu ponto de vista no romance, criando a ilusão de propiciar, no mesmo livro, dois pontos de vista confiáveis. Sua presença é multiforme, mas constante – um perigo para o leitor iludido, maravilhado com o poder da ficção –, enganado pelo disfarce de objetividade utilizado pela subjetividade de Aires.

O conselheiro Aires teria sido muito esperto ao escrever um romance cuja armação narrativa é sustentada pelas próprias anotações pessoais. A publicação do texto que antecede a publicação da versão do *Memorial* propagan-



deou esse indivíduo "sem papel eminente neste mundo". O *Memorial de Aires* servirá ao propósito de matar a curiosidade do leitor, que reconhece alguns dizeres do conselheiro por já ter tido contato com ele em *Esaú e Jacó*.

Com suas peripécias autorais e um pouco de tino comercial, o inexpressivo Aires torna-se ilustre. Quanto mais se desvendam essas atitudes ficcionais, mais se enfatiza a capacidade de representação da realidade ligada à versatilidade estética nos dois romances. Há intromissões, opiniões, descrições de metodologia e objeto... Em suma, o leitor entra em contato com uma escrita obstinada e certa, até o ponto de duvidar das posições de criador e criatura, isto é, colocando sob suspeita a verdadeira 'autoria fictícia' da obra. Ele pode supor, por exemplo, que o narrador do romance leu o *Memorial* do conselheiro ainda em manuscrito e acrescentou Aires como personagem, dando mais credibilidade à narrativa por meio de uma espécie de 'personagem interlocutor' à altura do narrador.

É possível imaginar o enigma: Aires criou um narrador, ou um narrador muito esperto inventou o conselheiro? As possibilidades podem se multiplicar se nos deixarmos influenciar por narrativas cujo modelo lembra as Matryoskas (aquelas bonequinhas russas escondidas umas dentro das outras), como *As mil e uma noites*, enredando o leitor e fazendo-o perder a noção de quem está no comando da narrativa, feita por alguém que saiu de uma história anterior.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- SCHWARZ, Roberto.
Um mestre na periferia do capitalismo (4. ed.).
São Paulo,
Duas Cidades/Ed. 34,
2000.
- SCHWARZ, Roberto.
Duas meninas.
São Paulo, Companhia
das Letras, 1997.
- BETELLA, K. Gabriela.
Narradores de Machado de Assis. São Paulo,
Edusp/Nankin, 2007.

O 'diálogo' químico das esponjas

Como esses organismos interagem no ambiente marinho





Diversas esponjas marinhas, animais primitivos constituídos por um ‘aglomerado de células’, produzem substâncias que permitem sua ‘comunicação’ com o ambiente em que vivem. Tais substâncias têm várias funções ecológicas, atuando na defesa das esponjas contra predadores, na inibição de competidores ou na sinalização para organismos associados. Essa multiplicidade de ‘tarefas’ reforça a idéia de que a comunicação

química tem grande importância no meio marinho, além de significar um grande benefício adaptativo para as esponjas que as produzem.



Suzi Meneses Ribeiro
Etiene Elaine Gomes Clavico
Valéria Laneuville Teixeira
Renato Crespo Pereira

*Programa de Pós-graduação em Biologia Marinha,
 Universidade Federal Fluminense*

As esponjas, segundo registros fósseis, ocorrem na fauna marinha desde o período Pré-cambriano, há cerca de 600 milhões de anos. Uma presença tão antiga e marcante, aliada às características estruturais muito simples desses organismos, permite supor que foram os primeiros pluricelulares surgidos ao longo da evolução da vida na Terra. São conhecidas hoje mais de oito mil espécies de esponjas, distribuídas das regiões polares às tropicais, mas principalmente nessas últimas. A maioria das espécies vive no mar, e cerca de 200 ocorrem em águas doces.

As esponjas são formadas basicamente por um conjunto de células, com baixo grau de organização e sem tecidos definidos. Dentro dessa massa celular existem estruturas em forma de agulha (espículas) e fibras que compõem um ‘esqueleto’, além de canais por onde o animal faz circular a água do ambiente em torno, para absorver nutrientes ali presentes.

Esses animais são tão peculiares (figura 1) que foram classificados em um grupo exclusivo no reino ▶

Figura 1. As esponjas marinhas *Aplysilla rosea* (A), *Terpios fugax* (B), *Mycale angulosa* (C) e *Polymastia janeirensis* (D) são encontradas na costa brasileira



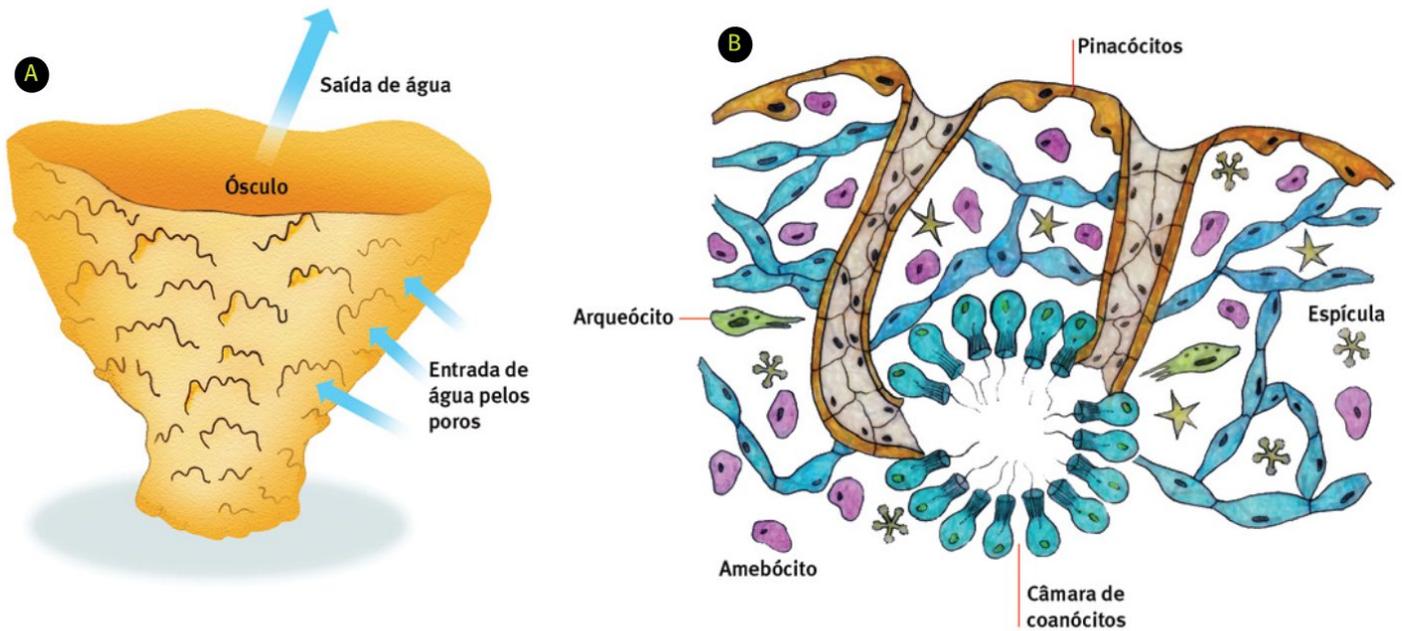


Figura 2. Esquema do corpo de uma esponja mostrando a direção do fluxo de água (A) e esquema de corte transversal evidenciando alguns tipos de células e estruturas (B) observadas em microscópio

animal, o filo Porífera. Este é dividido em três classes de esponjas vivas (Calcarea, Hexactinellida e Demospongiae) e uma com espécies conhecidas apenas por fósseis (Archaeocyatha). A classe Calcarea reúne as espécies que têm espículas de carbonato de cálcio. Embora se distribua por todos os oceanos do mundo, a maioria ocorre em águas costeiras e rasas. Hexactinellida inclui esponjas de águas profundas, que têm espículas de sílica com seis pontas (hexactinais) e são conhecidas vulgarmente como 'esponjas de vidro'. Demospongiae reúne 90% de todas as espécies de esponjas que têm esqueleto formado por espículas silicosas e/ou fibras de espongina, ou não têm qualquer desses elementos em seu esqueleto. São particularmente exuberantes em recifes de corais, onde rivalizam com estes em abundância, diversidade e variedade.

De modo bastante simples e objetivo, pode-se dizer que esses organismos são 'aglomerados de células', onde não existem funções coordenadas entre elas, devido à ausência de sistemas nervoso e hormonal. Algumas células, porém, dependendo da posição que ocupam no corpo da esponja, exibem algum nível de especialização, destacando-se, entre estas, os chamados coanócitos, capazes de capturar alimentos e promover a circulação da água (figura 2).

As esponjas exibem enorme variedade de formas e cores. Há espécies arredondadas, cônicas, tubulares e de outros formatos, algumas semelhantes a vasos, taças, barris, canos finos ou largos, plantas com galhos e até a pequenos 'vulcões', e ocorrem em diferentes tons de vermelho, laranja, amarelo, azul, verde ou violeta. O tamanho também é variado, pois algumas espécies têm poucos milímetros e outras podem chegar a mais de 2 m de altura.

Muitos desses seres mostram clara semelhança com plantas, o que até o início do século passado fundamentou sua inclusão equivocada no reino vegetal. Muitos dos primeiros estudiosos das ciências naturais, como o grego Aristóteles (384-322 a.C.) e o romano Plínio (23-79), acreditavam que as esponjas eram de fato plantas.

Apesar de sua grande simplicidade, esses seres são extremamente importantes para a realização de diferentes tipos de estudos, particularmente no caso das espécies que habitam os recifes de coral. Do ponto de vista alimentar, são filtradores eficientes e vorazes, capazes de absorver bactérias, nanoplâncton (organismos com dimensões de 2 a 63 micrômetros (1 μm equivale a um milésimo de milímetro) e carbono orgânico dissolvido na água. Estima-se que uma esponja de apenas 10 cm de altura filtre até 100 litros de água por dia.

Comunicação química

As esponjas também são consideradas 'hotéis vivos', por abrigarem sobre seu corpo e em suas cavidades grande diversidade e abundância de organismos, representando um dos mais ricos micro-habitats do fundo do mar, depois dos recifes de coral. Muitos dos organismos a elas associados são habitantes ocasionais, não especializados, que usam suas cavidades como abrigo contra predadores e a água que circula ali como fonte de alimentos. Em outros casos, os associados são organismos mais especializados, embora as possíveis relações mutualísticas entre eles e as formas de colonização ainda sejam pouco conhecidas.

Estudos recentes, realizados no Brasil pelos autores deste artigo, indicaram que substâncias presentes na esponja *Geodia corticostylifera*, comum no litoral fluminense, atuam como sinalizadores químicos, atraindo uma espécie de ofiuróide, *Ophiactis savignyi* (figura 3), animal semelhante a uma estrela-do-mar, mas com 'braços' mais finos e ágeis, extremamente abundante no interior dessa esponja. Acredita-se que as substâncias químicas (metabólitos secundários) presentes em *G. corticostylifera*, além de protegê-la contra ataques de peixes, podem ainda minimizar a predação sobre tais ofiuróides, já que seus potenciais predadores tendem a evitar o contato com essa esponja.

Algumas esponjas, porém, produzem metabólitos que inibem o estabelecimento ou o crescimento de organismos incrustantes (epibiontes) sobre seu corpo. Essas substâncias, além de trazer inúmeras vantagens para a própria esponja, podem ainda garantir a sobrevivência de outros organismos associados a ela. A infestação por epibiontes tem várias conseqüências negativas, entre elas redução na disponibilidade de nutrientes, danos mecânicos na superfície da esponja, variações na taxa de acidez superficial e perda da flexibilidade corporal (o que diminui a resistência ao movimento da água, resultando, por exemplo, em quebras durante tempestades).

A competição por nutrientes (particulado, dissolvido ou gasoso) entre epibiontes e hospedeiros é com freqüência constatada em estudos científicos. Quando ambos têm as mesmas necessidades alimentares, a obtenção de alimento pelo hospedeiro pode

Figura 3. O ofiuróide *Ophiactis savignyi* é atraído quimicamente para o interior da esponja *Geodia corticostylifera*



ser significativamente prejudicada. No caso das esponjas, os epibiontes podem obstruir seus canais, pelos quais entram água e nutrientes, e alguns podem agir como 'filtros', retirando nutrientes da água antes que esta circule pela esponja. Além disso, a esponja pode começar a ser predada, ou ter aumentada a sua taxa de predação, se for incrustada por organismos que atraíam consumidores por sua aparência ou seu sabor.

Portanto, a presença de metabólitos antiincrustantes desempenha, além de sua função específica, outro papel importante para a esponja. Isso ocorre com a espécie *G. corticostylifera*, comum na região de Arraial do Cabo (RJ), que produz substâncias antiincrustantes eficazes: estas a mantêm livre de epibiontes e presumivelmente evitam que se torne mais atrativa para os predadores.

Em contrapartida, a presença de epibiontes pode ter importância vital para a sobrevivência dos hospedeiros. Algumas esponjas, e outros habitantes de fundos oceânicos, são muitas vezes incrustados por microrganismos, em geral bactérias, que formam uma fina camada (biofilme) capaz de fornecer substâncias nitrogenadas a seus hospedeiros, ou manter um micro-habitat que favorece a captura de nitrogênio por estes. Além disso, acredita-se que muitos metabólitos secundários com propriedades defensivas ou antiincrustantes, presentes em esponjas marinhas, não sejam produzidos por elas, mas por bactérias associadas. Nesse caso, sem esse biofilme e sem a capacidade de produzir tais substâncias, as esponjas teriam sua sobrevivência bastante comprometida. ▶

Defesas eficazes

Aparentemente, as esponjas marinhas deveriam ser muito vulneráveis a ataques de predadores. Estudos em diversas regiões do mundo, no entanto, têm mostrado que em geral a predação é inexpressiva sobre esses organismos, apesar das elevadas taxas de consumo em ambientes onde elas são abundantes. Na verdade, as esponjas são consumidas por poucos organismos: algumas espécies de peixes e tartarugas (consumidores generalistas), além de alguns moluscos (consumidores especialistas). Essa constatação leva a uma pergunta: por que as esponjas, com cores vistosas e de aparência muito macia, têm poucos predadores e são pouco consumidas?

Nosso grupo realizou recentemente estudos para verificar as principais formas de deter ou minimizar o impacto da predação apresentadas por esponjas que vivem nas águas costeiras do Rio de Janeiro. Constatamos que as esponjas *Tedania ignis* e *Hymeniacidon heliophila*, além de uma espécie nova (ainda não descrita) do gênero *Tethya* (figura 4), têm metabólitos secundários com potentes propriedades defensivas, que as protegem do consumo por peixes, caranqueios-ermitões e ouriços. Esses resultados permitem inferir que as defesas químicas constituem importantes mecanismos nas interações entre esponjas e seus predadores naturais e presumivelmente permitem a elas coexistir com esses potenciais predadores.

Apesar da confirmação de que alguns desses metabólitos atuam como defesas químicas, ainda existem controvérsias sobre a real origem dessas substâncias. Seriam de fato produzidas pelas esponjas ou por microrganismos a elas associados? Vários metabólitos secundários com estruturas químicas similares já foram encontrados em esponjas marinhas de diferentes espécies. Algumas vezes, a mesma espécie contém substâncias totalmente diferentes. No entanto, pesquisas recentes têm revelado que certos metabólitos encontrados em esponjas marinhas também podem ser obtidos a partir de



Figura 4. Espécies que têm substâncias capazes de evitar a predação: *Geodia corticostylifera* (A), *Tedania ignis* (B), *Hymeniacidon heliophila* (C) e a nova espécie do gênero *Tethya* (D), endêmica do Rio de Janeiro

culturas de bactérias isoladas das mesmas esponjas. O esclarecimento dessas dúvidas é de extrema relevância científica, mas não diminui a importância de tais substâncias como elementos essenciais para a sobrevivência e, presumivelmente, a perpetuação e a dispersão das esponjas, mesmo que estas não as produzam.

Além do indiscutível papel defensivo representado pelos componentes químicos, estuda-se também a possibilidade de que as espículas e fibras protéicas também constituam defesas importantes. As espículas de esponjas – formadas de sílica ou carbonato de cálcio (figura 5) – representam, em algumas espécies, até 70% do peso seco, ou seja, da massa desidratada. De modo similar, as fibras da proteína espongina (figura 6) ajudam a sustentar a esponja e podem representar até 30% do peso seco em algumas espécies.

As esponjas, de modo geral, exibem dois tipos de componentes estruturais em seus corpos, espículas e fibras, que formam o ‘esqueleto’ do animal. É bastante viável que algumas espículas pontiagudas atuem como uma defesa física. Estudos realizados com espécies de esponjas do Caribe mostraram, porém, que as espículas e/ou fibras de espongina não inibiram a predação por peixes, indicando que teriam apenas função estrutural, de sustentação do corpo da esponja. Nesses estudos, as espículas só inibiram ou evitaram a predação quando incorporadas a alimentos artificiais com baixos valores nutritivos oferecidos aos peixes. Isso sugere que os tecidos de esponjas teriam que ter valores nutricionais muito

FOTOS DE FERNANDO MORAES (A, B, E) E EDUARDO VIANOVA (D)

FOTO DE SUZI RIBEIRO

baixos para que o risco representado pelas espículas fosse capaz de inibir a ação dos predadores.

Entretanto, estudos realizados por nosso grupo, no Brasil, comprovaram, no caso da espécie *Tethya rubra*, a função das espículas como defesa estrutural contra caranguejos-eremitas e peixes. Nessa espécie, esses componentes têm não só uma função estrutural, sendo também importantes para evitar a predação. A espécie nova do mesmo gênero, porém, tem como principal estratégia de defesa a presença de substâncias tóxicas ou desagradáveis para os predadores, evidenciando que espécies de 'parentesco' próximo, ou até do mesmo gênero, podem apresentar estratégias diferentes, talvez selecionadas devido a fatores ambientais ainda não esclarecidos.

Alta diversidade brasileira

De todos os invertebrados marinhos, as esponjas foram os principais alvos de estudos sobre metabólitos secundários, que revelaram, nessas substâncias, enorme diversidade estrutural e atividades biológicas expressivas: antitumorais, antifúngicas, antivirais, antibacterianas e neurotóxicas. Entre as substâncias encontradas com maior frequência em esponjas, destacam-se diferentes tipos de esteróis (grupo, por exemplo, do colesterol), derivados (com bromo) do aminoácido tirosina, terpenóides (hidrocarbonetos naturais), nucleosídeos (elementos das cadeias do material genético), fragmentos protéicos, ácidos graxos e outros. Nas espécies do gênero *Tethya* que estudamos, os componentes majoritários foram esteróis, e talvez algum deles seja responsável pela ação defensiva contra predadores.

A produção de metabólitos secundários por esponjas marinhas sem dúvida é um importante mecanismo de interação desses organismos com o ambiente. Em geral, o metabólito secundário mais abundante em determinado organismo marinho é justamente o que tem algum significado ecológico e, em alguns casos, exibe múltiplas funções. As substâncias antiincrustantes iden-

FOTO DE SUZI RIBEIRO

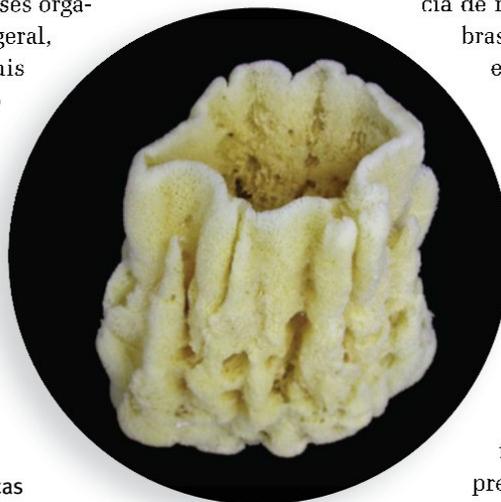


Figura 6. Esponja com esqueleto constituído de fibras de espongina – esse tipo de esponja foi amplamente utilizado antes do surgimento das esponjas sintéticas

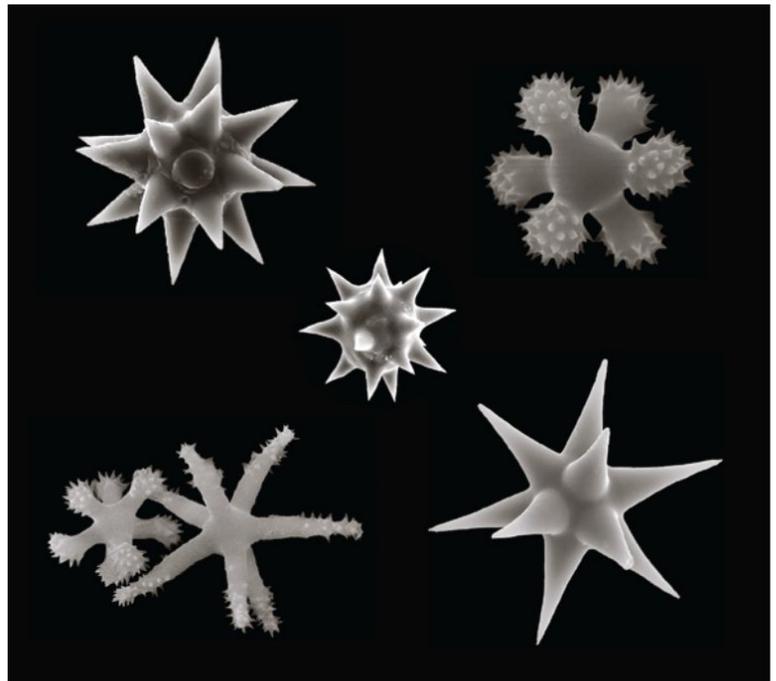


Figura 5. Diferentes tipos de espículas em forma de estrela (âsteres) – imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura

tificadas na esponja *G. corticostylifera*, por exemplo, provavelmente apresentam outras funções ecológicas, aumentando as vantagens adaptativas de sua produção. No entanto, a atuação de substâncias desse tipo na defesa contra predadores parece ser a ação primária que permite às espécies de esponjas marinhas se perpetuarem em diversos mares do mundo, incluindo o litoral brasileiro, protegendo a si mesmas e também a diversos pequenos invertebrados com os quais também se 'comunicam'.

As esponjas marinhas constituem um vasto campo de estudos, químicos ou ecológicos, especialmente se considerarmos a estimativa da existência de mais de 350 espécies na costa brasileira. Também devemos levar em conta que, sendo as esponjas 'hotéis' ou refúgios para inúmeros invertebrados, sua capacidade química de defesa – quando presente – pode torná-las verdadeiras 'áreas protegidas', valiosas para a preservação da biodiversidade marinha, representada por pequenos organismos que, sem essa proteção, seriam facilmente consumidos por predadores. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

- McCLINTOCK, J. B. & BAKER, B. J. *Marine chemical ecology*. Boca Raton, CRC Press, 2001.
- PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. *Biologia marinha*. Rio de Janeiro. Interciência, 2002.
- Na internet: <http://www.poriferabrasil.mn.ufrj.br>

ANGRA 3: **uma**

Em abril do ano que vem começa, com cerca de 20 anos de atraso, a construção da usina termelétrica nuclear Angra 3, no Centro Nuclear Almirante Álvaro Alberto, em Angra dos Reis (RJ). O evento marcará definitivamente a retomada do programa nuclear brasileiro. Essa opção, no entanto, vista por alguns especialistas como uma das vocações energéticas do país, dono da sexta maior reserva de urânio do mundo, é considerada equivocada por outros. Rejeitos, o custo da energia e fontes alternativas são algumas das questões discutidas pelos dois lados e empregadas para defender seus pontos de vista.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

decisão polêmica

Projetada para entrar em operação em 2014, Angra 3 custará cerca de US\$ 4 bilhões – além dos US\$ 800 milhões já gastos anteriormente com equipamentos – e terá uma potência de 1.405 megawatts (MW). Junto com os 657 MW de Angra 1 e os 1.350 MW de Angra 2, a energia gerada por essas três termelétricas (que usam calor para gerar eletricidade) nucleares responderá por 80% da demanda elétrica do estado do Rio de Janeiro.

Segundo o Plano Nacional de Energia (PNE), desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), até 2030 o Brasil contaria com mais quatro a oito usinas, além das três Angras, tendo cerca de 3% a 5% de sua matriz energética composta pela energia nuclear. O investimento auxiliaria a suprir o aumento da demanda nacional por energia, que deve passar dos atuais 100 mil MW, aproximadamente, para cerca de 230 mil MW, também até 2030. ▶

Local onde será construída Angra 3, em Angra dos Reis (RJ). A usina marcará a retomada do programa nuclear brasileiro, decisão que gera polêmica

“Nossas simulações mostraram que as hidrelétricas podem não ser suficientes para uma geração de base no final desse horizonte”, relata Maurício Tiomno Tolmasquim, presidente da EPE.

A geração de base representa o mínimo de energia necessário para atender a demanda média do país. Em momentos de maior consumo, esse volume é complementado pela ativação de outros recursos, como termelétricas movidas a óleo ou carvão. “Ao contrário destas, cuja construção é barata, mas o custo de operação é alto, as usinas nucleares, assim como as hidrelétricas, têm uma instalação cara, porém operam a um preço baixo. Por isso são apropriadas para geração de base”, esclarece Tolmasquim.

De acordo com o presidente da EPE, fontes de energia alternativas, como a dos ventos (eólica) e a solar, não seriam apropriadas para esta finalidade, principalmente devido ao seu custo. Enquanto o megawatt-hora (MWh, equivalente à quantidade de energia que alimenta uma carga de 1 megawatt por uma hora) das hidrelétricas custa R\$ 70 e o das usinas nucleares R\$ 140, os da eólica e solar custam R\$ 180 e R\$ 300, respectivamente. Além disso, como os ventos só costumam estar ativos em 35% do ano, a grade brasileira não poderia contar com essa fonte para sua base, apenas para uma complementação.

Para o presidente da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), o físico Odair Dias Gonçalves, a situação já está mais do que clara. “O Brasil precisa de energia e a opção nuclear é a mais barata e limpa para complementar a hidrelétrica”, afirma. “Temos a sexta reserva mundial de urânio com apenas 30% do território nacional prospectado a uma profundidade de 100 m – seria um contrasenso, dada a demanda, não utilizar esse recurso”, argumenta Gonçalves.

Ele ressalta que mesmo a expansão da hidroeletricidade tem, atualmente, um limite, já que parte das reservas brasileiras de água são superficiais e se localizam em áreas de proteção ambiental ou reservas indígenas. “Isso dificulta a utilização do restante de nosso potencial hídrico, cerca de 70% do total, para geração de energia”, relata o presidente da Cnen, acrescentando que os investimentos em energia nuclear também renderão benefícios e aplicações para a saúde e a indústria.

Essa também é a opinião do engenheiro Alfredo Tranjan Filho, presidente das Indústrias Nucleares do Brasil (INB), a estatal responsável pela produção do combustível das usinas. Para ele, a reserva de urânio aponta um dos caminhos para o Brasil, que também domina o ciclo do combustível, o que faz do país uma das três únicas nações com essas duas qualidades, além dos Estados Unidos e da Rússia. Embora hoje produzamos exatamente a necessidade brasileira, a tendência, especialmente com os investimentos feitos pela INB para suprir as futuras usinas (ver ‘O urânio é nosso’), é que passemos a produzir mais do que consumimos: “Teremos um grande estoque desse elemento e precisamos decidir o que fazer”, diz.

Tranjan Filho conta que a energia gerada por esse elemento não é mais cara que aquela obtida a partir de gás ou carvão, e que o ciclo nuclear é o único que não produz gases de efeito estufa, daí o renascimento dessa forma de energia em tempos de aquecimento global. “Temos que aproveitar todas as fontes disponíveis, inclusive a nuclear, para cobrir a demanda energética crescente. Aqueles que se opõem a isso o fazem porque são contra essa energia, independentemente de qualquer argumento”, confronta.

Angras 1 e 2, junto com a futura Angra 3, produzirão, em 2014, cerca de 80% da energia consumida pelo estado do Rio de Janeiro



Entre as vozes discordantes da opção do governo em investir novamente nessa modalidade de geração de energia está a do físico Luiz Pinguelli Rosa, diretor do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe), no Rio de Janeiro (RJ). Pinguelli considera precipitada a aposta na energia nuclear, já que, segundo ele, há alternativas mais apropriadas. “A hidreletricidade é mais eficiente e nosso potencial nessa área está subutilizado”, observa o diretor da Coppe.

Ele tem ainda várias dúvidas sobre o custo de Angra 3, cujo investimento considera muito alto. “Levando-se em conta os gastos já feitos e os projetados, cada megawatt sairá a cerca de US\$ 3.500 contra US\$ 2 mil/MW das hidrelétricas”, compara. Pinguelli acredita que o preço elevado é resultado dos contratos antigos feitos com a empresa alemã Siemens, a construtora original dos equipamentos da usina, e que a renegociação com a companhia francesa Areva, com a qual a Siemens se fundiu, pode reduzir o custo. “Não sou radical, apenas não vejo qual a prioridade de se investir em energia nuclear no momento”, pondera.

O físico José Goldemberg, do Centro Nacional de Referência em Biomassa da Universidade de São Paulo, vai além: para ele, a assim chamada renascença da energia nuclear não passa de “um esforço de *marketing*” voltado para os países em desenvolvimento com a finalidade de recuperar os mercados perdidos na Europa e na América do Norte. Segundo ele, desde 1985 nenhum reator foi construído nos Estados Unidos, mesmo com os vários incentivos do governo [de George W.] Bush. “O custo de se construir uma usina nuclear é muito alto e envolve muitos riscos para a iniciativa privada, como ações legais”, constata Goldemberg. O físico conta que a situação é a mesma na Europa, onde a pressão agora é pelo desenvolvimento das energias eólica e solar.

Como o mercado estaria pouco receptivo nesses locais, a estratégia seria concentrar-se nos países em desenvolvimento. As nações que optaram por usinas nucleares, como China e Índia, o fizeram por falta de opção, pois têm fontes limitadas de energia. “Mesmo os chineses, que anunciaram a construção de um reator por ano, vêm o programa nuclear como uma parte pequena de sua grade – eles constroem 30 termelétricas a carvão por ano”, afirma Goldemberg.

Em sua opinião, o potencial hidrelétrico do Brasil é a espinha dorsal da matriz energética e ainda pode ser explorado. Para complementá-lo, poderia se empregar a energia eólica no Nordeste, gerando 5 mil MW, e a queima do bagaço de

O urânio é nosso

Atualmente, o Brasil produz 400 toneladas de urânio usadas em sua totalidade para alimentar Angra 1 e 2. Para atender a Angra 3 e as outras usinas previstas no Plano Nacional de Energia (PNE), a intenção das Indústrias Nucleares do Brasil (INB) é aumentar esse volume, com um investimento de R\$ 70 milhões a R\$ 80 milhões, para 2.300 toneladas até 2012, o que permitiria manter até nove usinas em funcionamento. “Cerca de 1.500 toneladas viriam da mina de Santa Quitéria, no Ceará. O resto seria obtido dobrando a produção atual da mina de Caetité, na Bahia”, conta o engenheiro Alfredo Tranjan Filho, presidente da INB.

Mas a extração do urânio é apenas a etapa inicial do processo, que inclui ainda a conversão, o enriquecimento, a reconversão, a produção de pastilhas e a montagem do elemento combustível. “Já temos o domínio técnico de todas essas etapas, mas algumas delas ainda são realizadas no exterior, como a conversão e o enriquecimento”, revela Tranjan Filho. Após ser separado do minério, o urânio é concentrado na forma de ‘bolo amarelo’ e enviado para a companhia canadense Caneco, que o converte no gás hexafluoreto de urânio. Este segue para a empresa européia Urenco, onde é enriquecido – o teor do isótopo (variedade de um elemento com número diferente de nêutrons) 235, necessário para o uso como combustível, aumenta de 0,7%, seu teor natural, para 3,5%. O gás enriquecido é reconvertido em sólido e, já no Brasil, usado para fabricar pastilhas com um centímetro de diâmetro e espessura, as quais são acondicionadas em varetas feitas com uma liga de ferro especial chamada zircaloy. Esses tubos formam os elementos combustíveis.

“Investiremos entre R\$ 300 milhões e R\$ 400 milhões na conversão e esperamos ter uma planta industrial que atenda a necessidade brasileira até 2014”, informa o presidente da INB. O projeto é feito em conjunto com o Centro Tecnológico da Marinha (CTM), em São Paulo (SP), que desenvolveu a tecnologia brasileira de conversão e enriquecimento do urânio. O CTM está construindo uma planta semi-industrial que entrará em operação em 2010 e permitirá obter os parâmetros operacionais para a versão industrial. O CTM também pretende pôr em operação até novembro duas cascatas de centrífugas para enriquecimento. Essa será a etapa inicial para que, até 2030, o Brasil possa enriquecer toda a sua produção de urânio. Os investimentos para essa área somam R\$ 2,8 bilhões.

“Só prospectamos 30% do nosso território. A estimativa é que as reservas sejam superiores a um milhão de toneladas, suficientes para atender um programa nuclear de porte ainda maior que o programado”, afirma Tranjan Filho.

FOTO MARCELO CORRÊA



O Brasil produz urânio suficiente para atender a demanda de suas usinas nucleares, mesmo com apenas 30% do seu território prospectado. Acredita-se que as reservas totais do país sejam superiores a um milhão de toneladas

cana, também chamada de bioeletricidade, que atualmente produz 1 mil MW e até 2012 chegaria a 4 mil MW, podendo atingir a marca de 10 mil MW em 2017. “Dizem que essa energia é mais cara, mas nada custa tanto quanto petróleo e gás, se considerarmos seus custos ambientais e as consequências do esgotamento destas fontes, que não são renováveis”, assegura. Goldemberg considera irrelevante o argumento da inconstância do regime de ventos contra a energia eólica. “Nossa rede é integrada. A falta de energia em um setor pode ser suplementada por outro”, explica. “Por isso a opção nuclear não é a melhor. Não sou fundamentalista. Inclusive, acho que Angra 3 deve ser construída, já que está emperada há 20 anos”, declara o físico.

Outra Chernobyl?

Quando se fala em energia nuclear, pensa-se logo no acidente da usina de Chernobyl, na Ucrânia, ocorrido em 26 de abril de 1986, gerando uma nuvem radioativa que se espalhou pela então União Soviética e Europa. Embora esse tenha sido o maior acidente desse tipo, não foi o único. Em 28 de março de 1979, o reator da usina de Three Mile Island, em Middletown, nos Estados Unidos, fundiu-se parcialmente. Não houve mortes nesse incidente, ao

contrário de Chernobyl, onde 47 trabalhadores faleceram no acidente e, até 2005, segundo relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), oito crianças haviam morrido de câncer. O documento estimou ainda que quatro mil virão a falecer devido a doenças relacionadas ao evento na Ucrânia.

“O fato de só haver dois eventos sérios ao longo de toda a história do uso da energia nuclear mostra que sua segurança está mais do que provada. É a indústria com o menor número de acidentes”, diz Odair Gonçalves. O presidente da Cnen acrescenta que a usina de Chernobyl usava um projeto antiquado que já deveria estar abandonado, com os reatores desativados. “A ausência de fatalidades em Three Mile Island, cuja segurança era mais avançada, comprova isso”, destaca.

O chefe do gabinete da presidência da Eletronuclear, o engenheiro Leonam dos Santos Guimarães, confirma a informação. “A usina de Chernobyl era da tecnologia RBMK e hoje 80% dos reatores seguem o padrão PWR”, diz. Guimarães explica que em uma termelétrica nuclear, a eletricidade é gerada por uma turbina alimentada pelo vapor produzido com o aquecimento da água. O calor para isso vem da fissão do isótopo (variedade de um elemento com número diferente de nêutrons) 235 do urânio no elemento combustível. “Os átomos do urânio-235 se quebram em dois ou mais elementos e emitem nêutrons, os quais partem mais átomos e assim por diante”, explica o engenheiro. No entanto, para que essa reação em cadeia aconteça é preciso frear os nêutrons, ou moderá-los, pois, se estiverem muito velozes, não interagem com o urânio-235.

“Nos reatores RBMK, a moderação é feita com barras de grafite, nos PWR, com água normal”, informa Guimarães. Em Chernobyl, uma falha humana levou ao superaquecimento do reator e as barras de grafite entraram em combustão. “Como não havia barreiras para impedir o escoamento da fumaça, outra falha daquela usina, essas partículas radioativas foram levadas para a alta atmosfera e se espalharam em uma grande área geográfica”, relata o engenheiro. Nos modelos PWR, um dos perigos é o escoamento da água de moderação para o exterior, mas, para impedir que isso aconteça, as usinas são construídas com o conceito de defesa em profundidade. “Há cinco barreiras físicas que têm que ser rompidas para que o material vaze para o ambiente externo”, explica, ressaltando que esse é o caso das usinas de Angra.

José Goldemberg concorda que houve avanços na segurança das usinas e que há domínio tecnológico, mas, para ele, isso não quer dizer que elas sejam totalmente seguras. “Também dominamos a tecnologia dos trens há séculos e ainda assim há acidentes”, ilustra o físico.





Após o enriquecimento do urânio, o gás hexafluoreto é reconvertido no pó de dióxido de urânio (A), utilizado para criar as pastilhas (B) que energizam o reator da usina nuclear. Elas são inseridas nos elementos combustíveis (C), recipientes feitos com uma liga de aço especial chamada zircaloy

Rejeitos e depósitos

Outro problema sempre presente nas discussões sobre energia nuclear são os rejeitos, os produtos radioativos que sobram após a fissão. Na opinião de Odair Gonçalves, o medo sobre o descarte desse material é infundado, já que o rejeito produzido durante toda a vida útil de uma usina, 60 anos, cabe em uma sala de 11 m por 10 m por 15 m. “Como eles ainda podem ser reprocessados, o volume cairia para um décimo”, reforça.

Alfredo Tranjan Filho lembra que há dois tipos de rejeitos: os de alta atividade, oriundos dos elementos combustíveis de urânio, e os de baixa e média atividade. “Os primeiros ainda são considerados matéria-prima, já que têm cerca de um terço do combustível novo, e devem ser reservados para uso futuro. Os outros podem ser guardados de forma definitiva em repositórios, cuja tecnologia é inteiramente dominada, sem maiores dificuldades de engenharia”, esclarece o presidente da INB. Para ele, a discussão é estigmatizada pela má reputação da energia nuclear, fruto de sua origem. “Essa é a única indústria que se preocupa com seus rejeitos”, declara.

O depósito inicial do rejeito de alta atividade é uma piscina de resfriamento dentro da própria usina, onde o material continua liberando calor por no mínimo 10 anos. Segundo Leonam Guimarães, o rejeito pode ficar na piscina por toda a vida útil da usina. Posteriormente, há duas opções: o reprocessamento, que recupera urânio e plutônio para uso e reduz o rejeito de alta atividade a apenas 5% do volume, e o armazenamento em um depósito intermediário. “Como não temos muitas usinas, reprocessar não é muito interessante para o Brasil

agora, tanto do ponto de vista econômico quanto do de gerenciamento de rejeitos”, conta Guimarães. O armazenamento também seguiria o conceito de defesa em profundidade, com o material sendo estocado em tubos de aço inoxidável que seriam acondicionados dentro de recipientes especiais e armazenados em uma área superficial estável, como uma caverna em um maciço granítico.

Entre as várias exigências que o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) fez para conceder a licença ambiental está a de que se proponha e inicie um projeto, até 2014, para a construção de um depósito final para os rejeitos de alta atividade. A obra em si só começaria entre 2018 e 2020, sendo concluída em 2026, de acordo com Gonçalves. Guimarães ressalta que, na verdade, esse seria o depósito intermediário de longa duração, citado acima. “Nele, os resíduos de alta atividade ficam estocados por até 500 anos e a parcela de combustível ainda existente pode ser recuperada para reciclagem pelas gerações futuras. Após a reciclagem, os rejeitos, já separados do urânio remanescente são selados para sempre em uma matriz de vidro”, esclarece.

A discussão de um destino para os rejeitos também ocorre nos países desenvolvidos com grande número de reatores, como Estados Unidos, França e Japão. Goldemberg observa que a situação é problemática porque sempre há entraves legais e resistência de órgãos ambientais. “Nos Estados Unidos, a intenção era estabelecer um depósito na montanha Yucca, no estado de Nevada, em 1998, mas o projeto foi alvo de inúmeras ações judiciais e agora a previsão é de que talvez entre em operação em 2017”, exemplifica o físico. ■

Sugestões para leitura

‘ANGRA 3’, Eletrobrás Termonuclear S. A. (disponível em www.eletronuclear.gov.br/hotsites/angra3/home/index.php)

GOLDEMBERG, J. ‘Energia Nuclear no Brasil: Opção ou necessidade?’, NAIPPE/USP, 2008 (disponível em www.naippe.fm.usp.br/trabalhos/naippe_vol4.pdf).

GOLDEMBERG, J. & VILLANUEVA, L. D. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo, Edusp, 2003.

LEITE, A. D. *A energia do Brasil*. Rio de Janeiro, Elsevier Ltda., 2007.

Mais ar para o serviço público

As doenças respiratórias são as que provocam maior impacto no sistema de saúde, seja ele público ou privado. Estimativas da Organização Mundial de Saúde (OMS) apontam que 30% das pessoas que procuram o serviço de atendimento básico à saúde o fazem por apresentarem sintomas decorrentes de doenças respiratórias. Isso, por si só, justificaria a manutenção de um programa de prevenção e atendimento a essas doenças, mas ainda há mais argumentos. O principal deles é o fato de a maioria das doenças pulmonares ter o seu desenvolvimento acelerado quando não tratadas adequadamente, tornando-se crônicas e atingindo estados avançados do problema. Esse processo aumenta ainda mais o impacto dessas doenças sobre o sistema de saúde. Aumenta, também, o sofrimento dos pacientes e de seus familiares.

Preocupados com essa situação, membros da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT)

reuniram-se no 1º Encontro Nacional de Doença Pulmonar Avançada (DPA), realizado em Guarujá (SP) entre 12 e 14 de setembro último. Durante o encontro, foram discutidos e elaborados protocolos clínicos que visam otimizar recursos e custos para o atendimento de pacientes com doença pulmonar avançada. A maior parte desses protocolos enfatiza o atendimento ambulatorial e domiciliar dos pacientes, o que reduziria o número de internações hospitalares e minimizaria o impacto sobre o sistema de saúde.

Os especialistas que estiveram reunidos no Guarujá consideram fundamental a capacitação dos profissionais que já atuam no Programa Saúde da Família, nas unidades de atenção básica à saúde e em centros de referência na área, como medida para ampliar e melhorar o atendimento e o acompanhamento de pacientes com doenças pulmonares crônicas e avançadas. Ao final do evento, foi lançada a 'Carta do

Guarujá', documento endereçado ao ministro da Saúde no qual os especialistas manifestam a necessidade urgente de implantação de um programa de atendimento voltado a esses pacientes e colocasse à disposição, como membros da SBPT, para auxiliar o Ministério da Saúde no planejamento e execução desse programa.

Humanização do atendimento

Entre as doenças que podem se tornar crônicas e atingir um estado avançado de desenvolvimento, destacam-se a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), decorrente do tabagismo, as infecções ou pneumonias, a fibrose pulmonar, a asma brônquica, a fibrose cística e as seqüelas da tuberculose. Todas elas, em sua fase avançada, apresentam um quadro sintomático comum e de muito sofrimento para pacientes e familiares.

Os portadores de doenças pulmonares avançadas estão sujeitos, por exemplo, a infecções respiratórias freqüentes, são acometidos por acessos graves de falta de ar e tornam-se, em razão disso, inativos. A inatividade, por sua vez, leva freqüentemente à debilidade física, com perda de massa muscular e agravamento de outras doenças, como a osteoporose.

"Além disso, portadores de doença pulmonar crônica podem



desenvolver, também, quadros de ansiedade, depressão e até de doença do pânico”, explica o pneumologista Antônio Carlos Moreira Lemos, presidente da SBPT. “O quadro geral de um paciente que desenvolve doença pulmonar avançada é irreversível, sobretudo quando se trata de um idoso. É, portanto, um quadro difícil de lidar, principalmente para os familiares. A situação requer o acompanhamento de especialistas treinados e a preparação também dos familiares ou de cuidadores, que terão que lidar diariamente com os doentes.”

Por se tratar de um quadro irreversível, o atendimento aos pacientes com doenças pulmonares avançadas requer uma visão diferenciada da que se dá normalmente às demais doenças. “Deve-se oferecer o tratamento necessário para o paciente, não apenas para a doença”, defende Moreira Lemos. Considerando-se essa perspectiva, os portadores de doença pulmonar avançada devem ter acesso, além dos cuidados tradicionais, que envolvem a administração de medicamentos e de oxigenoterapia, também a cuidados nutricionais, fisioterápicos e psicológicos.

Na opinião do pneumologista, esses recursos deveriam estar disponíveis para os pacientes na forma de atendimento domiciliar, oferecido por equipes multiprofissionais. Isso, sem dúvida, propiciaria uma sobrevida mais digna aos portadores de doença pulmonar avançada, com menos sofrimento para seus familiares. Vale lembrar que, segundo estimativas da própria SBPT, o número de pacientes no país que se encontram atualmente nessa situação – com doença pulmonar avançada e sem acesso a um atendimento humanizado – chega a 2 milhões de pessoas.

Vera Rita da Costa
Ciência Hoje/SP

NORMATIZAÇÃO

ELETRICIDADE MAIS SEGURA

A partir do ano que vem começam a ser produzidas as novas tomadas segundo o padrão estabelecido pelo Comitê Brasileiro de Eletricidade (norma técnica NBR 14136), que unifica os vários modelos existentes e aumenta sua segurança. “Os novos modelos são mais seguros porque impedem que uma pessoa tenha contato com a corrente elétrica antes que o plugue esteja totalmente encaixado. Dependendo da voltagem, esse choque pode matar o indivíduo”, alerta o engenheiro Gustavo Kuster, gerente de regulamentação do Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (Inmetro).



Segundo ele, os plugues disponíveis atualmente já estão em conformidade com a norma, apresentando dois ou três pinos arredondados e projeção sextavada. A partir de 2010, os de três pinos virão instalados em geladeiras, máqui-

nas de lavar e microondas, aparelhos que requerem maior proteção. “O terceiro pino funciona como um fio-terra, evitando sobrecargas”, explica o engenheiro.

Para o aproveitamento dessa característica dos plugues em prédios construídos antes de 2007 – quando passou a ser obrigatória a construção de edifícios com instalação elétrica aterrada –, será necessário alterar o sistema elétrico. Kuster afirma, no entanto, que só a mudança das tomadas já aumenta a segurança. “Mas o melhor mesmo é que se faça a atualização da instalação. Estamos investindo em campanhas de divulgação para conscientizar o público sobre a importância dessa revisão”, relata. De acordo com o engenheiro, a mudança não acarretará custos adicionais para as empresas. “Na verdade, elas economizarão, pois não terão que manter moldes dos vários plugues e tomadas usados hoje, apenas dos novos padrões”, conclui.

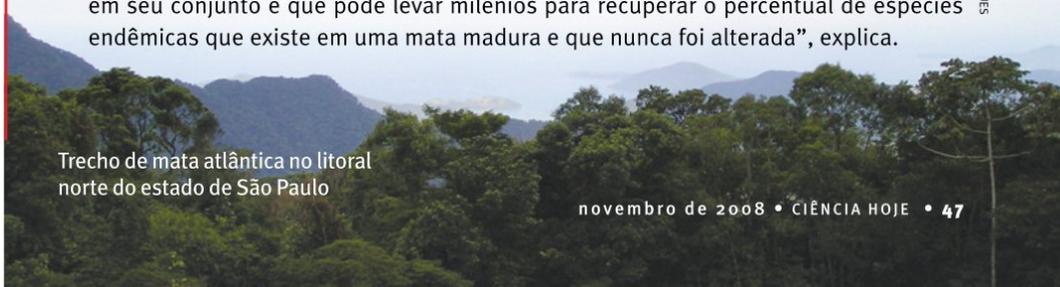


ECOLOGIA

RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA: UM PROCESSO COMPLEXO

A recomposição da biodiversidade original da mata atlântica deve levar de mil a 4 mil anos, segundo estudo realizado por pesquisadores do Laboratório de Ecologia Vegetal da Universidade Federal do Paraná. Esse dado aplica-se às espécies vegetais endêmicas (que só ocorrem em determinado local), como a maçaranduba (*Manilkara subsericea*). Já para outras espécies (as não-pioneiras, as tolerantes à sombra e as que são dispersas por animais) a recuperação demandaria de 100 a 300 anos apenas. São exemplos dessas espécies a cupiúva (*Tapirira guianensis*) e a aroeira (*Schinus terebinthifolius*).

A pesquisa, realizada em quatro estados brasileiros (Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina), compila dados de 410 espécies de 18 florestas e leva a uma conclusão: é crucial investir na preservação e recuperação do pouco que restou da mata primitiva. A floresta atlântica está reduzida hoje a 7% de sua cobertura original, que se estendia pela costa brasileira do Rio Grande do Norte aos estados da região Sul. “Conservar a biodiversidade da mata atlântica implica manter seus remanescentes com características muito semelhantes àquelas que esse bioma apresentava em seu estado original”, diz a bióloga Márcia Marques, coordenadora do estudo. Marques destaca que não são as espécies que têm diferentes velocidades de recuperação. “Uma floresta em seu conjunto é que pode levar milênios para recuperar o percentual de espécies endêmicas que existe em uma mata madura e que nunca foi alterada”, explica.



Trecho de mata atlântica no litoral norte do estado de São Paulo

A caminho do mar

Estudar recifes formados por corais, incluindo o ciclo reprodutivo desses animais, e disseminar informações sobre esses ecossistemas e seus habitantes de modo a conscientizar a população de sua importância ambiental. Essas são duas vertentes de atuação do projeto Coral Vivo, criado por pesquisadores do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e abrigado na organização não-governamental (ONG) Associação Amigos do Museu Nacional (SAMN). Nos seus cinco anos de vida, o projeto já conseguiu construir um vasto corpo de conhecimento sobre a reprodução dos corais, de maneira a ser capaz de gerar larvas e recrutas (filhotes de coral) em cativeiro. Além disso, sua atuação com as populações do sul da Bahia, onde se localiza o banco dos Abrolhos, busca aumentar o entendimento do papel dos recifes de corais no meio ambiente marinho.

O projeto Coral Vivo surgiu em 2003, quando seus fundadores perceberam, a partir de pes-

quisas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), que comunidades de corais desse estado não se recuperariam sem ajuda, enquanto as de Abrolhos tinham taxas de renovação similares às da Austrália e do Caribe. “Foi então que pensamos em fazer um experimento de reprodução *in vitro* e recolocação de corais no mar”, conta o biólogo Clovis Barreira e Castro, da UFRJ e um dos fundadores do projeto. A ideia era criar os corais em cativeiro e usar os novos indivíduos para repovoar as áreas degradadas.

Com auxílio do Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), os pesquisadores passaram os três anos seguintes detalhando o ciclo reprodutivo das três espécies do gênero *Mussismilia*, o coral-cérebro, nativo das águas brasileiras. “Determinamos a época da desova com tamanha precisão que podíamos prever a semana em que ela aconteceria”, informa Castro. Por meio de uma colaboração com o Arraial d’Ajuda Eco Parque, localizado em Porto Seguro (BA), e com a ajuda técnica do projeto Tamar, os cientistas construíram uma infra-estrutura de tanques e laboratório onde ocorre a fertili-

zação *in vitro* dos ovos de corais e o seu desenvolvimento até a fase de recrutas. “Conseguimos obter mais de meio milhão de larvas”, afirma o biólogo.

Entre as vantagens da criação em cativeiro, Castro aponta a taxa de crescimento mais rápida, de até sete vezes. “Ainda assim, isso significa esperar quatro ou cinco anos para poder realizar o transplante”, revela o biólogo. Com o fim do financiamento da FNMA em 2006 e o alto custo de manter a infra-estrutura dos tanques, o projeto Coral Vivo procurou patrocinadores para a iniciativa, mas não obteve sucesso imediato.

Vertente social

O Eco Parque deu guarida ao projeto até que uma nova situação se apresentasse, tornando-se desde então co-patrocinador. Os 160 mil visitantes anuais do parque aquático haviam demonstrado um forte interesse nas visitas aos tanques do projeto, os quais passaram a ser mais uma atração do local. O lento crescimento dos recrutas, as taxas de mortalidade ainda altas e a boa resposta do público levaram os pesquisadores a considerar uma abordagem complementar – conscientizar a população para aumentar a pre-

O projeto Coral Vivo conseguiu obter a desova de espécies de coral-cérebro, como a *Mussismilia braziliensis* (esquerda) e *Mussismilia harttii* (direita), em cativeiro, permitindo, no futuro, repovoar recifes degradados na costa brasileira

servação dos recifes. “Para isso, precisávamos suprir a carência de informações sobre o assunto. Muitas pessoas nem sabiam que o coral é um animal”, ressalta Castro.

Em 2006, a Petrobras lançou um edital para projetos no Programa Petrobras Ambiental e a ONG foi uma das 36 contempladas. Com isso, apesar de continuarem com a parte de desenvolvimento e aprimoramento de técnicas de criação em cativeiro, os pesquisadores passaram a investir em atividades de interface com a sociedade. Inicialmente, trabalharam com multiplicadores de informação: 100 agentes de turismo e 200 professores da rede pública, os quais receberam dados sobre as funções e importância dos recifes. “Ficamos tão entusiasmados com a assimilação, que agora estamos programando dar suporte técnico a projetos dos professores”, relata o biólogo. Segundo ele, o projeto sempre tenta criar produtos que os professores e outros divulgadores possam usar, como o vídeo didático ‘Vida nos recifes’, que foi distribuído no sul da Bahia.

Paralelamente, o projeto iniciou uma colaboração com o Parque Municipal Marinho de

Recife de Fora, também em Porto Seguro, para transformá-lo em um modelo de preservação e de uso sustentável de recifes. Os pesquisadores já realizaram um mapeamento tridimensional da área, bem como iniciaram o mapeamento biológico. “Utilizaremos essa informação para um programa de capacitação em turismo ecológico”, comenta Castro, acrescentando que o projeto também auxilia os guias voluntários do parque. “Por exemplo, após ensinarmos que não se devia retirar um animal da água para mostrar aos turistas, fornecemos visores de observação – basicamente um tubo com vidro – que permitem ver os seres sub-marinhos a partir da superfície.”

Para Castro, a resposta até agora tem sido boa, com os pesquisadores conseguindo mostrar aos habitantes da região as vantagens em preservar os recifes e seus corais. O biólogo conta que a população está passando a reconhecer essas áreas como parte de seu patrimônio. As áreas recifais do sul da Bahia são as mais importantes de todo o Atlântico Sul.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ



MEDICINA VETERINÁRIA

PLANO CONTRA A GRIPE AVIÁRIA

Maçaricos, batuíras, patos e marrecos que migram pela costa brasileira começaram a ser monitorados no fim de agosto. O objetivo é recolher informações ecológicas sobre as aves e prevenir a entrada da gripe aviária no país. A doença faz vítimas na Ásia desde 2003 e já levou ao abatedouro milhares de aves em países da Europa. O projeto diminuirá a preocupação com a disseminação da gripe aviária no continente africano e europeu, de onde espécies de aves aquáticas deslocam-se esporadicamente para a costa brasileira.

Três pontos do litoral, normalmente usados pelas aves migratórias para descanso, servirão de base para a coleta de dados: o banco de areia Coroa do Avião, em Itamaracá (PE); a ilha das Canelas (PA) e as praias da cidade de Araranguá (SC). Os animais receberão anéis identificadores, serão pesados e amostras do sangue e da secreção da cloaca e da traquéia serão coletadas para análise da presença de vírus. “Além do vírus da *influenza* aviária, causador da gripe aviária, iremos monitorar a presença do vírus causador da doença de New Castle, que só atinge as aves e que causa grandes prejuízos para os criadores”, conta Edson Durigon, virologista da Universidade de São Paulo (USP) e coordenador do projeto.

Maçaricos e batuíras são espécies que voam longas distâncias, o que facilita o contato com aves contaminadas, enquanto os patos e marrecos são reservatórios naturais do vírus da *influenza* aviária. “Acontece que a doença é assintomática nesses animais e, por isso, precisamos estar atentos”, diz Severino Mendes Junior, ornitólogo especialista em aves migratórias da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), integrante do projeto, que conta ainda com a participação do zoólogo Joaquim Olinto, da Universidade do Vale do Itajaí (Univali). As informações recolhidas pelos pesquisadores poderão servir de subsídio ao governo para a elaboração de políticas de prevenção.



Das cartas ao computador

Joaquim é um jovem negro de 32 anos. Casado e pai de um filho, gasta boa parte dos três salários-mínimos que ganha para sustentar a família. No trabalho, aproveita o tempo livre para usar o computador e praticar o pouco inglês que sabe. Os pais de Joaquim cursaram até a quinta série do ensino fundamental na mesma escola pública em que ele próprio completou o ensino médio. Agora, Joaquim está prestes a obter seu diploma de administrador em um curso de educação a distância.

Joaquim é um personagem fictício, que reúne as características mais comuns do estudante brasileiro de educação a distância, segundo levantamento do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). É menos branco, mais velho, mais pobre, casado e já empregado, em contraste com o aluno dos tradicionais cursos presenciais – que, em geral, tem pais com mais escolaridade, renda familiar superior a três salários-mínimos e é majoritariamente branco, solteiro e sem filhos.

A mesma pesquisa mostra que, entre os anos de 2000 e 2006, o número de cursos de ensino superior a distância saltou de 10 para 349. Os concluintes que em 2001 eram 131, em 2006 já totalizavam

mais de 25 mil. O que estaria por trás do crescimento desse tipo de curso entre pessoas com as características do fictício estudante?

“Em um país de poucas escolas, a educação a distância representa uma segunda chance”, avalia o economista Manuel Marcos Maciel Formiga, da Universidade de Brasília (UnB) e vice-presidente da Associação Brasileira de Educação a Distância (Abed). Para Formiga, o perfil evidenciado na pesquisa reflete a desigualdade social do país: o aluno pardo ou negro que cursa o terceiro grau a distância é mais velho porque acumulou uma defasagem que vem do ensino fundamental e médio, ao qual teve o acesso dificultado por sua condição econômica. “Essa é a realidade do país que se reproduz não só na educação a distância, mas em outras situações, como nos cursos noturnos de graduação”, afirma.

Conteúdos abertos

Além de atrair por ser uma nova oportunidade, a EAD, como é chamada a educação a distância, atrai por sua flexibilidade. Nessa modalidade de ensino, o horário, o local e o tempo de dedicação ao estudo são, em grande parte, decididos pelo aluno. “A EAD permite que o aluno se detenha em cada conteúdo pelo tempo que achar necessário. Além disso, respeita sua disponibilidade de horário,

evitando conflitos, por exemplo, com o trabalho”, diz o economista Cristovam Buarque, da UnB e senador pelo Partido Democrático Trabalhista (PDT).

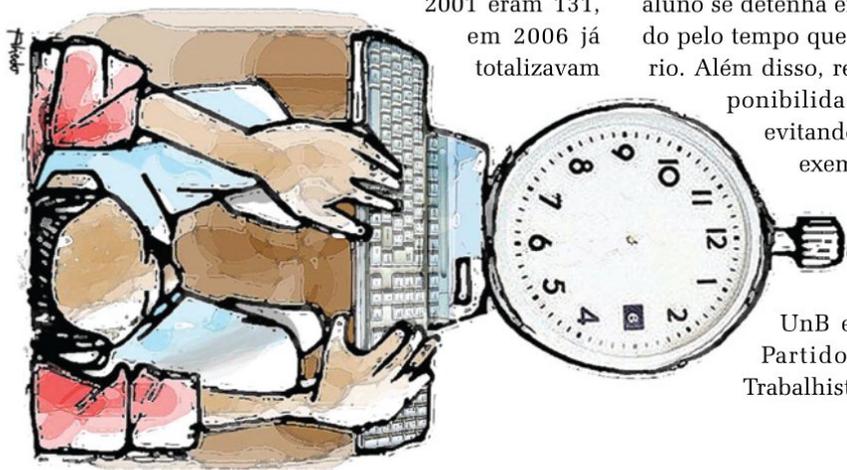
Formiga concorda que este é um dos pontos que favorecem o crescimento da EAD e lembra que, exatamente por isso, seu conceito tem sido substituído pelo de educação flexível. “A educação flexível também se caracteriza por se basear nos chamados conteúdos abertos, aqueles que podem ser obtidos pela internet de forma gratuita”, explica.

Os pesquisadores acreditam que o conceito tem o potencial de democratizar a educação e já começam a incorporá-lo em suas práticas pedagógicas. Exemplo é o projeto coordenado pelo advogado Joaquim Falcão, da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Batizada de Cadernos Colaborativos, a iniciativa consiste em uma página virtual na qual são disponibilizados trabalhos, textos e apostilas produzidas por professores e alunos do curso (presencial) de direito da instituição, além de vídeos de aulas. Seu funcionamento é baseado no formato que se convencionou chamar de *wiki*, que permite ao internauta interferir no conteúdo da página. “Com isso, a atualização é constante e praticamente não há custos para a instituição”, garante Falcão.

Qualidade e avaliação

Assim, hoje, qualquer pessoa que tenha um computador conectado à internet pode obter o material de estudo que desejar. Mas, como medir o grau de eficiência com que o conteúdo é apreendido? Segundo a pesquisa do Inep, por meio de provas objetivas.

O método foi escolhido por 40,2% dos professores de cursos de EAD para avaliar seus alunos. Nos cursos presenciais, a mesma escolha é feita por apenas 9,9% desses profissionais. Marcos Formiga não



acredita que a opção por esse tipo de prova prejudique a avaliação. “O teste objetivo avalia mal, mas é usado no vestibular e em concursos. Além disso, há muitos cursos presenciais com avaliações discursivas que não ensinam nada.”

O pesquisador também conta que hoje estão em desenvolvimento programas de computador que permitem identificar quem está fazendo a prova do outro lado da tela do computador pela voz, pela íris e até pela pressão dos dedos sobre o teclado. “Mas, o mais importante é que a educação a distância, por não ter controle na entrada, tem controle na saída. Ou seja, o aluno que não se empenhar para aprender, simplesmente não terá qualidade.”

Os resultados do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade) de 2006, usados no levantamento do Inep, mostram que os alunos de educação a distância parecem estar atentos ao fato. Eles obtiveram notas melhores que as de alunos de cursos presenciais em sete das 13 áreas de conhecimento avaliadas. As diferenças mais marcantes foram em ciências sociais (os alunos de EAD tiveram pontuação média de 52,87 em 100 a serem alcançados, e os alunos de cursos presenciais de 41,16), física (39,62 e 32,50, respectivamente) e turismo (52,26 e 46,34).

O estudo do Inep mostra ainda que 53,9% dos alunos de EAD passam mais de três horas por semana debruçados sobre os livros, contra 51% dos que freqüentam aulas presenciais. E eles também têm mais facilidade para ‘encontrar’ o professor no horário extraclasse – 50,1% declaram que o professor estava disponível para atendimento nesse período, enquanto apenas 16,9% dos alunos de cursos presenciais fizeram a mesma declaração. Para os pesquisadores, esses dados mostram que alunos e professores começam a valorizar a EAD. “A educação a distância deixa de ser um estepe da educação presencial

e passa a ser uma opção essencial, pois favorece o aprendizado ao longo de toda a vida”, diz Formiga.

Exclusão digital

Apesar de toda a esperança depositada na educação a distância, há problemas que precisam ser considerados. E um dos principais é a exclusão digital a que está submetida a maioria dos brasileiros. Dados mostram que em Brasília, cidade com a maior renda *per capita* do país, a inclusão digital do cidadão médio é de 77%, enquanto em Alagoas, estado com a menor renda e onde os alunos são majoritariamente negros e pertencem a um estrato econômico de baixa renda, é de apenas 0,5%. Isso significa que o fosso que separa os cidadãos das duas cidades é maior que o existente entre a Suécia (país com a maior inclusão digital do mundo, no qual 76% da população têm acesso ao recurso) e o Brasil, onde o valor total é de 17%.

Assim, deixa de ser surpreendente que uma das maiores aliadas da aprendizagem a distância nacional seja nada menos que a boa e velha correspondência. “As cartas, usadas desde o início da EAD, no século 19, foram, em 2007, o meio mais usado para as aulas a distância no país. A internet ocupou o segundo lugar”, revela Formiga. O pesquisador destaca também a importância de recursos como o rádio e a televisão para que o conhecimento chegue a todos e lembra outra limitação da internet para os alunos brasileiros: o fato de apenas 0,7% de seu conteúdo estar em português.

Além de melhorar o acesso à tecnologia, é preciso pensar a forma como a educação a distância, em meio a tantos recursos, pode ser feita. Cristovam Buarque acredita que, em breve, a figura do professor como o único disseminador do conhecimento será substituída por uma equipe. O conhecedor da dis-



ciplina (o antigo professor) irá elaborar o conteúdo, mas precisará interagir com um especialista em desenho gráfico, que dará ao material uma forma compatível com o meio de transmissão; e com um técnico de telecomunicação, responsável por disponibilizar tudo o que foi criado. “Temos que ter cuidado para que não aconteça uma simples adição de informação sem que a formação acompanhe a mudança”, pondera.

O economista também ressalta que é preciso parcimônia no uso da educação a distância. Aulas práticas, como as de anatomia, ainda não podem prescindir de seu componente presencial. E lembra que, para as crianças, o ambiente escolar e a convivência são essenciais para sua formação emocional e afetiva, entre outros aspectos. Mas, em sua opinião, para problemas como a falta de professores do ensino básico, o uso da educação a distância é a melhor ferramenta. “Não vejo saída para a democratização da educação que não passe pela aprendizagem a distância”, finaliza.

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ



PALEONTOLOGIA Fósseis do maior dinossauro brasileiro são achados em Uberaba

Um gigante mineiro

O *Uberabatitan ribeiroi*, que viveu no final do período Cretáceo, há 65 milhões de anos, é o maior dinossauro já descrito no Brasil

As obras de duplicação da Rodovia BR 050, em Minas Gerais, ajudaram, sem querer, a mudar a história da paleontologia brasileira. Durante escavações realizadas a 30 km do centro da cidade de Uberaba foram encontrados os fósseis de três indivíduos de uma nova espécie de dinossauro, o *Uberabatitan ribeiroi*, o maior já descrito no país. O titanossauro tinha em torno de 20 m de comprimento, até 3,5 m de altura e um peso estimado de 16 toneladas. A réplica do esqueleto de um dos animais foi apresentada em setembro na Casa da Ciência, no Rio de Janeiro.

O estudo foi realizado por pesquisadores do Departamento de

Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), do Museu dos Dinossauros de Uberaba e da Universidade Nacional do Comahue (Argentina). Durante o período da escavação, que durou de 2004 a 2006, os pesquisadores descobriram 198 ossos e mais de 100 fragmentos dos três animais, de diferentes tamanhos.

A espécie tinha pescoço e cauda longos e crânio pequeno. As patas apresentavam formato arqueado, semelhante ao dos elefantes. Além disso, uma característica peculiar do *Uberabatitan*, a forma de suas vértebras, permitiu que o animal fosse identificado como uma nova espécie. O dinossauro vivia em um ambiente de

extremos climáticos e habitava planícies de inundação de rios temporários. O nome do animal é uma homenagem à cidade de Uberaba e ao geólogo e paleontólogo Luis Carlos Borges Ribeiro, diretor do museu e um dos primeiros a encontrar os fósseis.

“Estava passando pelo local da obra e vi parte de um osso exposto incrustado na pedra que estava sendo escavada”, conta Ribeiro. “Tratava-se de uma vértebra lombar. Conversei com os responsáveis da obra e descobri que já haviam sido encontrados outros ossos. Os fósseis de Uberaba são muito preservados devido às condições geológicas da região.”

Segundo o paleontólogo Ismar

de Souza Carvalho, da UFRJ, a escavação para a retirada de parte dos fósseis do *Uberabatitan*, que durou três anos, foi a maior já realizada para a recuperação de um dinossauro. Foram deslocadas mais de 300 toneladas de rocha, escavadas manualmente por um grande número de técnicos. A reconstrução do animal durou mais dois anos, entre a construção do modelo digital e a moldagem da réplica com base no animal de porte médio. Os resultados da pesquisa foram divulgados na revista inglesa *Paleontology*.

Últimos dinossauros

De acordo com a equipe de paleontólogos que realizou a escavação, o *Uberabatitan* viveu há 65 milhões de anos, durante o fim do período Cretáceo, o que pode indicar que seria um dos últimos dinossauros a habitar o planeta. “Esses fósseis foram encontrados em rochas formadas no limite entre o período Cretáceo Superior e o Terciário, época que precedeu a extinção dos dinossauros”, explica Carvalho.

Esse período de transição foi marcado por condições ambientais extremas. Nessa época, a intensa atividade tectônica conduziu à rápida separação entre o continente africano e o sul-americano. O *Uberabatitan* viveu em um cenário com alternância de grandes secas e momentos de chuvas torrenciais.

“O achado aponta um momento de forte estresse ecológico”, diz Carvalho. “Este foi o maior conjunto de titanossauros encontrado no Brasil. Além disso, no mesmo local foram também descobertos fósseis de um abelissauro, dinossauro carnívoro. A reunião desses animais pode indicar que sua morte tenha sido resultado de uma grande catástrofe.”

Igor Waltz

Ciência Hoje/RJ

ECOLOGIA

PARAÍSO DESCONHECIDO

Arte e ciência juntaram-se na mostra de fotografias realizada recentemente em Curitiba com o objetivo de apresentar ao grande público um dos mais espetaculares e bem preservados trechos da mata atlântica brasileira. Trata-se do Complexo de Lagamar, que se estende ao longo de 200 km, de Iguape, no litoral sul de São Paulo, a Paranaguá, na costa paranaense. Esse complexo de águas doces e salgadas, ilhas, matas e montanhas – denominado Lagamar pela população caiçara em virtude de seus inúmeros canais – abriga grande diversidade de animais e plantas.

“A dificuldade de acesso à área garantiu sua preservação”, explica o biólogo Renato Garcia Rodrigues, do Instituto de Pesquisas Cananéia (IPEC). O Complexo de Lagamar foi considerado Patrimônio Natural da Humanidade pela Unesco e recebeu, em 1999, o prêmio de Melhor Roteiro de Ecoturismo do Mundo, concedido pela revista norte-americana *Condé Nast Traveller*. Com fotos de Rodrigo Hypolito, Luís Mello Coelho e Renato Rodrigues, a exposição foi uma iniciativa conjunta do IPEC com o Programa de Pós-graduação em Zoologia da Universidade Federal do Paraná.



Vista do Parque Nacional do Superagüi (PR), que integra o Complexo de Lagamar. Rios e gamboas entram mata adentro formando canais que abrigam várias espécies animais, como o jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris* – no detalhe)

FOTOS RODRIGO HYPOLITHO

PSICOLOGIA

A SEXUALIDADE DOS DEFICIENTES

Adolescentes que têm espinha bífida – anormalidade congênita do sistema nervoso que causa paralisia e perda de sensibilidade, e acomete cerca de duas crianças a cada mil nascimentos –, sentem-se negligenciados quanto à sua sexualidade. A constatação é de um estudo do Instituto Fernandes Figueira (IFF), no Rio de Janeiro, sobre a qualidade de vida desses jovens, tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos, por meio de entrevistas e de grupos focais. “O surgimento desse tema, trazido pelos próprios adolescentes, foi uma surpresa, mas é óbvio que não se pode falar em qualidade de vida de adolescentes sem abordar a sexualidade”, afirma a psicóloga Ana Helena Rotta Soares, do IFF, que defendeu uma tese de doutorado no instituto sobre o tema.

Entre as principais reclamações dos jovens estão a dificuldade em se obter informações, seja sobre as possibilidades

para uma boa vida sexual, seja com quem falar sobre o assunto, e também sobre a imagem corporal que destoa dos padrões da sociedade. “Outro fator levantado foi a superproteção das famílias, que vêem os adolescentes como pessoas frágeis e acabam limitando suas experiências”, acrescenta Soares. Ela conta que nos Estados Unidos há ainda uma associação desse tema com a violência. “Encontramos uma perspectiva do corpo deficiente como incapaz de inspirar interesse amoroso livre de um possível interesse secundário ou de perversão”, esclarece a psicóloga.

Soares acredita que uma das soluções para o problema é a criação de locais de encontro para esses jovens, como o Grupo Portas Abertas para Adolescentes, no IFF, onde eles possam trocar idéias e falar de suas experiências. “Esses espaços contribuem para o fortalecimento dos jovens e resultam em uma rede informal de conhecimento e apoio”, conclui a psicóloga.

Carências nutricionais na síndrome de Turner

Um estudo pioneiro revelou que portadoras da síndrome de Turner, anomalia genética que atinge apenas mulheres, causada pela ausência total ou parcial de um dos seus cromossomos sexuais (X), apresentam deficiência de zinco e selênio. A pesquisa, realizada por uma equipe do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Universidade de São Paulo (USP), analisou a presença desses minerais no organismo de 35 pacientes. Os baixos níveis desses nutrientes no corpo podem aumentar o risco de aparecimento de doenças crônicas associadas à síndrome, como diabetes e osteoporose.

A síndrome de Turner produz uma série de alterações no organismo. As portadoras da doença têm baixa estatura, ausência de hormônios sexuais e o risco aumentado para o surgimento de doenças crônicas. O estudo analisou as concentrações de zinco e selênio na urina, no plasma e nos glóbulos verme-

lhos do sangue (eritrócitos) e a concentração de selênio nas unhas de pacientes de diferentes faixas etárias. Ainda que as crianças e as adultas apresentassem deficiências significativas dos dois minerais, o maior déficit foi percebido nas adolescentes.

Os resultados mostraram deficiência de zinco em 22,2% das crianças, 68,4% das adolescentes e 14,3% das adultas quando avaliada a concentração desse mineral no plasma. Nos eritrócitos foi verificada a deficiência de zinco em 66,7% das crianças, 57,9% das adolescentes e 28,6% das adultas. Já na avaliação da urina, a carência do mineral foi encontrada em 55% das pacientes. Os resultados também apontaram uma carência de selênio em todas as idades estudadas.

“Esses minerais são essenciais em funções importantes do nosso organismo, como a diferenciação celular, participam do sistema de defesa e do metabolismo”, explica a nutricionista Liliane Viana Pires, autora do estudo. “Na adolescência, há uma demanda maior desses nutrientes por conta do crescimento, o que pode explicar a maior defi-

ciência entre os pacientes dessa faixa etária.”

Doenças crônicas

De acordo com a pesquisadora, a deficiência dos minerais aumenta o risco de aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis, comuns em pessoas com síndrome de Turner, como diabetes, alterações cardiovasculares e da tireóide, entre outras. A carência desses elementos também pode diminuir a ação dos hormônios, como o GH (o hormônio do crescimento humano) e o estrogênio, comumente utilizados para reverter problemas como a baixa estatura e a ausência de caracteres sexuais femininos, respectivamente.

“Os resultados mostram a importância do acompanhamento nutricional dessas pacientes a fim de minimizar os riscos de aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis”, diz a nutricionista. As principais fontes de zinco são as carnes vermelhas, os frutos do mar, os tubérculos e, em menor quantidade, frutas e hortaliças. Quanto ao selênio, o alimento mais rico no mineral é a castanha-do-pará.

A pesquisadora realça a importância do estudo para um melhor entendimento das alterações metabólicas presentes na síndrome. “O conhecimento do estado nutricional dessas pacientes, no que diz respeito aos minerais, pode auxiliá-las a recuperar a saúde ou retardar o aparecimento de doenças”, finaliza.

Igor Waltz
Ciência Hoje/RJ



A castanha-do-pará é um dos alimentos mais ricos em selênio, elemento que apresenta deficiência nas portadoras da síndrome de Turner

ARMADILHA AJUDA A CONTROLAR DENGUE

Uma tecnologia capaz de monitorar a presença e o nível de infestação em áreas urbanas do mosquito transmissor da dengue, o *Aedes aegypti*, pode ser uma importante arma das autoridades para prevenir novos surtos da doença que, este ano, somente no Rio de Janeiro, atingiu mais de 200 mil pessoas. Típica de regiões tropicais, a dengue está presente em mais de 100 países e a única forma de conter sua transmissão é o combate ao mosquito, uma vez que ainda não existe vacina contra ela. O equipamento, desenvolvido por pesquisadores do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), foi apresentado na última mostra de Ciência e Tecnologia (Expo T&C), realizada durante a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).

A tecnologia, batizada de Monitoramento Inteligente da Dengue (MI-Dengue), é composta por uma armadilha que captura as fêmeas de *A.*

aegypti no momento da deposição dos ovos e um atraente sintético que aumenta o potencial da armadilha. Segundo o coordenador do projeto, o biólogo Álvaro Eiras, o equipamento começou a ser desenvolvido há 10 anos e em 2006 recebeu o Tech Museum Awards, considerado o Oscar da biotecnologia. “Desenvolvemos inicialmente uma armadilha e um atraente sintético para atrair e capturar o mosquito vetor da dengue. Depois adaptamos ferramentas da tecnologia de informação para coleta, processamento e gerenciamento dos dados de campo (número de mosquitos capturados nas armadilhas). Atualmente, as informações do local e nível de infestação em uma cidade são disponibilizadas na internet para o gestor de saúde atuar diretamente nos focos”, conta Eiras.

Dessa forma, é possível criar um mapa georreferenciado com as áreas de maior infestação do vetor da dengue. A armadilha já foi implantada em



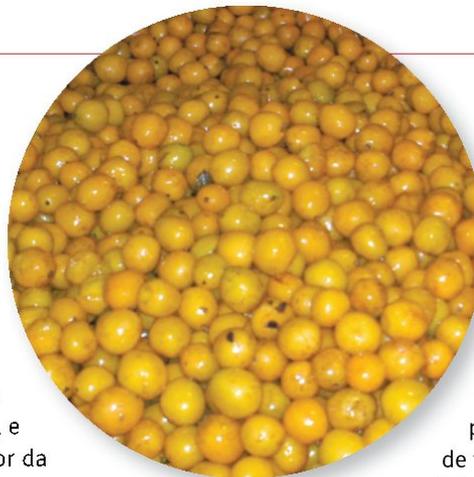
A tecnologia MI-Dengue atrai e captura o mosquito vetor da dengue, permitindo o mapeamento das áreas mais infestadas

11 municípios de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Espírito Santo e em uma cidade da Austrália. “O equipamento custa menos de R\$ 600 por km²”, comenta Eiras, “e, por se tratar de uma tecnologia de informação, pode evitar grandes gastos com as epidemias”. Ele destaca, porém, que o MI-Dengue não é a solução para a dengue, mas apenas uma ferramenta de prevenção: “A população precisa fazer a sua parte, evitando que se formem os focos.”

MIL E UMA UTILIDADES DA CAJARANA

A cachaça orgânica é apenas uma das várias aplicações que a cajarana, ou cajá-manga (*Spondias dulcis*), pode proporcionar. A planta, introduzida no semi-árido nordestino no período colonial, vem sendo estudada no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na Paraíba, e provou ser rica em nutrientes, além de muito resistente e adaptável. “A cajarana tem alto teor de vitaminas C e A e de flavonóides, e seu suco tem ação antioxidante”, revela o coordenador da pesquisa, Ednaldo Queiroga, bioquímico da UFCG.

Um dos projetos em andamento é a produção orgânica, sem química agregada, de uma cachaça a partir da polpa da fruta. “Agora estamos estudando os açúcares da cajarana e a otimização da fermentação”, conta Queiroga. Segundo ele, a idéia é ter a bebida pronta até maio de 2009, em tempo de lançá-la para os festejos de São João. “Se tivermos sucesso, já há interesse de empresários europeus no produto”, acrescenta. Os cientistas estão também destilando os óleos essenciais da planta para uso



Planta do semi-árido nordestino, a cajarana (*Spondias dulcis*) é rica em nutrientes e sua polpa vem sendo usada para produzir cachaça orgânica

em cosméticos e pesquisando o emprego do caroço da fruta para produção de ração animal ou de farinha para biscoito e pão.

Além dos estudos sobre extrativismo, os pesquisadores iniciaram um modelo de plantio da cajarana, até então encontrada apenas no ambiente, e um projeto de mapeamento por sistema de posicionamento global (GPS) de todas as árvores da espécie, de modo a aproveitar a frutificação que só ocorre uma vez por ano. “Estamos trabalhando também com reflorestamento e criação de abelhas sem ferrão. Nosso objetivo é que a cajarana possa ser uma fonte de riquezas e saúde para a região”, conclui.

Um olho muito especial

Ave-símbolo do Paraná, responsável pela dispersão de sementes da araucária, a gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*) tem bulbos oculares (olhos) diferenciados. Em estudo feito recentemente, o veterinário Fabiano Montiani-Ferreira, do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Paraná (UFPR), identificou nessa ave da família dos corvídeos uma estrutura óssea incomum no nervo óptico, também conhecido como ossículo de Gemminger, ou osso óptico. Esse elemento mostrou-se rico em medula óssea.

Embora a ocorrência de anel ósseo ao redor da parte branca do olho (esclera) seja comum entre as aves, a presença de um osso em torno do nervo óptico é exclusiva de alguns grupos. “Esse pequeno osso já havia sido descrito na década de 1950 em algumas espécies de aves, mas só agora foi identificado na gralha-azul”, ressalta

Montiani. A real função da estrutura permanece desconhecida, pois ainda não foi suficientemente investigada. Suspeita-se que sua presença torne o ponto de inserção do nervo óptico na esclera mais rígido, o que ajudaria a dar sustentação à estrutura anatômica e a reduzir as consequências de impactos mecânicos.

Com esse estudo, a equipe de Montiani deseja reacender o interesse pela investigação sobre a prevalência, o desenvolvimento e a função desse enigmático elemento anatômico das aves. Os pesquisadores da UFPR, que se dedicam também ao estudo do olho de diferentes espécies animais, pretendem ainda compreender melhor as doenças que acometem a visão de espécies selvagens e exóticas.

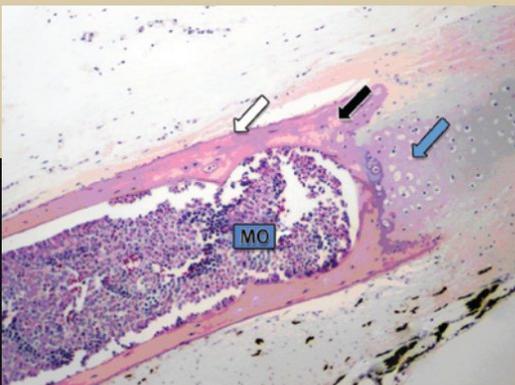
Segundo Montiani, isso vem dando subsídios para se conhecer melhor a visão humana, já que os olhos dos vertebrados apresentam as mesmas estruturas fundamentais. Cabe lembrar que algumas células do olho humano, particularmente da retina, ainda não são

totalmente conhecidas. Com a identificação da estrutura óptica na gralha-azul – que enfrenta situação crítica no Paraná em virtude da derrubada das florestas de araucária –, a equipe alerta para a importância da preservação de animais que sofrem risco de extinção.

A gralha-azul é membro de uma família de aves de ampla distribuição geográfica e que ocorre sobretudo em regiões de clima temperado. É encontrada em matas que se estendem, no Brasil, entre os estados de São Paulo e do Rio Grande do Sul; está presente também no Paraguai e no norte da Argentina. Com aproximadamente 40 cm de comprimento, a ave apresenta plumagem azul brilhante e olho fortemente pigmentado; já a cabeça, a parte ventral do pescoço e a parte cranial do peito têm coloração negra. Na lista das espécies animais mais apreendidas no sul do Brasil, a gralha-azul ocupa a 32ª posição.

Luan Galani

Especial para *Ciência Hoje*/PR



Fotomicrografia óptica, com aumento de 200 vezes, do pólo posterior do olho da gralha-azul: porção compacta de osso no nervo óptico (flecha preta); periosteio (membrana que reveste os ossos exteriormente e da qual podem formar-se elementos ósseos) (flecha branca); e área de transição entre o elemento ósseo e a lâmina cartilaginosa da parte branca do olho (flecha azul). No interior do osso, observa-se tecido característico de medula óssea (MO). À direita, a ave em um galho de pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*)



TECNOLOGIA

PRODUÇÃO DE ÓLEO DE XISTO MAIS EFICAZ

CRÉDITO: POLI/USP

Um novo equipamento pode aumentar em 20% a extração de óleo de xisto, uma rocha sedimentar encontrada comumente na região Centro-sul do país. O mineral é rico em querogênio, complexo orgânico do qual se pode produzir óleo e gás, similares aos subprodutos do petróleo. A técnica, desenvolvida por pesquisadores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP), é capaz de extrair óleo dos fragmentos mais finos de rocha, que hoje são descartados no processo de produção.

Com a nova tecnologia, as partículas menores de xisto são sugadas por um jato de água de alta pressão e os fragmentos arremetidos contra um obstáculo metálico em alta velocidade, que faz com que haja uma separação entre a rocha e a matéria orgânica. No processo atual, para que o óleo seja liberado, as rochas são aquecidas em um reator, mas somente as frações maiores podem ser processadas; os fragmentos menores são desperdiçados.

De acordo com o coordenador do projeto, o engenheiro Giorgio De Tomi, do Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo da Poli, o equipamento permite aproveitar melhor as frações mais finas de xisto e, dessa



forma, aumentar a produção de óleo. “Esse método é mais eficiente e sustentável, e provoca um impacto ambiental menor”, explica, “pois utiliza o material antes depositado no meio ambiente, além de dispensar a queima de combustíveis para produzir calor.”

O equipamento ainda está sendo testado em laboratório, mas os resultados têm se mostrado promissores. Segundo De Tomi, a idéia inicial da pesquisa era criar um método que complementasse o processo atual de produção de óleo, mas o equipamento tem potencial para substituir o método por aquecimento. “A proposta é usarmos os dois processos para aproveitar totalmente o material que hoje é rejeitado”, afirma.

O Brasil tem a segunda maior reserva de xisto do mundo, o que pode ser uma importante alternativa energética ao petróleo. O mineral tem valor estratégico, pois essa reserva tem potencial para a produção de 800 bilhões de barris de óleo, o que equivale a 35 vezes a reserva atual de petróleo do país.

Os jatos de água, localizados no cone alimentador de xisto (vermelho), criam uma sucção, fazendo com que as partículas do mineral sejam projetadas para baixo. Na parte inferior do equipamento, há um anteparo de metal, onde ocorre o impacto das partículas e a separação da matéria orgânica da rocha

NUTRIÇÃO

NOVO MÉTODO PARA MEDIR CONSERVANTES

O cálculo da quantidade de conservantes em alimentos tornou-se mais rápido e preciso graças a um novo método desenvolvido sob a coordenação do químico Koiti Araki, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP), e empregado em pesquisas realizadas pelo Laboratório de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP.

Criado para a medição de diversas substâncias, esse método de análise por injeção em fluxo foi usado pelo nutricionista Welliton Donizeti Popolim, doutorando do Programa de Nutrição Humana Aplicada (Pronut) da USP, para quantificar, nos alimentos consumidos por crianças e jovens em idade escolar, os sulfitos – conservantes usados em sucos de frutas concentrados, fru-

tas secas e bebidas alcoólicas, entre outros produtos, e que podem provocar reações alérgicas se consumidos em excesso, acima da Ingestão Diária Aceitável (IDA), determinada conjuntamente pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, na sigla em inglês) e pela Organização Mundial da Saúde.

“O novo método reduz o tempo de análise de cerca de duas horas e meia para menos de um minuto, além de detectar níveis de até 0,1 parte por milhão (ppm). No procedimento convencional, chamado Monier-Williams, a precisão só atinge 10 ppm”, explica Popolim. Na análise por injeção em fluxo, a amostra a ser estudada (neste caso suco de frutas) é injetada em um dispositivo no qual ocorrem reações

químicas que liberam o sulfito, cuja concentração é detectada em um compartimento que faz parte do aparelho.

O nutricionista ressalta que, apesar dessas substâncias poderem causar problemas de saúde, seria necessário consumir produtos como passas, sucos de frutas concentrados, vinho, camarão e cerveja, por exemplo, em grandes quantidades para atingir um nível tóxico. “Não é impossível, mas com uma dieta normal é muito difícil ultrapassar a IDA de 0,7 mg/kg de peso corpóreo”, diz Popolim, que agora finalizará a análise dos resultados.



Pesquisa pré-realeza

Para o senso comum, a vinda de D. João VI, em 1808, iniciou uma era de ouro na ciência nacional. Mas, na verdade, a colônia já dispunha de uma produção de conhecimento própria, seja por causa de instituições, como os colégios jesuítas, seja pelo esforço de indivíduos, como naturalistas e padres. Rever essa noção do marco histórico da vinda da coroa portuguesa foi um dos objetivos do seminário 'As Ciências no Brasil no Período Joanino', realizado pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast) e pela Casa de Oswaldo Cruz (COC), ambos no Rio de Janeiro, em agosto último.

A transferência da família real para o Brasil não trouxe apenas nobres e agregados, vieram também instituições científicas, como a Academia Real Militar e a Escola Médico-Cirúrgica. Além disso, a fundação da imprensa acelerou a circulação de textos e permitiu a criação de jornais, como, por exemplo, *O patriota*, aumentando a divulgação e gerando espaços onde o conhecimento produzido podia ser

publicado. “Todos esses fatores certamente contribuíram para a ciência no Brasil, mas isso não quer dizer que nada havia antes”, ressalta Heloísa Gesteira, historiadora do Mast.

Jesuítas e renascidos

“É preciso lembrar que até 1822 o Brasil não existia como unidade política e territorial, mas pelo nome Brasil designava-se o conjunto de possessões portuguesas na América. Além disso, a ciência feita então não estava em centros de ponta, mas sim nos espaços possíveis”, observa Gesteira. Segundo ela, antes da chegada da corte, outras instituições já estavam envolvidas na produção de conhecimento. Ela cita os colégios jesuítas como uma dessas entidades. “Eles estavam muito ligados aos principais debates que ocorriam em seu tempo”, afirma. Um exemplo da contribuição científica desses religiosos foram os trabalhos sobre astronomia do padre tcheco Valentin Stansel (1621-1705), professor do colégio jesuíta de Salvador (BA).

As academias literárias, forma típica de associação de intelectuais iluministas a partir do século 18, são outro espaço de conhecimento apontado pela historiadora. “Elas reuniam pensadores de várias origens – havia funcionários do governo, padres e a elite da colônia”, conta. Uma das academias mais famosas foi a dos Renascidos, fundada em Salvador em 1759, uma das primeiras sociedades literárias, que tinha entre seus objetivos escrever a história da América portuguesa.

Holandeses e portugueses

Gesteira destaca que há muita comparação entre a produção de conhecimento no Brasil sob o domínio holandês e sob o controle dos portugueses. É do período de dominação da Holanda no Nordeste, sob o comando de Maurício de Nassau (1604-1679), a obra *História natural do Brasil*, de autoria de Guilherme Piso (1611-1678) e Georg Marggraf (1610-1644), naturalistas holandês e alemão, respectivamente. O livro foi um importante trabalho de referência até o século 19.

“Há uma grande diferença entre essas duas situações. Os autores holandeses estavam inseridos em um contexto político que promovia essa divulgação e incluía, por exemplo, contatos com uma das principais casas editoriais da República das Províncias Unidas (atual Holanda), a *Elsevier*, explica a historiadora. “Já no caso dos portugueses, havia interesse em manter sigilosas as informações sobre a colônia. Muitos manuscritos eram produzidos e circulavam, embora permanecessem anos sem ser publicados”, informa Gesteira. Ainda assim, há grandes obras nesse período, conta ela, como *Tesouro descoberto no máximo rio Amazonas*, do padre jesuíta João Daniel (1722-1776), escrita durante seus últimos anos de vida na prisão. “A ausência de publicação levou a uma interpretação errônea no meio historiográfico, negligenciando as práticas de saber e a circulação de idéias eruditas na América portuguesa”, finaliza a historiadora.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ



Tomaz Langenbach

Instituto de Microbiologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro



Elmo da Silva Amador

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (professor aposentado)



Breno Herrera da Silva Coelho

Área de Proteção Ambiental de Guapimirim



Conquista da comunidade científica

Os últimos remanescentes de manguezais das margens da baía da Guanabara estão hoje abrigados na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim. A criação dessa unidade de conservação, no entanto, enfrentou muitas dificuldades desde que a idéia foi lançada, em 1978, em um seminário sobre a poluição da baía promovido pela Secretaria Regional do Rio de Janeiro da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). A defesa obstinada da proposta pela comunidade científica e outros setores levou, em 1984, à criação da unidade. Hoje, além de garantir a proteção da maior área de manguezais do estado, a APA de Guapimirim conta com uma gestão participativa e busca promover a integração com outras unidades de conservação na mesma região.

No final dos anos 70, durante a ditadura militar, a Secretaria Regional da SBPC no Rio de Janeiro mobilizou a comunidade científica local para o debate de questões de interesse da sociedade estadual e nacional. Com esse objetivo, promoveu uma série de eventos, entre eles um seminário, em 1978, sobre a poluição da baía da Guanabara, de cuja organização participou um dos autores deste artigo (Tomaz Langenbach). Nesse seminário, que gerou grande interesse no meio acadêmico e nos veículos de comunicação, nasceu a idéia de proteger os últimos manguezais da baía da Guanabara.

Na ocasião, as biólogas Norma Maciel e Dorothy Araújo, da Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente (Feema), fizeram uma apresentação a respeito dos manguezais do fundo da baía da Guanabara, últimos remanescentes desse tipo de ecossistema na região. Logo após, outro dos autores deste artigo (Elmo Amador), que no dia anterior havia feito palestra sobre a importância dos mangues na redução do assoreamento da baía, propôs a criação de

uma unidade de conservação nessa área de manguezais. A 5 de junho (dia do meio ambiente) daquele ano, proposta nesse sentido foi oficialmente apresentada ao governo federal pela SBPC, com o apoio de técnicos da Feema e da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (Cedae); do Conselho Estadual de Cultura; da Secretaria de Meio Ambiente (Sema) do Ministério do Interior; e, sobretudo, da comunidade científica.

Dois meses depois, o *Diário Oficial* do Estado do Rio de Janeiro publicou um convênio firmado entre o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), do Ministério do Interior, e a Fazenda Agropastoril Bozano-Simonsen para a construção de canais naqueles manguezais, visando drenar a área e possibilitar seu uso para habitação, indústria e pequena agricultura. Se o projeto fosse executado, o manguezal desapareceria, como já havia ocorrido antes em outras partes da baía da Guanabara. A 'guerra' estava declarada. Nos anos seguintes, a discussão envolveu diversos níveis e foi muito bem noticiada pela imprensa. ▶

Pode-se dizer que a regional da SBPC no Rio de Janeiro conseguiu provocar, pela primeira vez, uma discussão pública sobre a importância dos manguezais. O processo, articulado por Langenbach, contou com o suporte científico de diversos pesquisadores, entre eles o engenheiro sanitário Breno Marcondes Silva (1931-1997). Uma participação fundamental foi a do secretário especial do meio ambiente, o ecólogo Paulo Nogueira Neto. Mesmo dentro do governo federal, ele sempre apoiou a proposta, e sua presença constante nos noticiários ajudou a romper o silêncio oficial.

Outro obstáculo surgiu em 1979, quando o Ministério do Interior anunciou, com estardalhaço, a intenção de implantar o chamado Projeto Rio, que aterraria 27 km² da baía da Guanabara, inclusive manguezais, visando criar áreas para a indústria, e removeria sete favelas. O projeto, a ser executado pelo DNOS, foi contestado pela comunidade dessas favelas, pela Comissão de Meio Ambiente da Associação dos Geógrafos Brasileiros e por um grupo de trabalho da Universidade Federal do Rio de Janeiro, criado pelo então reitor, o médico Renato Caldas (1929-1991). Graças à vigorosa e persistente oposição, o

Projeto Rio teve sua área reduzida (desistindo da destruição dos manguezais na área de Duque de Caxias) e mudou de enfoque, passando a ser um projeto social de habitação popular e a apoiar a criação da APA de Guapimirim.

Em 1981, o DNOS usou inundações ocorridas na Baixada Fluminense como justificativa para a necessidade de abrir canais de escoamento na área. Como opção, foi negociada a implantação de apenas um canal, mas em 1983 o grupo de trabalho formado pela Sema para analisar a questão foi convencido (por Langenbach) da inadequação do projeto do canal, e a idéia foi descartada em definitivo. Esse sucesso deveu-se à tenacidade da comunidade científica e de outros colaboradores, reunindo todo um corpo técnico para questionar a proposta, processo facilitado pela inconsistência da argumentação do DNOS.

Como o projeto de criação da APA 'mofava' nas gavetas do Ministério do Interior, a Feema (que tinha Elmo Amador como diretor do Departamento de Apoio Técnico Científico) ameaçou, em 1984, agilizar o processo criando uma unidade estadual de proteção dos manguezais do fundo da baía. Essa infor-

mação, divulgada pelo *Diário Oficial* do estado, atraiu novamente a atenção dos meios de comunicação e mobilizou os políticos da região envolvida, e as pressões sobre o governo federal fizeram com que este, em setembro do mesmo ano, criasse a APA de Guapimirim. A unidade tem 14,3 mil hectares e inclui manguezais cortados por vários rios e outras áreas próximas situadas em quatro municípios: Magé, Guapimirim, Itaboraí e São Gonçalo.

Entre as pessoas que deram contribuições relevantes para que essa unidade de conservação fosse criada estão, entre tantas outras, os presidentes da Feema durante o processo (o engenheiro sanitário Haroldo Matos de Lemos, o biólogo Evandro Rodrigues de Britto e o urbanista Armando Leitão Mendes) e os secretários regionais da SBPC no Rio de Janeiro, na mesma época (o neurocientista Roberto Lent, o físico Ennio Candotti e o economista Adilson de Oliveira).

O caminho para a concretização da Área de Proteção Ambiental, porém, ainda seria longo. A evolução na implantação da unidade foi muito lenta nos 15 anos entre 1985 e 2000. A APA foi assumida em

Os manguezais de Guapimirim, últimas áreas restantes desse tipo de vegetação na baía da Guanabara, estão hoje incluídos em uma Área de Proteção Ambiental



FOTO DE IGOR PESSOA/FOLHA IMAGEM

1989 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), criado naquele ano para suceder a Sema. Com a nomeação do procurador federal Radamés Marzullo para chefiar a unidade, a SBPC encerrou sua participação no processo. No entanto, apesar do empenho do gestor, a implantação da APA ficou enredada no emaranhado burocrático do governo e na permanente falta de recursos.

Esse, infelizmente, não é um caso isolado: a boa repercussão, na imprensa, da criação de unidades de conservação gera empenho governamental, mas sua efetiva implantação, menos atraente para a mídia, fica em segundo plano diante de interesses políticos e econômicos mais imediatistas. Por esse motivo, a consolidação da APA de Guapimirim entrou em 'recesso', rompido pelo grande vazamento de óleo ocorrido em 18 de janeiro de 2000 na Refinaria Duque de Caxias, da Petrobras, que contaminou grande parte da área dessa unidade de conservação e novamente ativou a atenção dos meios de comunicação, inclusive internacionais.

Em 2003 a direção da APA foi assumida por outro autor deste artigo (Breno Coelho), especialista em manguezais, e a implantação da unidade ganhou impulso, com a formação de seu Conselho Gestor, integrado por secretários municipais de meio ambiente, professores universitários e representantes dos pescadores, dos caranguejeiros e de organizações não-governamentais ambientalistas. O Conselho, que iniciou suas atividades em 2004 e desde então faz reuniões trimestrais, tem sido um dos principais fóruns de discussão de questões ambientais da Baixada Fluminense. Ainda em 2004 foi aprovado o Plano de Manejo da APA de Guapimirim, instrumento indispensável para a gestão ambiental, que definiu as zonas de uso sustentável, de proteção da vida silvestre e de proteção da vida marinha.

Se a APA de Guapimirim não tivesse sido criada e implantada, hoje toda a região seria urbanizada, e o maior assoreamento da baía da Guanabara teria levado a uma redução significativa de seu espelho d'água

Como resultado do trabalho da equipe da APA e de seu Conselho Gestor, foi criada em 2006, dentro dos limites da unidade, a Estação Ecológica da Guanabara, para proteger 2 mil hectares de manguezais bem conservados, incluindo significativas manchas de mangues primários, ou seja, intocados – algo quase impensável diante do histórico de ocupação das margens da baía. Também em 2006 foi iniciado o Projeto de Ecoturismo e Desenvolvimento Sustentável da APA, em parceria com a Innatus, uma organização não-governamental, e com financiamento do Ministério do Meio Ambiente. O projeto inclui um viveiro-escola, para cursos de capacitação das comunidades locais (basicamente famílias de pescadores e catadores de caranguejo), e a cooperativa Manguezal Fluminense (que produz artesanato com material extraído do mangue e atua na condução de visitantes, no viveirismo e no reflorestamento), garantindo uma renda adicional para essas comunidades.

A APA de Guapimirim coordenou os trabalhos de mobilização que culminaram, em 2006, na criação, pelo Ministério do Meio Ambiente, do Mosaico da Mata Atlântica Central Fluminense, que visa integrar a gestão de 22 unidades de conservação (cinco federais, sete estaduais, seis municipais e quatro particulares) de mata atlântica ou ecossistemas associados (como manguezais) situadas em regiões próximas. O Conselho Gestor do

Mosaico vem se reunindo regularmente desde 2007, e têm sido realizadas operações de fiscalização integrada nas unidades de conservação que o compõem. Para a APA de Guapimirim, o mosaico é ideal para aumentar a proteção dos trechos a montante dos rios que alimentam os manguezais dessa unidade. Ainda em 2007, com a reestruturação do Ministério do Meio Ambiente, o recém-criado Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade assumiu a gestão das unidades de conservação do país, inclusive a APA de Guapimirim.

Se essa unidade de conservação não tivesse sido criada e implantada, hoje toda a região seria urbanizada (unindo as cidades do Rio de Janeiro e de Niterói), e o maior assoreamento da baía da Guanabara teria levado a uma redução significativa de seu espelho d'água. Além disso, teria sido comprometida a reprodução dos peixes de alto-mar nos manguezais.

Muitos são os desafios que essa unidade continuará a enfrentar. Um exemplo claro é a iminente implantação do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, a menos de 10 km dos limites da unidade. A APA de Guapimirim, com o auxílio indispensável de todos os setores envolvidos e engajados na conservação dos manguezais, deve fazer jus ao seu histórico de resistência e superação dos obstáculos, mantendo vivo e pulsante o coração verde do recôncavo da baía da Guanabara. ■

Fibrose cística e infertilidade masculina

Patricia Ribeiro dos Santos
e Katia K.V. de Oliveira Moura

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

A infertilidade masculina está associada a várias condições genéticas e não-genéticas, como hipogonadismo (defeito no sistema reprodutor que compromete a função dos testículos), anormalidades no trato genital, infecções, doença crônica, medicação, exposição a agentes químicos e varicocele (formação de varizes em veias da região do escroto, onde se alojam os testículos; a dilatação dessas veias prejudica o fluxo sanguíneo no local, produz acúmulo de substâncias tóxicas e aumento da temperatura na área). Mas em pelo menos 40% dos homens com problema de fertilidade nenhuma causa é identificada. Anormalidades genéticas são encontradas em homens cujo espermograma não pode ser explicado. Na oligozoospermia severa, o número de espermatozoides é igual ou inferior a 10 milhões por ml de

sêmen; na azoospermia, há total ausência de espermatozoides no sêmen (figura 1).

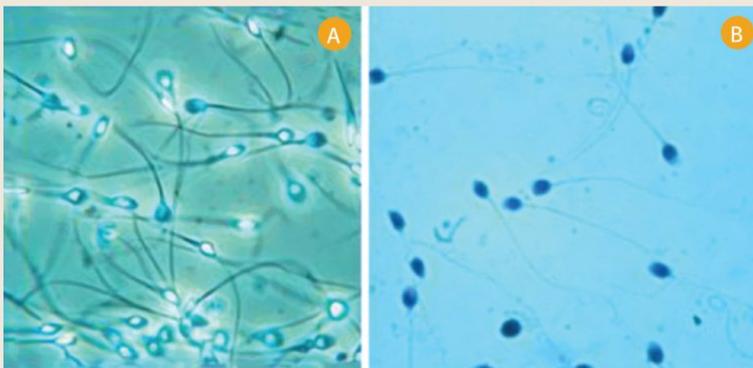
Na década de 1930, notou-se que os espermatozoides presentes no testículo não estavam aptos à fertilização até que pudessem atravessar uma parte do epidídimo (figura 2). A secreção de eletrólitos e água pelo epidídimo é muito importante na formação de um ambiente adequado para a maturação e o transporte dos espermatozoides. Esse processo é interrompido por uma doença genética grave, a fibrose cística (FC), causada por mutações no gene conhecido como CFTR. A doença é mais freqüente na população caucasiana, com incidência de 1 para 2.500 nascidos vivos na população geral. A freqüência de portadores com apenas um alelo defeituoso é considerada alta (1 para 25). Um alelo é uma das

formas alternativas de um gene, que ocupa determinada posição no cromossomo.

Embora se trate de uma doença monogênica (que afeta um único gene), estudos que fazem correlação entre genótipo (conjunto de genes de um indivíduo) e fenótipo clínico (características externas de um indivíduo) mostram uma relação complexa, pois algumas características são determinadas pelo conjunto de genes desse indivíduo em um modelo essencialmente monogênico e outras são influenciadas por fatores genéticos modificantes e ambientais. Acredita-se, portanto, que o fenótipo da doença seja uma soma de componentes clínicos oriundos de diferentes mecanismos, como mutações e influências de modificadores de outras doenças. Os modificadores genéticos são genes que, sozinhos, não causam doenças, mas afetam seu grau de desenvolvimento, tornando-as mais graves.

A doença envolve inicialmente células do intestino, sistema respiratório, pâncreas, vesícula biliar e glândulas sudoríparas. A baixa liberação de muco ou a produção excessiva desse mesmo muco (espesso devido à grande quantidade de sais concentrados) causam doença obstrutiva no pulmão e infecção bacteriana crônica, levan-

Figura 1. Em A, sêmen com quantidade normal de espermatozoides; em B, o baixo número de espermatozoides (igual ou inferior a 10 milhões por ml de sêmen) é responsável pela oligozoospermia severa



IMAGENS EXTRAÍDAS E MODIFICADAS DE [HTTP://BIOMED.UNINE.EDU/2007/05/EMFC4.html](http://biomed.unine.edu/2007/05/EMFC4.html) (A) [HTTP://WWW.MALEINFERTILITY.ORG/NEWARENA.html](http://www.maleinfertility.org/newarena.html) (B)

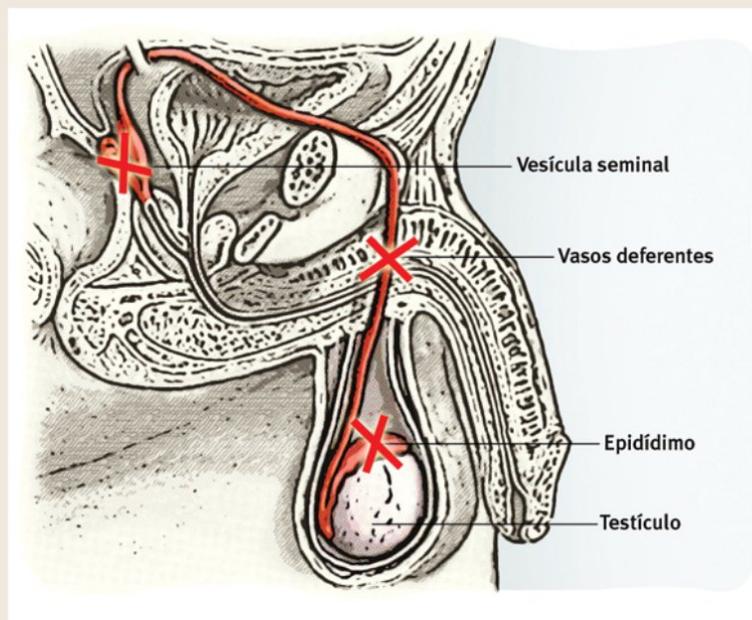
do a falha respiratória, principal causa de mortalidade pela doença. Um elevado percentual (mais de 95%) de pacientes do sexo masculino apresenta infertilidade, causada pela ausência ou obstrução dos vasos deferentes. Tais problemas resultam de mutações no gene CFTR, que impedem o desenvolvimento normal das estruturas que formam o órgão reprodutor masculino. A redução da fertilidade em mulheres decorre possivelmente de alterações nas propriedades do muco cervical, que também podem ser provocadas por mutações.

Identificado e seqüenciado em 1989, o gene CFTR localiza-se no cromossomo 7. A proteína produzida a partir desse gene age como um transportador na superfície das células responsáveis pela liberação de substâncias como sódio e água nos canais do órgão reprodutor masculino. Juntamente com os espermatozoides, essas substâncias formam o sêmen.

Variabilidade de fenótipos

Várias mutações responsáveis pela fibrose cística estão associadas a populações européias. Segundo um grupo multinacional de pesquisadores que estudam a doença, cerca de 1.500 mutações ocorrem no gene CFTR. A conhecida como $\Delta F508$ está presente em cerca de 30% a 40% dos cromossomos de pacientes com fibrose cística, em diferentes populações. Essa mutação provoca uma redução drástica dos níveis da proteína CFTR, que é expressa na membrana plasmática de células do aparelho reprodutor masculino.

Além da forma tradicional da doença, existe uma forma genital primária associada à ausência congênita bilateral dos vasos deferentes (CBAVD) em homens saudáveis. Esses sintomas 'leves' incluem também obstrução bilateral dos dutos ejaculatórios ou ausência congênita unilateral dos



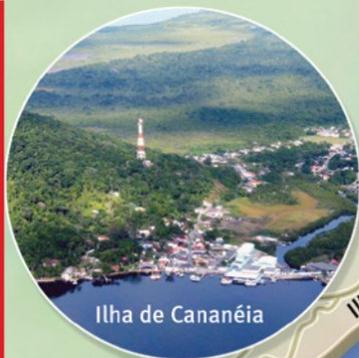
vasos deferentes, sem anormalidades renais. A forma genital da fibrose cística ocorre nos chamados 'heterozigotos confusos', quando o indivíduo afetado possui uma mutação grave e outra mais branda (que produz um fenótipo menos grave), ou nos homozigotos com mutações raras. A forma genital da fibrose cística não é detectada facilmente com base apenas em sintomas clínicos. Em cerca de 20% dos homens com CBAVD, os vasos deferentes não são palpáveis; no caso de indivíduos com obstrução bilateral dos dutos ejaculatórios, o diagnóstico apóia-se nos marcadores do plasma seminal, o que pode levar a interpretações equivocadas.

A grande variabilidade de fenótipos da fibrose cística indica que há outros fatores envolvidos na sua determinação, além das mutações no gene CFTR. Fatores ambientais e outros determinantes genéticos têm contribuição relativa na formação do fenótipo. A participação de genes modificadores tem grande importância no tipo de manifestação clínica da doença e há evidências de que eles têm polimorfismos (várias formas diferentes de um mesmo gene) cujas

variantes são responsáveis pelos diferentes fenótipos de pacientes com o mesmo genótipo.

Diante da grande quantidade de mutações que resultam em uma enorme variedade de fenótipos, é necessária uma investigação criteriosa, que leve em conta um conjunto de mutações comuns a cada população. Vale lembrar que a maioria das mutações descritas ocorre em populações brancas e que no Brasil, onde houve intenso processo de miscigenação, é difícil determinar se um indivíduo é caucasiano, negro ou ameríndio. Essa determinação possibilitaria a casais que vão se submeter a técnicas de reprodução assistida acesso a um aconselhamento genético de qualidade, já que a doença pode ser transmitida aos descendentes. A mulher também deve ser avaliada, pois, se ela apresentar alguma mutação, o risco de transmissão é maior. Portanto, a avaliação molecular de casais com problemas de infertilidade que desejam se submeter a técnicas de reprodução assistida deveria ser obrigatória, para evitar a transmissão de doenças genéticas graves e garantir o nascimento de filhos saudáveis. ■

Figura 2. Esquema do órgão reprodutor masculino. As estruturas marcadas com X são afetadas por mutações genéticas que causam infertilidade



Ilha de Cananéia

Iguape

Ilha Comprida

Ilha do Cardoso

BIOLOGIA Estudo revela riqueza de espécies em Cananéia, no litoral paulista

De olho nas tartarugas

Estudos feitos em Cananéia, no litoral sul de São Paulo, revelaram que a região é visitada por cinco espécies de tartarugas marinhas, todas ameaçadas de extinção. Foram registrados principalmente indivíduos jovens de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), que buscam alimento na região, formada por estuários, baías, ilhas e canais. Para conhecer mais, com a ajuda dos pescadores artesanais da região, a biologia e a ecologia desses répteis, o Instituto de Pesquisas Cananéia (IPeC) criou em 2003 o Projeto Tartarugas, que, recentemente, estendeu sua atuação para áreas do litoral do Paraná. Por **Ana Cristina V. Bondioli e Shany M. Nagaoka**, do Projeto Tartarugas, e **Emygdio L. de Araujo Monteiro-Filho**, do IPeC.

O complexo Iguape-Cananéia-Paranaguá inclui estuários de rios, baías, canais, ilhas, praias e mangues

Exemplar juvenil de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) fotografado para identificação, na região de Cananéia

As tartarugas marinhas são répteis que vivem nos mares tropicais e subtropicais. Das sete espécies existentes hoje, são encontradas na costa brasileira a tartaruga-verde, a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) e a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*). As espécies *Lepidochelys kempii* e *Natator depressus* vivem em outras regiões. Todas essas tartarugas estão ameaçadas de extinção.

Esses animais visitam com frequência o litoral de São Paulo, na região do complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia-Paranaguá, protegido do mar aberto pela ilha Comprida e pela ilha do Cardoso (ambas áreas de proteção ambiental). O complexo é formado por baías, morros isolados, desembocadura de rios e várias ilhas e ilhotas. Nas margens dos canais de água

salobra e da zona costeira interna predominam os manguezais. Essa área, situada entre os estados de São Paulo e Paraná, é cercada por um dos ecossistemas menos degradados do país, onde a cobertura vegetal representa a maior extensão contínua do que restou da mata atlântica na região Sul.

O Instituto de Pesquisas Cananéia atua na região desde 1981, e conta com a colaboração da comunidade pesqueira local, o que facilitou o trabalho com as tartarugas marinhas, nos últimos anos. Embora protegidas pelas leis brasileiras, as tartarugas são vítimas da pesca em larga escala ou industrial e do lançamento de poluentes nos mares, entre outras atividades humanas.

Os registros incluíram animais encontrados mortos nas praias e indivíduos vivos que entraram em cercos-fixos (armadilhas artesanais usadas na pesca), além de espécimes empalhados e carapaças expostos em museus (Museu de Cananéia e Museu do Parque Estadual da Ilha do Cardoso), restaurantes e casas de moradores locais. Os animais mortos foram obtidos por informações da própria comunidade ou pelo monitoramento de 30 km de praia da ilha Comprida e 5 km da praia do Itacuruçá, na ilha do Cardoso.



O monitoramento dos cercos-fixos contou com o apoio dos pescadores, que informavam os pesquisadores sobre a presença de tartarugas nessas armadilhas. Os animais não sofrem danos físicos nos cercos-fixos, mas para sair desses espaços precisam da ajuda dos pescadores. O Projeto Tartarugas monitorou 12 cercos-fixos: cinco na ilha do Cardoso, um na ilha da Casca, três na ilha Comprida e três na ilha de Cananéia. As tartarugas encontradas foram medidas, identificadas por fotografias e marcadas com anilhas metálicas antes da liberação. Foram coletadas amostras de pele dos animais para análise genética, além de amostras dos organismos que vivem fixados às carapaças, para estudos sobre essa fauna associada.

Dados obtidos

Dos 189 indivíduos registrados, a grande maioria (97%) era da espécie *Chelonia mydas* (tartaruga-verde), capturadas principalmente nos cercos-fixos. Isso pode estar relacionado às condições favoráveis, nessas armadilhas, para o crescimento de algas marinhas, alimento preferido por essa espécie. Durante a fase juvenil, as tartarugas-verdes se aproximam da costa para se alimentar, e passam ali a maior parte do seu ciclo de vida. Dos animais capturados, a grande maioria estava nessa fase: o comprimento médio da carapaça foi de 38 cm e o peso médio de 6,5 kg, quando animais adultos podem atingir 1,2 m e 230 kg.

Foi encontrada ainda uma tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) viva, com 66 cm de comprimento curvilíneo da carapaça (CCC), 65 cm de largura curvilínea da carapaça (LCC) e 35 kg, com problemas de

flutuação na baía Trapandé, além de uma tartaruga-de-pente viva, com 34 cm de CCC, 29 cm de LCC e 5 kg, em uma colônia de pescadores na ilha do Cardoso. Embora apenas um exemplar tenha sido encontrado, a tartaruga-de-pente, de acordo com os pescadores, é a segunda espécie mais freqüente na região.

Uma tartaruga-de-couro com 1,54 m de CCC, encontrada viva na praia de ilha Comprida, sem a nadadeira anterior esquerda, foi liberada após cuidados veterinários. Segundo os pescadores, tanto a tartaruga-de-couro quanto a cabeçuda são mais comuns em mar aberto, longe da costa. Já a tartaruga-oliva foi registrada por meio de uma carapaça (64 cm de CCC e 68 cm de LCC) exposta no Museu do Parque Estadual da Ilha do Cardoso. Segundo moradores e funcionários, o espécime foi encontrado em uma praia da ilha no final da década de 1990. O estudo dos organismos associados às carapaças das tartarugas registrou 14 espécies de invertebrados.

Embora atue apenas desde 2003, o Projeto Tartarugas registrou as cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no litoral brasileiro, o que indica a importância da região de Cananéia para a conservação desses animais. O Projeto Tartarugas passou a incluir áreas no Paraná, visando ampliar a coleta de dados que ajudem a identificar as principais causas de mortalidade e avaliar a real situação das espécies que visitam a área. Além disso, as informações sobre as tartarugas marinhas estão sendo transmitidas para a comunidade em um programa de conscientização ambiental, o que beneficiará a conservação tanto dessas espécies quanto da própria região de Cananéia. ■

Os pescadores da região, que instalam armadilhas artesanais chamadas de cercos-fixos, auxiliaram as pesquisas sobre as tartarugas – no detalhe, tartaruga-verde retornando ao mar após coleta de dados pelo Projeto Tartarugas na ilha do Cardoso



ECOLOGIA Estudo da fauna associada a árvores é importante em áreas de manejo florestal

Hóspedes das madeiras

Um dos pontos críticos da exploração de madeira na Amazônia é conciliar o crescimento do setor com a manutenção da biodiversidade e das funções básicas do ecossistema florestal. Para isso, é necessário conhecer melhor, entre outros aspectos, as interações entre espécies na floresta. No Acre, estudos sobre fungos, invertebrados e pequenos vertebrados que dependem de árvores amazônicas trazem novos dados que podem ser úteis no planejamento da atividade madeireira. Por **Francesca Salla**, do *Campus de Cruzeiro do Sul*, da *Universidade Federal do Acre (Ufac)*, **Moisés Silveira Lobão** e **Elder Ferreira Morato**, do *Departamento de Ciências Biológicas e da Natureza*, da *Ufac*.

Amostra de madeira da espécie maçaranduba (*Manilkara amazonica*) com cavidades feitas possivelmente por besouros

A exploração florestal seletiva tem afetado extensas áreas de florestas primárias na Amazônia, com o relativo aumento do risco de extinção de espécies florestais de alto valor comercial, em decorrência de seu isolamento genético por várias gerações. Existe, portanto, um conflito entre a conservação ecológica dessas espécies e seu alto valor no mercado. Além da ameaça às próprias espécies madeireiras, outra questão importante está nos efeitos da extração de determinadas árvores sobre vários grupos da fauna (vertebrados e invertebrados) que usam cavidades existentes na madeira para fazer seus ninhos e realizar outras atividades.

Entre esses grupos existem diversas espécies de vespas e abelhas conhecidas principalmente por seu papel como polinizadores nas florestas tropicais e predadores de outras espécies (ajudando a manter o equilíbrio ecológico). Assim, a diminuição da densidade de algumas espécies madeireiras exploradas pode reduzir também a disponibilidade de cavidades para essas vespas e abelhas. Por isso, é necessário investigar por que esses organismos preferem determinadas espécies de árvores, e se outras espécies sem valor comercial, mas com características semelhantes às das espécies nobres, poderiam desempenhar essa mesma função ecológica.

As atividades de manejo florestal devem, segundo os princípios de certificação do Conselho Brasileiro



Monitoramento da fauna de invertebrados e pequenos vertebrados em plataforma com ninhos-armadilhas no meio da floresta

FOTOS: LENDIAS PELOS AUTORES

de Manejo Florestal (que representa no país a organização internacional Forest Stewardship Council), incluir pesquisas e coletas de dados que permitam monitorar as condições da floresta, ou seja, a composição e as mudanças observadas na flora e na fauna em decorrência da extração de madeira. Monitorar a fauna é importante para avaliar a conservação do ecossistema como um todo, porque muitos organismos são altamente sensíveis aos impactos da exploração madeireira. No entanto, há muita controvérsia sobre como obter informações que de fato mostrem os impactos sobre certos grupos, como os insetos mencionados, e sobre que medidas poderiam ser adotadas para reduzi-los.

Pesquisas preliminares feitas por um dos autores (Morato) no Acre mostraram que a variedade de abelhas polinizadoras e vespas predadoras foi significativamente maior em áreas de vegetação secundária e no entorno da floresta primária do que na floresta madura ou em áreas muito impactadas. Isso sugere que níveis intermediários de perturbação da floresta podem ajudar a manter maior diversidade desses insetos.

O emprego de ninhos-armadilhas para estudar as preferências de grupos de organismos que aproveitam, em suas atividades, cavidades presentes na madeira de diferentes árvores, pode ser um passo inicial para a criação de meios de monitoramento da conservação da fauna de invertebrados e pequenos vertebrados em áreas sob manejo florestal certificado. Tais estudos possibilitarão saber com maior confiança se os chamados 'serviços ambientais' dessa fauna, como a polinização das árvores e a conseqüente produção de frutos e sementes, além do controle de potenciais pragas de espécies madeireiras de valor econômico, são mantidos de forma sustentável, o que é essencial para a perpetuação de muitas espécies nativas.

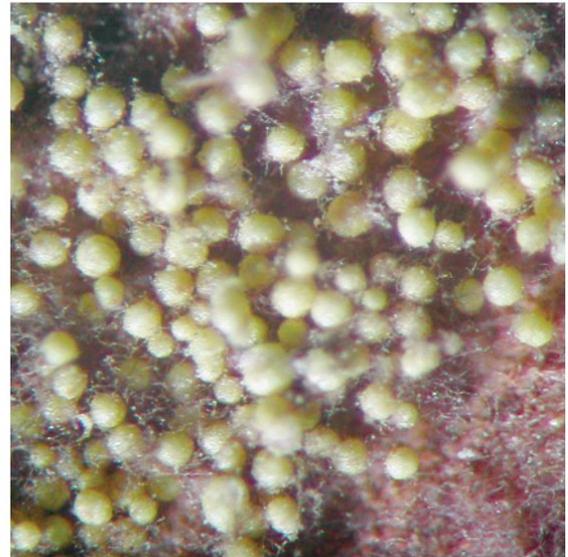
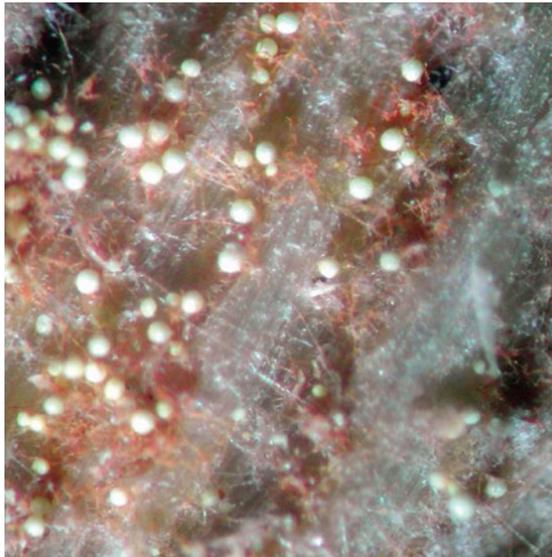
O projeto de pesquisa buscou relacionar as propriedades de diferentes espécies da madeira e a preferência pelo uso das cavidades da madeira e a preferência pelo uso das cavidades da madeira, usando 'armadilhas' feitas com madeiras de quatro espécies arbóreas da região do estudo: cumaru-ferro (*Dipterix odorata*), maçaranduba (*Manilkara amazonica*), samaúma (*Ceiba pentandra*) e algodoeiro (*Ochroma pyramidale*). As armadilhas eram blocos retangulares com 15 cm de comprimento e lados de 3 cm de largura, com uma cavidade (canal) central de 12 cm, aberta em uma das extremidades. Os canais tinham diferentes diâmetros (5 mm, 11 mm, 13 mm e 25 mm) e os blocos foram instalados em plataformas distantes

umas das outras por 5 m e posicionadas sobre estacas a 1,5 m do solo.

As cavidades foram inspecionadas semanalmente, com avaliações pela manhã, à tarde e à noite. Os ninhos de abelhas e vespas encontrados foram levados ao laboratório e descritos (com o registro das espécies), e o material foi colocado em local adequado para o desenvolvimento das larvas. As peças retiradas foram substituídas por outras com canais de diâmetro idêntico. Foi avaliada ainda a presença de fungos nas áreas interna e externa das peças e as características da vegetação das proximidades, para verificar sua influência na ocupação das cavidades. O estudo incluiu características microestruturais das madeiras (a massa específica e a retratibilidade, esta relacionada com a contração do volume), além de cor e textura, para verificar a relação entre esses aspectos e a escolha das cavidades. ▶



Vários dos ninhos-armadilhas instalados pelos pesquisadores foram utilizados por vespas do gênero *Podium* e abelhas do gênero *Centris* para a construção de seus ninhos



Diferentes tipos de fungos infestaram os ninhos-armadilhas durante o experimento

Os dados de campo revelaram maior frequência de fungos (85,2%) em madeiras de menor massa específica (samaúma e algodoeiro), o que pode estar associado à facilidade de penetração das hifas desses organismos. A análise da estrutura da vegetação próxima não mostrou relação com a ocorrência de ataques de fungos nas peças, mas o fato de o experimento envolver uma pequena área pode ter contribuído para esse resultado negativo.

Os dados obtidos, embora ainda sejam preliminares, indicam que as vespas predadoras do gênero *Podium*, por exemplo, instalaram ninhos apenas nas peças de madeiras mais densas (maçaranduba e cumaru), enquanto uma vespa do gênero *Liris* e uma abelha do gênero *Centris* só ocuparam as de algodoeiro. Nenhum desses insetos fez ninho em peças de samaúma, o que pode estar associado à maior ocorrência de fungos nessa madeira, o que a torna pouco apropriada para nidificação. Já os cupins

preferiram as peças de samaúma e as formigas as de cumaru.

Também foi encontrada a rã *Scinax ruber* em cavidades do algodoeiro e cumaru. A presença desse animal pode decorrer de sua necessidade de regular a temperatura corporal, já que a maioria dos registros ocorreu durante o dia. Os anuros procuram abrigo nos períodos mais quentes do dia, para se manter dentro de uma faixa de conforto térmico. Finalmente, foi constatada maior abundância e diversidade de animais nas cavidades durante a noite.

Tais resultados reforçam a necessidade de realizar estudos mais abrangentes, que relacionem o valor econômico e os valores ecológicos das espécies madeireiras mais exploradas. É preciso investigar de modo mais aprofundado se as propriedades químicas e físicas e o 'sabor' dessas espécies madeireiras influenciam na escolha da fauna, e se madeiras de menor valor econômico ou sob menor pressão exploratória, que tenham características estruturais semelhantes às de madeiras mais nobres, podem substituí-las e fornecer à fauna florestal abrigos e locais para ninhos.

O estudo confirmou ainda que a abundância e a diversidade de invertebrados e de pequenos vertebrados em áreas de manejo florestal sustentável podem ser monitoradas com o uso de ninhos-armadilhas, permitindo a adoção rápida de medidas corretivas caso a exploração madeireira afete as populações desses animais. A realização desse tipo de estudo em projeto de manejo florestal contribui para manter as condições ecológicas originais das florestas tropicais e reforça a proposta de desenvolvimento sustentável da Amazônia, essencial para evitar a destruição da maior floresta do mundo e assegurar a continuidade da vida no planeta. ■



Rã do gênero *Scinax ruber* que usa cavidades dos troncos das árvores e foi encontrada nos ninhos-armadilhas

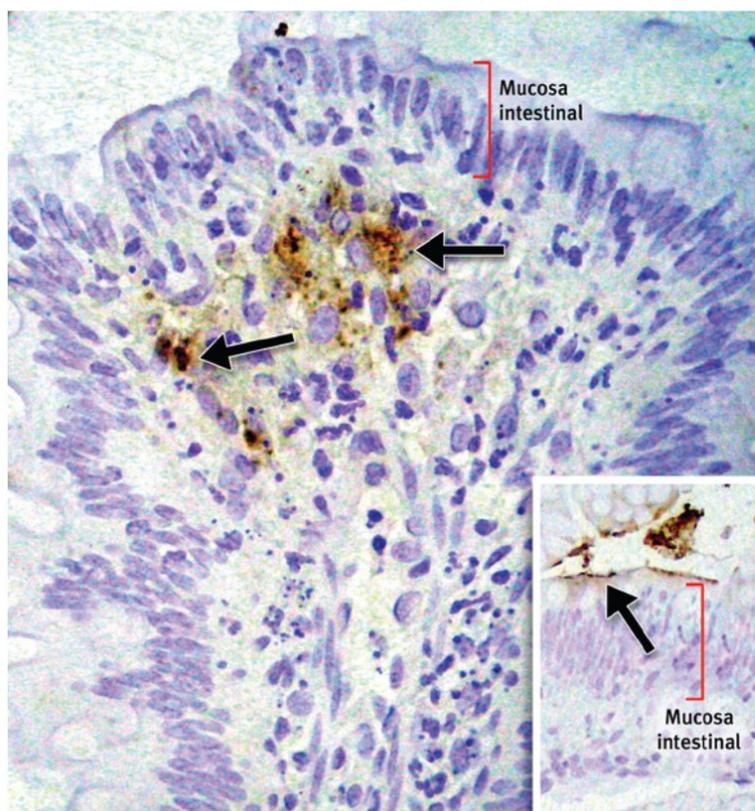
IMUNOLOGIA Revelado mecanismo que facilita invasão de bactérias em pacientes de Aids

Porta aberta à infecção

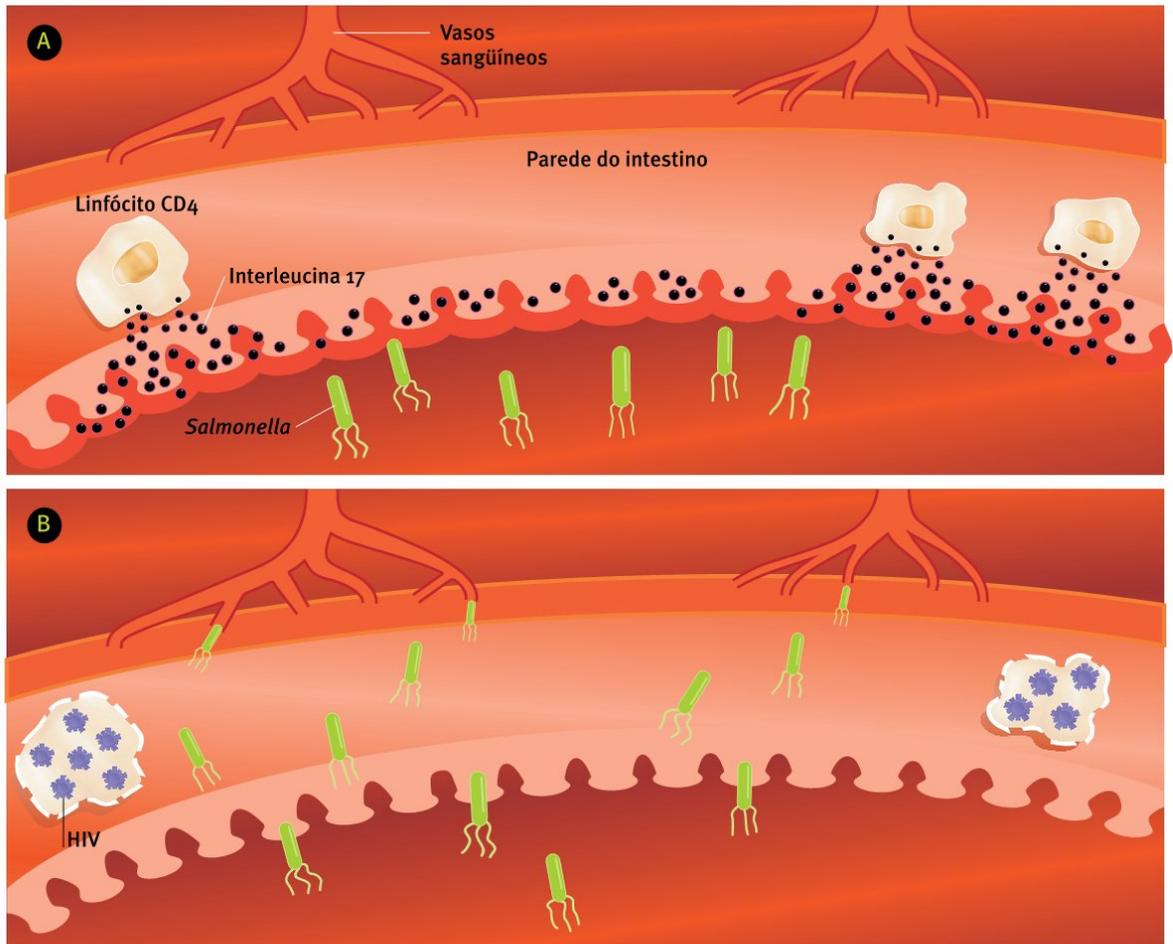
Algumas bactérias que, em indivíduos saudáveis, ficam restritas ao intestino e causam diarreia com poucas mortes, podem levar a altas taxas de mortalidade em portadores do vírus HIV, devido à facilidade com que se espalham pelo organismo. Estudos recentes identificaram um novo mecanismo que permite, em pacientes de Aids, a disseminação do microrganismo invasor. Por **Renato de Lima Santos** e **Tatiane Alves da Paixão**, do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias da Universidade Federal de Minas Gerais, e **Andreas J. Bäumlér**, do Departamento de Microbiologia e Imunologia da Universidade da Califórnia em Davis (Estados Unidos).

As bactérias do gênero *Salmonella* – particularmente os tipos que não causam febre tifóide – podem provocar infecção intestinal, que se manifesta como diarreia e tem baixa mortalidade (em geral abaixo de 0,5% dos doentes). Em pessoas saudáveis e com o sistema imunológico atuando normalmente, esses microrganismos raramente são encontrados na corrente sanguínea. Entretanto, em indivíduos com as defesas naturais comprometidas, como os portadores do HIV (o vírus da Aids), a *Salmonella* supera com frequência a barreira das células da parede intestinal e chega à corrente sanguínea, disseminando-se pelo organismo e resultando na condição denominada 'bacteremia', causa importante de morte entre essas pessoas.

O aumento acentuado do número de pessoas com Aids em alguns países do centro-sul da África tem levado a um dramático crescimento dos casos de bacteremia por *Salmonella*, um dos microrganismos encontrados com maior frequência no sangue dos portadores do HIV. Essas informações baseiam-se em registros de médicos que atuam em regiões africanas nas quais a Aids atinge grandes parcelas da população. A médica britânica Melita Gordon, que atuou por vários anos no Malawi, país do sudeste africano, identificou essa bactéria como uma das principais causas de infecções generalizadas em portadores do HIV e estimou que ela é responsável pela morte de 47% dos indivíduos hospitalizados, índice que chega próximo de 80% se considerados os casos de recorrência da infecção por *Salmonella*.



Invasão, por *Salmonella*, da mucosa intestinal de macaco *rhesus* infectado com SIV, o vírus da imunodeficiência símia. As setas indicam colônias de *Salmonella* (em marrom) que atravessaram a barreira protetora da mucosa do intestino (indicada pela barra vermelha) – no detalhe, interação inicial da *Salmonella* (seta) com a mucosa intestinal (barra vermelha)



Em indivíduos sem o HIV (A), os linfócitos do tipo CD4 produzem a proteína interleucina 17 (IL-17), que interage com as células da parede do intestino e reforçam suas defesas contra a invasão por *Salmonella*, bactéria presente no trato intestinal. Em portadores do vírus (B), este destrói os linfócitos, e a ausência ou redução da produção da IL-17 facilita a invasão da parede intestinal por *Salmonella* e a disseminação desta para outros órgãos

Essas observações clínicas motivaram nosso grupo a desenvolver um projeto de pesquisa com o objetivo de identificar, no sistema de defesa, falhas que permitem a disseminação de microrganismos intestinais, como a *Salmonella*. Conhecer bem esses mecanismos pode ajudar a desenvolver novas alternativas para tratamento ou controle desse tipo de infecção.

O estudo foi realizado com macacos, único modelo adequado para estudar a infecção pelo HIV, já que são suscetíveis à infecção pelo SIV, vírus que causa nesses animais uma doença imunossupressora muito semelhante à Aids. É importante ressaltar que o uso dos animais leva em consideração o potencial benefício do estudo e obedece a normas éticas rigorosas, que minimizam o sofrimento dos modelos.

O HIV e a imunidade

Tanto o HIV, no homem, quanto o SIV, no macaco, infectam preferencialmente linfócitos (células do sistema de defesa) que têm o receptor CD4. Esse re-

ceptor é uma estrutura, presente na superfície do linfócito, capaz de se ligar a moléculas estranhas ao organismo, o que desencadeia a reação do sistema de defesa. No caso do HIV, esse receptor é a ‘porta de entrada’ nos linfócitos, onde o vírus se reproduz, levando essas células à morte e com isso enfraquecendo as defesas orgânicas.

É importante ressaltar que os linfócitos do tipo CD4 estão presentes em vários órgãos, inclusive no intestino, onde são encontrados em grande quantidade. Foi observada, no intestino tanto de humanos com o HIV quanto de macacos com o SIV, intensa perda desses linfócitos ainda nas fases iniciais da infecção, bem antes do surgimento de sinais clínicos do comprometimento do sistema imunológico, que facilita infecções secundárias oportunistas.

A imunidade pode ser inata ou adquirida (adaptativa). O primeiro caso inclui os mecanismos de que o organismo dispõe, naturalmente, para se defender da infecção por agentes aos quais nunca foi exposto. O segundo caso é a capacidade do organismo de, ao

ser exposto a um novo agente, 'aprender' a reconhecê-lo e combatê-lo – é a base do funcionamento das vacinas, em que o indivíduo é exposto a um agente (ou partes dele) atenuado ou inativado, criando anticorpos específicos que reconhecerão o mesmo agente no caso de uma infecção real. A função dos linfócitos CD4 na imunidade adaptativa é bem conhecida: tais células atuam no reconhecimento e na eliminação de agentes aos quais o indivíduo já tenha sido exposto. Ou seja, eles mantêm uma 'memória' de infecções ocorridas no passado, o que facilita o combate em uma nova exposição ao mesmo agente.

Uma proteína fundamental

Nosso estudo mostrou claramente que a população intestinal de linfócitos CD4 também exerce papel muito importante na imunidade inata, já que a infecção pelo SIV destruiu essas células no intestino dos macacos, o que facilitou a invasão, por *Salmonella*, da mucosa intestinal e sua disseminação na corrente sanguínea. Sabe-se que uma subpopulação dos linfócitos CD4 é responsável pela produção da proteína interleucina 17 (IL-17), importante na regulação da resposta inflamatória contra agentes invasores da mucosa intestinal, além de atuar na integridade da barreira intestinal. A produção da IL-17, normalmente elevada durante infecção intestinal por *Salmonella*, apresenta grande redução quando animais portadores do SIV são infectados com a bactéria.

O mais importante é que, na ausência dos efeitos da IL-17, a disseminação de *Salmonella* para outros locais do organismo foi muito mais intensa, o que ficou evidente já nas primeiras horas após a infecção pela bactéria. Para se ter uma idéia, os nódulos linfáticos da região abdominal, órgãos do sistema de

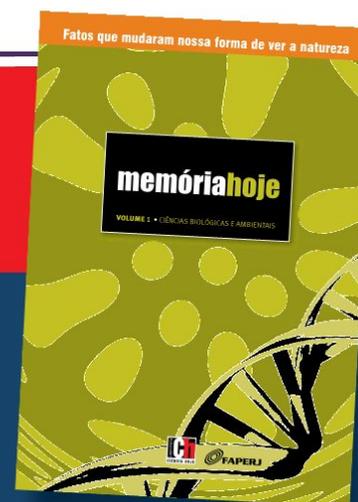
defesa que figuram entre os primeiros atingidos pela *Salmonella* quando esta supera a barreira intestinal, contêm, em animais portadores do SIV, uma quantidade dessa bactéria 300 vezes maior que os mesmos órgãos de animais sem o vírus, quando submetidos às mesmas condições de infecção.

Para comprovar o papel da IL-17 na prevenção da disseminação da infecção por *Salmonella*, realizamos experimentos adicionais usando camundongos geneticamente modificados (para apresentar resposta deficiente à IL-17), e nestes a disseminação de *Salmonella* também foi maior a partir do intestino. Nossos resultados foram publicados recentemente no periódico científico *Nature Medicine* (v. 14, p. 421, 2008). Estudo anterior, de outros autores, publicado no mesmo periódico, demonstrou que pacientes portadores de HIV têm maior quantidade de lipopolissacarídeos (moléculas encontradas em bactérias) na circulação sanguínea, o que indica, indiretamente, maior passagem de bactérias através da barreira intestinal.

Esse projeto elucidou um mecanismo até então desconhecido que favorece a disseminação de *Salmonella* do intestino para outros órgãos. Esse mecanismo é uma falha na atuação da proteína IL-17, decorrente da destruição dos linfócitos que a produzem no intestino. Os novos conhecimentos gerados por essa pesquisa poderão contribuir para o desenvolvimento de alternativas para o tratamento ou o controle da disseminação da infecção por *Salmonella*, que afeta principalmente os portadores de HIV em países onde o acesso ao tratamento é limitado. Além disso, foi identificada uma nova função dos linfócitos CD4 intestinais, a de desencadear uma resposta de defesa por meio da proteína IL-17, o que revelou o envolvimento dessas células na imunidade inata. ■

CONHEÇA NESTE LIVRO OS FATOS
QUE MUDARAM NOSSA
FORMA DE VER A NATUREZA

- GÁS HILARIANTE
- REFLEXO CONDICIONADO
- MENTE ELÉTRICA
- A FUNÇÃO DOS ANTICORPOS
- A ORIGEM DAS ESPÉCIES
- CONTINENTES À DERIVA
- REGISTROS DO RITMO CARDÍACO ...



PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR 0800 727 8999 www.cienciahoje.org.br

Mal necessário?

Veneno remédio – o futebol e o Brasil

José Miguel Wisnik

São Paulo, Companhia das Letras, 448p., R\$ 41

Com *Veneno remédio: o futebol e o Brasil*, o professor, compositor e crítico José Miguel Wisnik oferece à tradição ensaística brasileira uma de suas obras mais surpreendentes. Notável pela combinação de um sem-número de qualidades – erudição pandisciplinar, fôlego narrativo, imaginação estética, rigor analítico –, o trabalho avulta como uma contribuição original à decifração dos enigmas do Brasil moderno, por intermédio de um dos domínios mais prosaicos da vida nacional-popular no século 20: o futebol. Conhecido pela argúcia crítica no âmbito da literatura e da música, Wisnik estende seu método de leitura de textos e partituras à análise exegetica do que se passa dentro das quatro linhas do campo. Com isso, esquadrinha, funde e salta por sobre seus interlocutores privilegiados, reinventando as idéias dos modernistas da Semana de 1922, dos intérpretes do pensamento social dos anos 30 e das vanguardas artístico-arquitetônicas das décadas de 1950 e 1960, matrizes que expuseram as contradições e as potencialidades da formação cultural brasileira.

Elaborado após longa maturação, o livro tem como pressuposto a idéia de que o futebol é “o idioma geral de uma língua

não-verbal”. Seu fio condutor é anunciado pelo próprio autor e poderíamos compará-lo àquilo que [o crítico literário norte-americano] Stephen Greenblatt chamou

de um *maravilhamento*: a leitura de um ensaio do cineasta italiano [Pier Paolo] Pasolini [1922-1975] a propósito do futebol brasileiro, escrito logo após a conquista do tricampeonato mundial na Copa de 1970. Fascinado pelo desempenho da seleção comandada por Pelé e Tostão na final contra a equipe de seu país, Pasolini identifica dois tipos principais de praticar o futebol no mundo, um representado pela prosa e o outro pela poesia. Enquanto o primeiro valorizava o conjunto e visava a uma meta, o gol, através do ‘encadeamento lógico’ das jogadas, o passe, sendo assim um ‘discurso em linha reta até o fim’, o segundo, mais individualista, seria capaz de abolir meios e fins, indo e vindo como o floreio dos versos, burlando os elos da cadeia por meio do drible. Mais do que mera ultrapassagem, a finta constituía aquilo que Wisnik define como elipse, termo técnico da retórica, “uma perturbação da linearidade que produz um efeito poético”.



Embora Pasolini tivesse estipulado uma divisão análoga em seu meio, com a contraposição entre um cinema-de-poesia (artístico-autoral) e um cinema-de-prosa (seriado-industrial), teria sido naquele âmbito esportivo que o encontro desses dois pólos literários atingiu seu ponto mais fulgurante, em um raro instante de fusão da prosa com a poesia. Se a aclamação européia do Brasil remontava a bordões dos anos 20 e 30, tais como ‘os reis do futebol’ ou ‘futebol-arte’, a Copa do México – transmitida em cores e ao vivo pela televisão para diversos países do mundo –, representava a superação do nosso ‘complexo de vira-latas’, com o triunfo nacional em uma escala imagética nunca antes vista. Por um lado, o encantamento de Pasolini pelo modo de jogar brasileiro pode ser considerado uma atualização da postura de outros artistas europeus, como a fascinação do [pintor espanhol] Pablo Picasso [1881-1973] pela arte *naïf* afri-

cana; por outro, a conversão do futebol em mais um fenômeno da cultura internacional-popular trazia subsídios para compreender a capacidade de povos historicamente coloniais instaurarem uma 'lógica da diferença', com a recriação elíptico-antropofágica de práticas culturais como o esporte bretão.

Dessa maneira, instigado pelo *insight* pasoliniano, Wisnik vai à busca dos fatores antropológicos, históricos, filosóficos e psicanalíticos que tornaram possível aquele 'gol fatal'. Grosso modo, é possível identificar duas questões centrais: 1) de que maneira as propriedades intrínsecas do jogo podem explicar a planetarização espetacular desse esporte, a 'futebolização do mundo'; 2) como o futebol brasileiro foi capaz de se tornar o 'império da elipse', maximizando o drible e virando pelo avesso os valores preconizados pela moral esportiva.

Para responder à primeira questão, Wisnik sonda as raízes do fascínio imemorial exercido pelos jogos com bola. A combinação de violência com ritualismo festivo informa o seu fundamento arcaico, primário e irracional, de modo que a força do futebol provém de seu núcleo ambivalente, capaz de "abrigar a briga". Mais do que um corte sociológico entre tradição e modernidade, Wisnik aposta num *continuum* antropológico entre os dois termos para mostrar como a sublimação do embate ritualístico, desde o consenso inglês e a codificação de suas regras em 1863, não anula o potencial agonístico do futebol. Esse esporte apresenta assim um caráter não-excludente, em que o antigo, o agrário e o rural podem se imiscuir sorrateiramente no moderno, no urbano e no industrial.

A invenção do futebol propicia o exame das dimensões espaciais, angulares e geométricas do jogo, em que o círculo, a linha e o quadrado adquirem preeminência. O

autor põe em relevo a forma como se dá na modernidade a distribuição funcional dos jogadores, a "ocupação do quadrilátero" e a "otimização do rendimento", com base na equação fundamental: campo/bola/homem → meta. Isso propicia os desenhos táticos e a configuração de inúmeras variáveis combinatórias, como a triangulação dos jogadores. Aos princípios matemáticos e ao planejamento racionalizador junta-se, porém, a margem de imprevisibilidade estrutural do jogo. Sua abertura interpretativa aproxima o futebol da gratuidade da arte e revela seus aspectos cênicos, a partir dos quais a gestualidade dos jogadores, a falibilidade do juiz, a participação da torcida, a inconstância da pontuação produzem uma junção disparatada de gêneros, que incorporam de maneira simultânea o paródico, o polifônico, o dramático, o cômico, o grotesco etc.

Para responder à segunda questão, Wisnik aborda a sabedoria brasileira no uso do tempo e na reinvenção do espaço do jogo, elementos que indiciam uma "dialética da diferença". O autor elege uma galeria de craques que tracejaram com seus dribles novas linhas, imaginárias e flutuantes, fazendo da "quadratura do círculo" a "curvatura da reta". Se "a prontidão é uma inteligência do corpo" e se a relação defesa/ataque é o "ponto arqui-médico da alma nacional", Wisnik analisa as jogadas exemplares dos brasileiros como cifras da cultura no arco do século 20: a pegada de Marcos de Mendonça, a chilena de Friederich, a domingada de Da Guia, a bicicleta de Leônidas, a folha-seca de Didi, o elástico de Rivelino, o calcanhar de Sócrates, em uma sucessão de invenções que culmina na pedalada de Robinho e na "antologia da elipse" dos Ronaldos. Todavia, os jogadores de maior relevância do ponto de vista cultural são o 'macunaímico' Garrincha, com seus rodopios en-

tontecedores, e o machadiano Pelé, espécie de esfinge dos dilemas raciais no país.

A justaposição entre personagens futebolísticos e personagens literários visa remeter o debate interno das quatro linhas do campo às interpretações do Brasil. Ao equacionar Garrincha à ausência de caráter do personagem do [escritor] Mário de Andrade [1893-1945] e ao relacionar Pelé a significados da vida e da obra do mulato [Joaquim Maria] Machado de Assis [1839-1908], Wisnik procura explicar os paradoxos do nosso futebol, com base na ambivalência do termo grego *phármakon*, que designa a oscilação pendular entre o "veneno" e o "remédio". A leitura wisnikiana do futebol propõe o Brasil como uma "droga", um remédio irremediável, e a formação escravista como o seu *phármakon*. Do substrato histórico da escravidão, é possível extrair a receita de seu paradoxo: um "mal" nunca superado na experiência nacional e um "bem" valioso na sua existência, expresso em manifestações como a capoeira, o samba e o futebol, mas também na trama ambígua e inacabada de um país cujas barreiras sociais ao mesmo tempo afirmam e sonegam, incluem e excluem, admitem e rejeitam.

Bernardo Borges Buarque de Hollanda

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

O homem que queria salvar o mundo – Uma biografia de Sergio Vieira de Mello

Samantha Power

São Paulo, Companhia das Letras, 672p., R\$ 59

Sergio Vieira de Mello: a caminho de Bagdá

Simone Duarte (diretora do DVD)

Versátil Home Vídeo, 56 minutos. R\$ 37,90



“Eu só tinha um Sergio”. A frase marcou o discurso do ex-secretário-geral da Organização das Nações Unidas (ONU), Kofi Annan, em 2003, após o atentado à sede da entidade em Bagdá, que resultou na morte de 21 pessoas, entre elas, o brasileiro Sergio Vieira de Mello. Um dos mais corajosos e carismáticos diplomatas de sua geração, segundo a autora do livro, Vieira de Mello viajou o mundo em busca da paz e da dignidade humana. Cinco anos depois de sua morte, a jornalista irlandesa Samantha Power percorre, com um olhar crítico e minucioso, cada detalhe da vida do comissário da ONU para os Direitos Humanos desde seu nascimento no Rio de Janeiro até sua morte, no Iraque, situando o contexto político mundial e a importância do seu trabalho. Já no documentário premiado, dirigido pela jornalista Simone Duarte, são destacadas quatro grandes missões do diplomata: em Moçambique, Camboja, Timor Leste e Bagdá. Ela entrevistou amigos, familiares, funcionários e secretários que tiveram a chance de conviver com o servidor da ONU.



Robespierre: virtude e terror Mao: sobre a prática e a contradição

Slavoj Zizek (apresentação)

Rio de Janeiro, Zahar, 236p., R\$ 39,90

O político francês Maximilien Robespierre (1758-1794) e o líder chinês Mao Tsé-Tung (1893-1976) foram elementos centrais em dois períodos de insurreição, a Revolução Francesa e a Revolução Cultural, respectivamente. Cada um deles ganhou um volume da série ‘Revoluções’, que reúne textos clássicos de figuras históricas com esse perfil, apresentados por um escritor contemporâneo radical.

No caso, o escolhido é o sociólogo e filósofo esloveno Slavoj Zizek. Ele abre ambos os livros com ensaios que discutem, à luz da nossa época, as personagens enfocadas e seleciona alguns de seus textos mais representativos, como, por exemplo, aqueles em que Robespierre fala sobre o direito de voto dos atores e dos judeus, o julgamento do rei e os princípios da moralidade política, e em que Mao reflete sobre o combate ao liberalismo, o imperialismo norte-americano e o modo correto de lidar com as contradições em meio ao povo.

O tema quente – Como combater o aquecimento global e manter as luzes acesas

Gabrielle Walker & Sir David King

Rio de Janeiro, Objetiva, 288p., R\$ 39,90

O aquecimento global é um problema urgente, mas, ao contrário do que pensa a maioria das pessoas, não é um desastre inevitável. Neste livro, David King, assessor do governo britânico para a área de ciência de 2000 a 2007 e diretor de pesquisa da Universidade de Cambridge, e Gabrielle Walker, jornalista especializada em meio ambiente, abordam a elevação da temperatura média do planeta, explicando como acontece o fenômeno e suas implicações. Sem usar um tom dramático e exagerado, os autores propõem idéias práticas para contornar o problema, como a melhoria da iluminação de ambientes, a eliminação do modo *stand by* de aparelhos eletrônicos e o uso de biocombustíveis, e apresentam soluções tecnológicas para reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa. A obra discute, ainda, aspectos econômicos e políticos da questão climática.



A favor do *Big Bang*

Em 1958, o astrônomo britânico Martin Ryle (1918-1984) apresentava à Sociedade Real de Londres os primeiros indícios relativos à origem extragaláctica das então recém-detectadas fontes de rádio e suas implicações na natureza evolutiva do universo. Relendo hoje seu trabalho, percebe-se nitidamente a limitação do conhecimento sobre o tema à época e o gigantesco avanço ocorrido nos últimos 50 anos. Em 1974, Ryle ganhou o prêmio Nobel de Física por sua importante contribuição para o desenvolvimento da radioastronomia, que forneceu os primeiros elementos que confirmavam a hipótese do *Big Bang*.

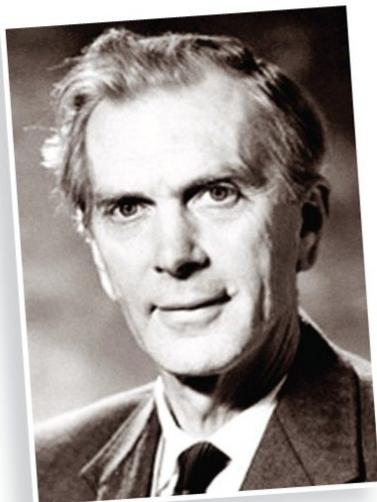


FOTO THE NOBEL FOUNDATION

Martin Ryle

Até aquela época, a única janela do espectro eletromagnético usada para estudar o cosmo era a luz visível, com o auxílio de telescópios terrestres. Observações feitas pelo norte-americano Edwin Hubble (1889-1953) tinham mostrado a existência de galáxias similares à Via Láctea situadas a milhões de anos-luz (um ano-luz equivale a 9,5 trilhões de km). Medidas tomadas em 1929 revelaram que elas estão se afastando do observador a velocidades que aumentam com a distância. Isso foi feito com base em um fenômeno semelhante ao que notamos no dia-a-dia, quando o som de uma fonte sonora (sirene, por exemplo) parece se tornar mais agudo ou grave à medida que a fonte (uma ambulância, por exemplo) se aproxima ou se afasta de nós. No caso da luz, se a galáxia estiver se afastando, a luz que ela emite e é observada na Terra sofre um desvio para o vermelho.

Embora os resultados de Hubble indicassem a expansão do universo, em 1958 persistia a questão de sua origem. Ele havia se formado a partir de um ponto – idéia postulada na década de 1920 pelo padre e físico belga Georges Lemaître (1894-1966) e refinada em 1946 pelo físico russo George Gamow (1904-1968), na chamada teoria do *Big Bang* – ou sempre teve o mesmo aspecto, como proposto em 1948 pelos astrofísicos Hermann Bondi (1919-2005), Thomas Gold (1920-2004) e Fred Hoyle (1915-2001), na teoria do estado estacionário? O trabalho de Ryle, o primeiro a corroborar a natureza evolutiva do universo, baseou-se em observações feitas em outra faixa do espectro, a das ondas de rádio.

A radioastronomia teve início com a detecção da emissão de rádio proveniente do centro de nossa galáxia, realizada pelo físico norte-americano Karl Jansky (1905-1950) em 1932. Mas foi durante a Segunda Guerra Mundial que os equipamentos de radiofrequência, sob a forma de radares, tiveram seu maior desenvolvimento – e Ryle foi um de seus promotores. A diferença entre radares e radiotelescópios é que os primeiros emitem ondas de rádio que são refletidas e detectadas novamente, enquanto os radiotelescópios apenas detectam essa radiação proveniente de objetos astronômicos.

Após a guerra, Martin Ryle começou a estudar a emissão de rádio proveniente do Sol no Laboratório Cavendish, em Cambridge, Inglaterra, e depois a ▶

HÁ 50 ANOS

emissão proveniente de nossa galáxia. Entretanto, como os radiotelescópios da época ‘enxergavam’ uma extensa área do céu, mas não conseguiam distinguir detalhes – isto é, separar os diferentes objetos e determinar com precisão sua posição –, teve dificuldade para localizar com rigor as fontes dessa radiação. Sua contribuição foi fundamental para a radioastronomia, sendo de sua autoria o desenvolvimento das técnicas interferométricas que usam a rotação da Terra como ferramenta. A interferometria baseia-se no ‘descompasso’ com que duas ou mais ondas chegam a um detector.

Emissão de rádio

Foi com um interferômetro simples, formado por duas antenas, que ele e colaboradores venceram aquelas dificuldades iniciais e identificaram, por volta de 1950, as primeiras fontes discretas de rádio e determinaram sua posição com uma precisão que permitia identificar várias delas com objetos observáveis na faixa da luz visível do espectro eletromagnético. As duas fontes mais intensas são Cygnus A, identificada com uma galáxia a uma distância de aproximadamente 500 milhões de anos-luz, e Cassiopeia, cuja posição coincide, em nossa galáxia, com a de uma supernova (explosão de uma estrela que chega ao final da vida).

A natureza da emissão de rádio foi sugerida pelo astrônomo russo Iosif Shklovsky (1916-1985) em 1952 como sendo radiação síncrotron, ou seja, aquela emitida por elétrons que se movimentam a velocidades próximas à da luz (300 mil km/s), quando suas trajetórias são curvadas pela ação de um campo magnético. Ryle acreditou inicialmente que a maioria das fontes descobertas eram estrelas como o Sol, mas que irradiavam a maior parte de sua energia no infraver-

melho e em rádio, não sendo detectadas em luz visível. Por isso referia-se a elas como radioestrelas.

Até 1958, cerca de 500 fontes emissoras de ondas de rádio tinham sido detectadas no comprimento de onda de 3,7 m (o termo equivale à distância entre dois ‘picos’ ou dois ‘vales’ consecutivos de uma onda). Desse total, só 40 eram identificadas por meio da faixa da luz visível: oito correspondiam a remanescentes de supernovas e três a nuvens de gás ionizado de nossa galáxia; 29 estavam associadas a galáxias externas. Embora não se conhecesse a origem das outras fontes nem os mecanismos de emissão, em sua conferência na Sociedade Real de Londres, Ryle mostrou que elas provavelmente estariam fora de nossa galáxia e as utilizou para investigar a verdadeira natureza do universo.

Para nossos objetivos aqui, podemos dizer que o método proposto foi contar o número de fontes com certo brilho e compará-las com as predições dos distintos modelos cosmológicos. Na amostra de radiofontes utilizada, ele encontrou um excesso de fontes com pouco brilho, o que era incompatível com um universo plano. Esse resultado preliminar baseou-se em suposições: por exemplo, que os objetos detectados eram extragalácticos e que sua densidade de radiação e luminosidade não variavam com a distância do objeto à Terra.

Quasares

Muitas radiofontes estudadas por Ryle revelaram-se quasares, possivelmente os objetos mais bizarros do cosmo. Embora tenham aparência estelar, a radiação emitida por eles é muito diferente da emitida pelas estrelas, razão pela qual foram chamados de radiofontes quase-estelares, ou quasares. Os espectros de emissão desses objetos foram interpretados em 1963 pelo astrônomo holandês Maarten Schmidt como tendo características físicas semelhantes àquelas encontradas em nuvens de gás ionizado, mas com a seguinte diferença: a luz emitida por esses objetos aparecia muito deslocada para o vermelho. Se esse deslocamento fosse interpretado como uma consequência da expansão do universo, de acordo com a lei de Hubble, eles seriam os objetos mais distantes já identificados. Como haviam sido vistos quasares no centro de galáxias próximas à nossa, a interpretação foi questionada: argumentava-se que, levando-se em conta a imensa distância desses objetos, sua luminosidade teria que ser muito superior à de qualquer objeto conhecido.

Além disso, alguns quasares mostraram variabilidade no seu brilho em períodos de meses. Isso implicava que a região emissora era muito pequena, complicando ainda mais a interpretação da origem extragaláctica desses objetos. Finalmente, observações feitas com radiotelescópios separados por dis-

O interferômetro de Cambridge, na Inglaterra. Por meio desse instrumento, construído em 1957, foram detectadas cerca de 5 mil radiofontes



FOTO THE NOBEL FOUNDATION

IMAGEM: NASA/ESA/EAO/WOLFRAM FREUDLING ET AL. (STECF)



Visão artística de um quasar primordial envolvido por nuvens de gás, poeira, estrelas e aglomerados de estrelas jovens. Observações precisas de três quasares distantes indicam a emissão de cores bastante específicas do elemento ferro. Feitas recentemente pelo telescópio espacial Hubble, essas observações – que confirmam resultados obtidos pela sonda WMAP – revelam que um ciclo completo de estrelas nasceu, deu origem a esse ferro e morreu nas primeiras centenas de milhões de anos do universo, cuja idade estimada é de 13,8 bilhões de anos. A WMAP (sigla, em inglês, para Sonda Wilkinson para a Anisotropia em Microondas) faz parte dos programas exploratórios da Agência Espacial Norte-americana (Nasa)

tâncias de milhares de quilômetros detectaram jatos de radiação e matéria que pareciam ter velocidades superiores à velocidade da luz, que é um limite superior na natureza, conforme previsto pela teoria da relatividade especial, publicada em 1905 pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955).

Todas essas questões podem ser explicadas supondo-se que a emissão dos quasares se origina em jatos que alcançam velocidades próximas à da luz, mas que, devido ao modo como são observadas da Terra, dão ao observador a impressão de que ultrapassam a velocidade da luz.

Dez anos após apresentar seu trabalho à Sociedade Real de Londres, Ryle publicou uma continuação dele. Para elaborá-la, usou 5 mil radiofontes detectadas com o interferômetro inaugurado em Cambridge em 1957, que operava no comprimento de onda de 1,7 m. Nesse trabalho, compilou novamente o número de fontes com base na relação entre a emissão da radiação e o brilho, comparando-as com o que se esperava segundo os vários modelos para o início e a evolução do universo. De novo descartou, por exemplo, um universo estacionário ou casos menos prováveis, como o de um universo sem matéria.

A prova decisiva para a aceitação da teoria do *Big Bang* pela comunidade astronômica foi a descoberta da radiação cósmica de fundo pelos astrofísicos norte-americanos Arno Penzias e Robert Wilson, em

1965. Essa radiação pode ser considerada uma relíquia da ‘explosão’ que deu início ao universo. Já a prova que levou à aceitação da natureza cosmológica dos quasares foi a descoberta, em 1994, de micro-quasares em nossa galáxia que também apresentam jatos de radiação e matéria relativísticos. Esse trabalho foi realizado pelos astrônomos Félix Mirabel, uruguaio, e Luiz Felipe Rodriguez, mexicano.

Tais argumentos não são suficientes para se concluir que conhecemos a natureza do universo. As novas descobertas acabaram trazendo novos desafios. O fato de a radiação de fundo ter uma distribuição muito homogênea em qualquer direção em que seja observada criou a necessidade de se admitir que o universo se inflou de modo acelerado logo após seu nascimento, bem como a existência das chamadas energia e matéria escuras (ambas de natureza ainda desconhecida), que formam cerca de 95% do cosmo.

O fato é que, para a esmagadora maioria dos astrofísicos e cosmólogos de hoje, o universo – graças em parte aos trabalhos de Ryle – nasceu de uma explosão, está se expandindo e faz isso de modo acelerado. Quanto a esse último item, o mistério continua.

Zulema Abraham

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo

Tratamento virtual

Li uma matéria, 'Tratamento virtual' (CH nº 248), que fala sobre um tratamento, com computador, para pessoas que tiveram traumatismo encefálico e acidente vascular cerebral. Queria saber mais sobre isso, pois meu pai teve traumatismo encefálico. Como se faz para conseguir esse tipo de programa de computador? A revista está de parabéns!

Rakel Sena

Por correio eletrônico

– A neuropsicóloga Lídia Cardoso, que coordena o projeto, no Laboratório de Neuropsicologia e Cognição da Universidade Federal do Rio de Janeiro, informa que “os programas estão ainda em fase de patenteamento, processo infelizmente muito demorado”, e que haverá divulgação assim que eles estiverem disponíveis.

Aproveitar e compartilhar

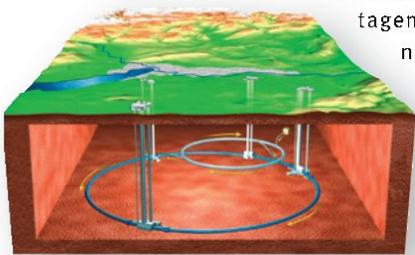
Recebi esta semana uma agradável surpresa em minha casa: a revista *Ciência Hoje*. Agradeço ao CNPq e ao Instituto Ciência Hoje por terem me proporcionado a assinatura anual. Saberei aproveitar essa revista e irei compartilhá-la com meus colegas do grupo de pesquisa. Parabéns pela iniciativa. É com certeza um estímulo para todos os que recebem a revista.

Kallinya Thays L. L. Oliveira

Por correio eletrônico

A harmonia no LHC

Sou assinante da CH há anos e venho comentar a reportagem sobre o LHC (CH nº 247), destacando que (...) esse acelerador de partículas supera as expectativas por demonstrar um engajamento so-



cial e democrático singular para o planeta, onde uma miríade de pesquisadores, de mais de 50 países com línguas, crenças, culturas e religiões distintas, deixam de lado seus orgulhos e preconceitos em torno de um objetivo comum. Demonstração única da força da ciência como integradora social, possibilitando a esperança de que o mundo pode, sim, viver em harmonia.

Leonard Ramos

Rio de Janeiro, RJ

O certo é Linnean Society

Ao contrário do que afirma o artigo 'Darwin: muito famoso e pouco lido' (CH nº 250), o famoso episódio da leitura de uma nota conjunta sobre os trabalhos de Darwin e Wallace não ocorreu na *The Royal Society* (uma espécie de SBPC britânica, fundada em 1660), mas sim na *The Linnean Society of London* (fundada em 1788). Mais especificamente, (...) em uma reunião extra (cuja natureza extraordinária, a propósito, nada tinha a ver com a questão Darwin-Wallace), na noite de 1º de julho de 1858. Aproximadamente 30 sócios estavam presentes. A reunião foi demorada e houve certo clima, mas nenhum grande alvoroço. No fim daquele ano, o presidente da *Linnean Society* chegaria a comentar que nenhuma “grande descoberta, dessas que revolucionam a ciência” havia sido apresentada. (...)

Felipe A. P. L. Costa

Viçosa, MG

– O leitor está correto. A troca dos nomes ocorreu durante a edição do texto na redação da CH.

Conteúdo enriquecedor

Sou estudante de graduação do curso de ciências econômicas da Universidade Federal da Paraíba e pesquisador do programa de iniciação científica do CNPq. Recebi com satisfação e surpresa

a assinatura da revista *Ciência Hoje* no mês passado. Eu não tinha conhecimento da existência dessa revista, mas nesse primeiro contato gostei muito do seu conteúdo e gostaria de parabenizá-los. Embora eu seja estudante de uma ciência humana e a revista, pelo que percebi, se detenha mais nas ciências exatas e da natureza, seu conteúdo é enriquecedor para os estudantes de qualquer área do conhecimento científico. Nesse sentido, quero destacar os artigos 'Reflexos no Brasil de terremotos distantes' e 'Emaranhamento' (CH nº 249): são muito interessantes e esclarecedores. Também gostei muito da seção 'Qual o problema?', de Marco Moriconi.

Marcos Antônio Avelino Soares

João Pessoa (PB)

Cientista e educador

Oportunamente, a seção 'Memória' (...) divulgou a importância do trabalho de Rudolph Virchow (1821-1902), cujas descobertas (...) justificam seu título de pai da teoria celular e da patologia. Interessa também, e muito, registrar outros aspectos da vida e obra desse fascinante cientista. Virchow fundou a sociedade alemã de antropologia e lá reagiu às teorias de superioridade racial que ganhavam força na época. (...) Advogou medidas de justiça social e ampliação das liberdades civis. Em 1848, Virchow aderiu às lutas democráticas que se disseminavam pela Europa. Posteriormente, sem abdicar de seu papel de cientista e educador proeminente, exerceu mandatos de vereador em Berlim, e depois no Reichstag, onde enfrentou o autoritarismo de Bismarck, e lutou pela implantação de medidas visando o bem-estar social.

Eduardo Faerstein

Instituto de Medicina Social, Uerj

Rio de Janeiro, RJ

Correção

- Na frase final do artigo 'Rios subterrâneos: mito ou realidade?', onde é dito que o Brasil tem “um décimo da água doce do mundo”, o correto é “um décimo da água doce glacial do mundo”.

Av. Venceslau Brás, 71

fundos • casa 27

CEP 22290-140

Rio de Janeiro • RJ

CORREIO ELETRÔNICO:

cienciahoje@cienciahoje.org.br

Eleições

Marco Moriconi

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



Com esta revista em mãos, neste começo de novembro, você, caro(a) leitor(a), já sabe se seu candidato para prefeito ou vereador foi ou não eleito – bem, se você era candidato(a)... que as urnas tenham sido generosas.

O resultado oficial só sai em 13 de novembro, mas a contagem já foi feita. Essa é uma boa hora para se pensar sobre métodos eleitorais. Pode surpreender o fato de sistemas eleitorais serem um problema matemático difícil e surpreendente.

Um dos ganhadores do prêmio Nobel de Economia de 1921, o norte-americano Kenneth Arrow, demonstrou um importante teorema sobre sistemas eleitorais. Posto de modo simples, Arrow mostrou que nenhum sistema eleitoral razoável é consistente. Por ‘razoável’, devemos entender o sistema que obedece às hipóteses a partir das quais ele provou seu teorema. Uma delas é a seguinte: o resultado de uma eleição não pode ser o resultado do voto de um único eleitor (isso é o que chamamos ditadura!). Às vezes, o teorema de Arrow é invocado de forma mais popular (e palatável): ‘nenhum sistema eleitoral é perfeito’ ou ‘a democracia é impossível’.

DESAFIO

Suponha que, na situação descrita acima, um dos candidatos abandona a corrida eleitoral. Quais os resultados possíveis?

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Os juros simples de 5% ao mês dão, depois de N meses, $1.000 \times (1,05) \times N$. Já os juros compostos de 0,5% ao mês dão $1.000 \times (1,005)^N$. Temos que achar o primeiro valor de N para o qual a segunda quantidade seja maior que a primeira. Usando a calculadora do computador e um pouco de tentativa e erro, chega-se a $N = 1.473$ meses (122 anos e nove meses, aproximadamente). É muito tempo. Mas pense bem: o tempo ainda continuará passando depois desses 122 anos e nove meses! Conclusão: juros compostos demoram, mas não tardam em (sempre) vencer os juros simples.

Bem, em vez de discussões muito teóricas, vejamos exemplos do que pode acontecer em um sistema eleitoral.

Considere três candidatos para prefeito, A, B e C, em certa cidade. Para escolher o novo prefeito, três métodos foram propostos: 1) o candidato com mais votos vence; 2) realiza-se um segundo turno entre os dois mais votados; 3) cada eleitor lista os candidatos, sendo que o primeiro da lista recebe três pontos; o segundo, dois; o terceiro, um.

A população da cidade é de 100 pessoas.

A seguir, vamos descrever as listas de preferências de cada eleitor. Por exemplo, se um eleitor tem uma lista ABC, significa que prefere A ao B e B ao C. Suponhamos que 30 eleitores tenham a escolha ABC; outros 25, a escolha BAC; e 45 deles, CBA.

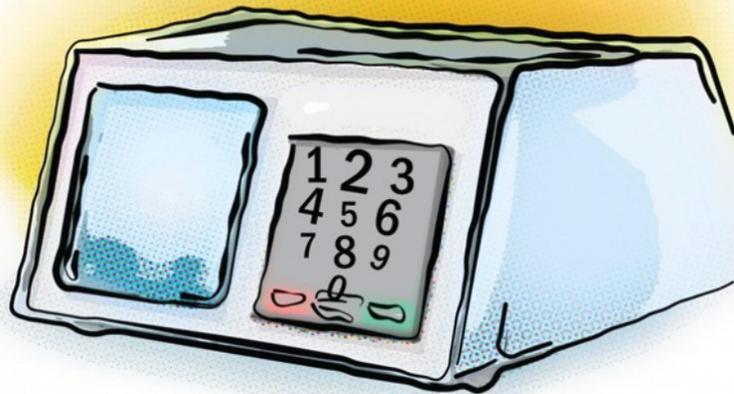
Vejamos os resultados.

Segundo o método 1, na linha ‘quem tem mais votos leva’, o candidato C é eleito com 45 votos.

Pelo método 2, os candidatos A e C passam para o segundo turno. Os 30 que têm a lista ABC continuam votando em A. Os 25 que têm a preferência BAC preferem A a C. E os 45 que listaram CBA escolhem C. Resultado: 55 votos para A e 45 para C. Portanto, A é o eleito.

Finalmente, pelo método 3, a pontuação de A é $30 \times 3 + 25 \times 2 + 45 \times 1 = 195$. A pontuação de B é $30 \times 2 + 25 \times 3 + 45 \times 2 = 225$. A pontuação de C é $30 \times 1 + 25 \times 1 + 45 \times 3 = 190$. E o eleito é o candidato B.

Conclusão: dependendo do método que se escolhe, o resultado pode mudar totalmente. Democracia tem dessas coisas...



Renato Lessa

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



Eleições para síndico?

Na manhã do domingo em que ocorreu o primeiro turno das eleições municipais de 2008 (5 de outubro), revirei, como outros milhões de brasileiros, a gaveta em busca do título de eleitor. Dentro da capa de plástico que o abriga, encontrei uma coleção de comprovantes a revelar que, nos últimos 22 anos, excluídos os dois turnos de 2008, votei nada menos que 22 vezes. A percepção, mais do que pessoal, é compartilhada pelo conjunto dos eleitores da minha geração. Mesmo os mais jovens, porém, já incluíram em seus hábitos cívicos a ida, a cada dois anos, às sessões eleitorais. Em termos gerais, pode-se dizer que, findas as restrições do período autoritário (1964-1985), cada vez mais nos habituamos à rotina eleitoral. Trata-se, sem dúvida, de um dos aspectos mais relevantes da história recente do país.

Para as eleições de 2008, o Brasil conta com um eleitorado de cerca de 130 milhões de indivíduos. A história desse eleitorado contém marcos importantes e com efeitos cumulativos. A partir dos anos 30 do século passado, o voto tornou-se obrigatório e universal, com a inclusão das mulheres no eleitorado. Na mesma época, foi criada a Justiça Eleitoral, braço especializado do Poder Judiciário, que retirou dos poderes Legislativo e Executivo a organização e a fiscalização das eleições em todo o país.

A Constituição de 1937, imposta pelo Estado Novo (1937-1945), interrompeu o processo de ampliação e aperfeiçoamento eleitorais, que viria a ser retomado com a redemocratização de 1946, caracterizada pela expansão do eleitorado, pela realização de eleições regulares e pela criação de um sistema pluripartidário. A restrição do voto aos analfabetos e a precariedade do sistema educacional, contudo, limitavam a extensão do direito de voto. O regime autoritário implanta-

do em 1964 não interrompeu o crescimento do eleitorado: entre 1966 e 1986, este mais do que triplicou (de cerca de 22 milhões para cerca de 69 milhões), enquanto a população cresceu pouco além de 60%. De 1988 para cá, alterações importantes foram introduzidas: a extensão do direito de voto aos analfabetos e aos jovens entre 16 e 18 anos e o aperfeiçoamento do sistema de votação, com a introdução da 'urna eletrônica'. O aumento das taxas de urbanização e de alfabetização foi responsável direto, juntamente com a manutenção do voto obrigatório, pela magnitude atual do eleitorado: em 1945, um em cada 6,5 brasileiros era eleitor; em 2008, a relação é de cerca de dois eleitores para cada três brasileiros.

Tal ritmo, no entanto, não foi acompanhado por indicadores de escolaridade. A parcela de eleitores com nível superior completo corresponde a 3% do eleitorado, enquanto 55,8% – dados de 2008 – são compostos por analfabetos absolutos, analfabetos funcionais e pessoas com nível fundamental incompleto. O contingente de eleitores com ensino fundamental completo e ensino médio incompleto adiciona ao grupo anterior cerca de 26% do eleitorado total. O fato preocupante é que a extensão da cidadania política no país esteve sempre dissociada das políticas de escolarização. É escandalosa a presença no eleitorado, em 2008, de um contingente para o qual a experiência da escolaridade é nula (22%) ou quase isso (34%).

A baixa – ou nula – escolaridade da maior parte do eleitorado não tem sido compensada pelos partidos políticos, como agentes de politização e capacitação cívica. Ao contrário, os partidos têm se reduzido cada vez mais ao papel de agentes de captura de sufrágio e de despolitização. Nesta eleição, isso se revela por meio de diversas dinâmicas, entre as quais cabe destaque ao elogio de uma ideologia administrativista, segundo a qual os prefeitos são antes de tudo síndicos.

Na volta para casa, enquanto guardo na capa do título de eleitor o 23º comprovante da minha coleção, sobrevém o travo incômodo: como uma longa e bem-sucedida história eleitoral pode ser interpretada à luz da pobre metáfora do 'síndico'?

É escandalosa a presença no eleitorado, em 2008, de um contingente com escolaridade nula (22%) ou quase isso (34%)

