

HOMICÍDIOS
É possível prever
e prevenir?

TIETÊ As mudanças da
pesca no castigado
rio paulista

FÍSICA No limite
entre o caos
e a ordem



Novos alvos na
luta contra o

CÂNCER



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

DIRETORIA

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

CIÊNCIA HOJE • SBPC

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

REDAÇÃO

Editora Executiva • Alicia Ivanissevich; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Setor Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Thaís Fernandes (coordenação), Fred Furtado e Lia Brum; **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho; **Colaboraram neste número** • Cássio Leite Vieira (edição de texto e reportagem); Carla Almeida, Gabriela Diniz e Júlio Molica (reportagem).

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; **Diagramação** • Christiana Lee (E-mail: ampersand@ampersanddesign.com.br)

SUCURSAIS

SÃO PAULO • Correspondente • Vera Rita da Costa (E-mail: verarita@cienciahoje.org.br). End.: Antiga Reitoria da USP, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374. Travessa J, sala 232, Cidade Universitária, CEP 05508-900. São Paulo, SP. Tel.: (0xx11) 3814-6656 e Telefax: (0xx11) 3091-4192

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

REPRESENTAÇÕES

SALVADOR • Coordenador Científico • Caio Mário Castro de Castilho (UFBA) (E-mail: sbpc@ufba.br). End.: Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA, CEP 40210-340, Salvador, BA. Tel.: (0xx71) 247-2033. Fax: (0xx71) 235-5592

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

REPRESENTANTES COMERCIAIS

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

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

RECURSOS HUMANOS • Luiz Tito de Santana

EXPEDIÇÃO • Gerente • Adalgisa Bahri

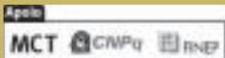
IMPRESSÃO • Minister Express Editora de Impressos Ltda.

DISTRIBUIÇÃO • Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

CIÊNCIAHOJE • Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (0xx21) 2109-8999 – Fax.: (0xx21) 2541-5342 • Redação E-mail: 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.



ATENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS

08007278999

No Rio de Janeiro: (0xx21) 2109-8999

CH On-line: <http://www.ciencia.org.br>

chonline@cienciahoje.org.br

PARA ANUNCIAR

TELFAX.: (0xx11) 5583-3370

cienciasp@cienciahoje.org.br

28 Câncer: novos alvos para tratamento

Sabe-se hoje que os cânceres envolvem diferentes tipos de células presentes no mesmo microambiente. Essa nova perspectiva permitiu o surgimento de outros alvos, além das células tumorais, para o tratamento dessas doenças.

Por **Andréia Hanada Otake, Roger Chammas e Roberto Zatz**

20 A pesca no rio Tietê

Os peixes do rio Tietê sempre alimentaram a população que ocupou a região de sua bacia. No século 20, porém, ações humanas – despejo de poluentes, destruição da mata ciliar e construção de barragens – modificaram o grande rio paulista, alterando também a composição do pescado.

Por **Welber Senteio Smith**



34 A estranha estrutura das mortes violentas

Os homicídios não são um fenômeno totalmente imprevisível. Análises das estatísticas sobre

esse tipo de crime mostram que é possível prever as áreas em que ocorrerão mais ou menos homicídios, certas características das principais vítimas e outros aspectos.

Por **Gláucio Ary Dillon Soares**





Capa: Getty Images

42 Na sutil fronteira entre a ordem e o caos: complexidade e mecânica estatística não extensiva

Dentro da aparente ordem de uma xícara de café quente, trilhões de moléculas se agitam de forma caótica. Sistemas assim são estudados por uma área da física denominada mecânica estatística, mas esta se revelou insuficiente para tratar dos chamados 'sistemas complexos'. Para tentar descrever esses fenômenos, surgiu uma nova abordagem teórica, a mecânica estatística não extensiva.

Por **Ernesto P. Borges**



- 6 O que é um sítio paleobiológico e qual a sua importância para a ciência?
- 6 Quantos genes tem o ser humano e por que esse número é menor que o de proteínas?
- 7 Todas as espécies de bambus produzem brotos comestíveis?
- 7 Por que a espuma é branca, independentemente da cor do sabão ou sabonete?

ENTREVISTA

Fred Klavi

8 O mecenas das ciências básicas

A opinião do maior financiador privado de pesquisas em áreas de ponta

MUNDO DE CIÊNCIA

11 Cérebro quimérico

Células-tronco humanas geram neurônios em camundongos

A PROPÓSITO

19 Ler ou não ler?

A origem das espécies, de Darwin, é muito citado, mas pouco lido

EM DIA

48 Abaixo as raças

Uso de conceitos raciais na área médica não tem base científica

50 Os zévatrons estão chegando

Observatório que estuda misteriosas partículas cósmicas é inaugurado

53 Socorro em pó

Nova forma de soro antifúngico é mais durável e fácil de armazenar

54 Reconhecimento à matemática brasileira

Cientista do Impa ganha primeira edição de prêmio internacional

55 Quase uma nova pele

Nova membrana é eficaz para tratar lesões da derme e epiderme

56 Reescrevendo o passado

Ocupação humana em Santa Catarina começou há quase 4.900 anos

58 Herança fragmentada

Desmatamento reduziu diversidade genética do mico-leão-dourado

OPINIÃO

60 Castanheiros x grileiros: conflito na última fronteira florestal do Pará

Invasores de terras ameaçam reserva extrativista no interior paraense

ENSAIO

64 Socorro à camada superficial do solo

Erosão causa bilhões de dólares por ano de prejuízos ao Brasil

66 Marsupiais na mata atlântica

Gambá e espécies aparentadas são estudados no Rio de Janeiro

70 Biodetergentes para limpeza de petróleo

Substâncias produzidas por bactérias ajudam a despoluir ambientes

RESENHA

74 A questão agrária sob novos olhares

Resenha do livro *Uma nova abordagem da questão da terra no Brasil: o caso do MST em Campos dos Goytacazes*, de Helena Lewin (coord.), Ana Paula A. Ribeiro e Lilliane Souza e Silva

MEMÓRIA

76 Marco da ciência nacional

O primeiro reator nuclear do Brasil foi instalado há 50 anos

79

CARTAS

80 O monge iluminado

Em uma caminhada, um exemplo do teorema do ponto fixo

QUAL O PROBLEMA?



O que é um sítio paleobiológico e qual a sua importância para a ciência?

LUIZ FELIPE GONÇALVES, POR E-MAIL

A pergunta do leitor é bastante interessante e a resposta permitiria até escrever um livro! Mas, primeiro, uma rápida correção: não se usa comumente o termo sítio 'paleobiológico', mas sim sítio ou depósito fossilífero. De forma simplificada, um sítio fossilífero é uma área onde ocorrem camadas de sedimentos que contêm fósseis. A palavra fóssil vem do latim *fossilis* (escavado, desenterrado) e significa todas as evidências diretas ou indiretas da vida que ficaram registradas nas camadas. São os dentes e ossos de dinossauros, as asas de insetos, as conchas de moluscos, as folhas e troncos de plantas e as pegadas e pistas de animais que estão preservados nas rochas, todos representando for-

mas de vida que habitaram a terra e o mar em tempos bem distintos do nosso.

No Brasil, temos importantes depósitos fossilíferos em várias regiões, como Santana do Cariri (Ceará), onde são encontrados dinossauros e pterossauros (répteis voadores) com cerca de 110 milhões de anos, a área do rio Maecuru (Pará), onde são encontrados braquiópodes (invertebrados marinhos) com aproximadamente 385 milhões de anos, e a bacia de São José de Itaboraí (Rio de Janeiro), de onde foi recuperada uma importante fauna de mamíferos extintos.

A principal importância de um sítio fossilífero está no próprio fóssil. Seu estudo pode fornecer impor-



FOTO: CEDIDA POR ALEXANDER KELLNER

tantes dados científicos, como o ambiente que existia em determinada região há milhares de anos e o modo como as faunas e floras evoluíram com o passar do tempo. Apenas através da pesquisa dos depósitos fossilíferos e dos exemplares ali encontrados é que podemos ter uma idéia da diversidade das formas de vida que habitaram nosso planeta. Por isso, essas áreas devem ser preservadas.

Alexander Kellner
Museu Nacional,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro



Quanto genes tem o ser humano e por que esse número é menor que o de proteínas?

FÁBIO XIMENES, PORTO VELHO, RONDÔNIA

O Projeto Genoma Humano constatou a presença de aproximadamente 20-25 mil genes, que geram cerca de 400 mil proteínas. A razão para existirem mais proteínas do que genes deve-se principalmente ao fato de que nos eucariotos (células com núcleo), ocorre a editoração do RNA, chamada *splicing* (ver 'A leitura do DNA: como é processada a informação dos genes' em *CH* nº 171). Isso quer dizer que

a partir de um mesmo trecho do DNA podem ser transcritos vários RNAs diferentes. Como isso acontece?

Imagine que um determinado DNA é transcrito e o RNA resultante é clivado, isto é, cortado, em pontos específicos. Isso ocorre graças a um sistema complexo de controle que ainda não está completamente esclarecido. É bom lembrar também que nem todo gene passa por esse processo. Alguns dos trechos corta-

dos do RNA são eliminados (os introns) e os fragmentos restantes (os exons) são unidos, formando um RNA mensageiro. Esse RNA mensageiro é então traduzido, gerando uma proteína, digamos, a proteína A. Por outro lado, o mesmo RNA primário transcrito do mesmo trecho de DNA pode ser clivado em pontos diferentes, produzindo assim um RNA mensageiro com uma seqüência distinta da do primeiro e, conseqüentemente, uma proteína B, também diferente. Desse modo, dependendo da posição das clivagens no RNA primário (transcrito primário), o mesmo trecho de DNA pode gerar proteínas diferentes. Esse processo é análogo à edição de fitas de vídeo ou de áudio. Dependendo do editor, as imagens ou o som resultantes dos cortes e das junções serão diferentes.

Franklin Rumjanek
Instituto de Bioquímica Médica,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

? Todas as espécies de bambus produzem brotos comestíveis?

REINALDO F. CAMPOS, POR E-MAIL

O bambu pertence à família Poaceae (antes Gramineae), que inclui também todas as espécies de grama e capim. O número de espécies de Poaceae gira em torno de oito mil, que se distribuem por todo o planeta e em todos os ambientes. Destas, cerca de 1.100 são conhecidas como bambus em face de seu crescimento lenhoso e dos nós e entrenós bem desenvolvidos, o que caracteriza a estrutura denominada colmo. Algumas espécies de bambu crescem na forma de pequenas gramíneas, enquanto outras podem atingir até 40 m de altura. O bambu tem os mais variados usos, inclusive na alimentação. Espécies do gênero *Phyllostachys*, por exemplo, são usadas como vara de pescar e na construção de móveis.

O gênero *Guadua*, nativo da América, é conhecido há mais de 500 anos e tem importância na economia do Equador e da Colômbia, por ser considerado excelente material de construção. Os asiáticos são os povos que demonstram maior tradição no manuseio dessas espécies, produzindo lanças, flechas, cestas, utensílios culinários, esculturas, máscaras, bancos, portões. Na área de construção, são utilizados como coluna, viga, telha, forro etc., podendo ainda servir para encanamento de água. Algumas espécies foram utilizadas também na construção de jangadas, pranchas de surfe e até como parte da estrutura de aviões da série Demoiselle, de Santos Dumont. Na construção de instrumentos musicais, seu uso também é tradicional. Pode ser encontrado também na forma de baqueta para tambores japoneses, em flautas andinas e flautas transversas.

No Brasil, o uso do bambu é atribuído aos indígenas, na fabricação de prendedores de cabelo, flautas, haste de flechas, cestas e outros utensílios. No que diz respeito à alimentação, a rigor todos os brotos são comestíveis e apresentam diferentes sabores e texturas. Alguns são

muito amargos, outros muito pequenos – o que justifica o desinteresse por seu consumo. A espécie mais utilizada na alimentação é *Phyllostachys pubescens*, cujos brotos são grandes e saborosos. Brotos de espécies do gênero *Dendrocalamus* são também comumente utilizados na alimentação.

Olavo Araújo Guimarães
Departamento de Botânica,
Universidade Federal
do Paraná



? Por que a espuma é branca, independentemente da cor do sabão ou sabonete?

CARLOS VARELA REIS, RECIFE/PE

A luz que nossos olhos são capazes de ver está compreendida entre o vermelho e o azul (lembre-se do arco-íris). Cada uma das cores apresenta um 'tamanho' (ou comprimento de onda luminosa) diferente: a luz azul tem o menor, com cerca de 400 nanômetros (nm), enquanto a vermelha tem o maior, com 800 nm aproximadamente.

Sabões, sabonetes, xampus e demais compostos que produzem espumas – ou seja, que possuem moléculas chamadas tensoativas – também levam em sua formulação, geralmente, corantes capazes de conferir-lhes uma variedade de cores. Nesses casos, a luz é absorvida e resulta na cor observada.

Já as partículas que constituem as espumas são bolhas de ar envoltas por uma fina camada de detergente e água. As dimensões físicas dessas bolhas (em torno de 1.500 nm) são maiores do que os comprimentos de onda de qualquer luz visível. Por isso, ao bater nas bolhas, a luz é espalhada, resultando na mistura óptica de todas as cores – o branco.

Mário José Politi

Instituto de Química,
Universidade de São Paulo

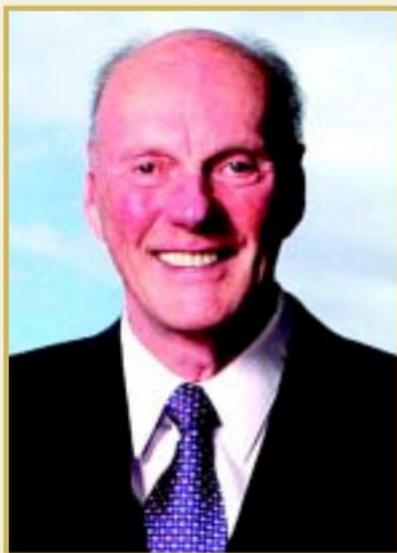
CARTAS À REDAÇÃO

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

E-MAIL:

cienciahoje@cienciahoje.org.br

O MECENAS DAS CIÊNCIAS BÁSICAS



DAN ORY/UNIVERSIDADE DE CHICAGO

Fred Kavli

Em 1955, aos 27 anos de idade, Fred Kavli desembarcou em San Francisco, na Califórnia (Estados Unidos). Na bagagem, além de poucos pertences, um diploma de física aplicada e US\$ 300. Meio século depois, o garoto que na Noruega vendia madeira para móveis e lenha para substituir a falta de gasolina durante a Segunda Guerra Mundial multiplicou significativamente essa quantia. Hoje são, pelo menos, US\$ 340 milhões, valor pelo qual foi vendida, em 2000, sua empresa de sensores para aviões e automóveis, a Kavlico, fundada três anos após sua chegada aos Estados Unidos. Até aqui, poderia ser apenas a história de mais um imigrante que fez fortuna na América. O diferencial é que Kavli decidiu gastar boa parte desse montante para financiar três áreas da pesquisa básica: astrofísica, nanociências e neurociências, respectivamente “o muito grande, o muito pequeno e o muito complexo”. Hoje, são 10 Institutos Kavli, nove nos Estados Unidos e um na Holanda, sendo que cada um recebeu cerca de US\$ 7,5 milhões. Some-se a isso seis cátedras universitárias. A iniciativa já rende prestígio: em 2004, três dos oito ganhadores do Nobel eram pesquisadores de um Instituto Kavli. Agora, no entanto, Kavli, aos 78 anos de idade, dedica-se à criação do prêmio Kavli, que dará, a partir de 2008, a cada dois anos, um diploma, uma medalha e US\$ 1 milhão para os ganhadores nas três categorias. O anúncio dos vencedores será feito pela Academia Norueguesa de Ciências e Letras sempre em setembro, ou seja, um mês antes do Nobel, instituído há mais de 100 anos pela ‘rival’ Suécia.

Cássio Leite Vieira
Ciência Hoje/RJ

Vamos imaginar que, em um dia ensolarado, durante uma caminhada tranqüila perto das águas do canal de Santa Bárbara, na Califórnia, onde está sua casa, o senhor encontrasse uma lâmpada mágica. Mas o gênio que sai dela, apesar de simpatizante da ciência, é um pouco egoísta e, em vez de lhe oferecer três pedidos, lhe dá a chance de ter apenas uma pergunta respondida sobre um mistério da natureza. O que o senhor perguntaria a esse gênio?

Qual é a melhor, mais minuciosa, mais detalhada, mais compreensiva, mais precisa e mais completa descrição, em língua inglesa, da mais avançada e inteligente vida no universo fora do planeta Terra?

Outro fato fictício. Um amigo seu, um empresário que, como o senhor, fez um bom dinheiro ao longo da vida, pergunta-lhe: “Caro Fred, eu também gostaria de usar meu dinheiro para filantropia. Mas, sabendo que os filantropos geralmente preferem áreas como artes e música, não estou certo se eu deveria apoiar as ciências básicas. Você poderia me dar três razões para eu privilegiá-las?” O que o senhor diria ao seu amigo?

As ciências básicas são as principais responsáveis pelo progresso humano e também a principal causa do avanço do conhecimento sobre o próprio ser humano, a natureza e o universo, bem como da melhoria do padrão de vida.

Os ganhadores das três categorias do prêmio Kavli [astrofísica, nanociências e neurociências] serão escolhidos por um comitê internacional de especialistas. O senhor poderia nos dar mais detalhes sobre esse comitê e o processo de escolha dos vencedores? O senhor terá alguma participação?

A outorga dos prêmios Kavli ocorrerá em Oslo, a cada dois anos, a partir do final de 2008. Cerca de 12 meses antes da cerimônia de entrega, o presidente da Academia Norueguesa tornará pública uma carta, solicitando nomeações para os prêmios. Essa carta será endereçada às principais academias e sociedades científicas do mundo e dará detalhes sobre o processo de indicação dos nomes. Os comitês serão presididos por um membro indicado pela Academia Norueguesa de Ciências e Letras, enquanto os outros membros serão apontados por academias e sociedades de quatro países que nós con-

sideremos mais proeminentes em cada uma das três áreas. Os comitês do prêmio irão analisar as qualificações dos candidatos e recomendarão os vencedores para a Academia Norueguesa, que anunciará esses nomes. A Fundação Kavli não terá participação no processo de seleção.

Não acreditamos que metas de produtividade sejam práticas no caso da pesquisa em ciências básicas

Ao longo de sua carreira como empresário, o senhor patenteou várias inovações. Agora, como um filantropo, o senhor acredita que os resultados vindos da pesquisa básica devem ser patenteados? No caso de um dos Institutos Kavli obter algum resultado patenteável, os direitos autorais [royalties] irão para a Fundação Kavli?

Acho que o processo de patente é importante tanto para encorajar quanto para financiar a pesquisa e a inovação. Se um Instituto Kavli obtiver uma patente, os direitos autorais serão concedidos segundo a política de patentes da própria instituição e não virão para a Fundação Kavli.

‘Engenheiro busca apoio financeiro para começar seu próprio negócio.’ Pode-se dizer que sua boa sorte começou com essas duas linhas publicadas no jornal *Los Angeles Times* no final da década de 1950. Esse anúncio curto possibilitou ao senhor abrir sua empresa, a Kavlico, e se tornar um empresário bem-sucedido. O senhor acredita que hoje seria mais fácil para um jovem empresário começar seu próprio negócio nos Estados Unidos?

Em termos gerais, acho que seria mais fácil hoje para um jovem cientista ou engenheiro começar seu próprio negócio em comparação com a época em que comecei minha própria empresa, ou seja, em 1958, porque nós temos uma grande rede de

Acho que o processo de patente é importante tanto para encorajar quanto para financiar a pesquisa e a inovação

financiadores e capitalistas prontos para arriscar dinheiro deles no apoio de novas idéias.

Que tipo de burocracia é exigida de um pesquisador que trabalha em um Instituto Kavli?

Geralmente, é o próprio Instituto Kavli o responsá- ▶

vel pela supervisão dos trabalhos, e, assim, nós [da Fundação Kavli], não antevemos qualquer tipo de problema com longos relatórios ou burocracia.

Os pesquisadores que trabalham em um Instituto Kavli devem atingir metas de produtividade?

Não acreditamos que metas de produtividade sejam práticas no caso da pesquisa em ciências básicas.

Estou muito preocupado com a diminuição do número de jovens que escolhem ciência e engenharia como uma carreira aqui, nos Estados Unidos

Como um físico, suponho que o senhor tenha o conhecimento necessário para acompanhar algumas áreas de pesquisa em física.

O senhor fez isso ao longo de sua carreira?

O senhor gosta de ler sobre física hoje?

Se sim, como o senhor se mantém atualizado?

Nunca há tempo suficiente para ler o quanto eu gostaria sobre esses três campos do conhecimento [cosmologia, neurociências e nanociências]. Além disso, não acho que me manter atualizado sobre os desdobramentos nessas áreas seja uma tarefa minha. Meu dever é, sim, facilitar o trabalho dos cientistas.

Em sua graduação no Instituto Norueguês de Tecnologia (hoje, Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia), quais eram as disciplinas que o senhor mais gostava? Se naqueles dias o senhor tivesse a chance de se inscrever para um doutorado, qual seria a área que o senhor escolheria? Por quê?

Na minha graduação em física, o que eu provavelmente achei mais estimulante foi conhecer mais

O Instituto Kavli para a Física Teórica, da Universidade da Califórnia, em Santa Bárbara, tem mantido um programa denominado 'jornalista residente', que permite àquela instituição ter, em seu quadro de funcionários, um jornalista profissional que escreve para o grande público. A Fundação Kavli pretende expandir esse programa para outros Institutos Kavli?

Há muitas coisas que deveriam ser feitas, mas, no momento, não temos planos de fazer isso, ou seja, de estender esse programa.

Em uma entrevista, o senhor disse: "Em nossa sociedade, cultuamos estrelas de cinema e atletas, mas parte de nossos heróis desconhecidos

são homens e mulheres da ciência que estão fazendo algo que é realmente importante."

O senhor não acha que o fato de os adolescentes de hoje estarem escolhendo seus ídolos entre as estrelas *pop* – e, praticamente, ignorando o que cientistas estão fazendo – tem a ver com outro fenômeno mundial: a diminuição do número de jovens que estão escolhendo as ciências básicas como profissão?

Acho que essa situação varia de país para país. Estou muito preocupado com a diminuição do número de jovens que escolhem ciência e engenharia como uma carreira aqui, nos Estados Unidos. Deve ser uma prioridade nacional fornecer uma melhor educação científica, do jardim da infância até o ensino médio, e incentivar esses jovens a estudar essas duas áreas. Isso, no entanto, não é um problema na Ásia, principalmente porque lá as melhores oportunidades para se obter um padrão de vida melhor estão em uma carreira em ciência e engenharia, o que é encorajado pelo governo.

Esperamos que, no futuro, possamos estabelecer Institutos Kavli em alguns países em desenvolvimento

sobre o universo. Quando eu me formei, preferi a área de alta tecnologia e comércio e não quis gastar tempo para obter um doutorado.

Desde o tempo em que o senhor se formou em física, que descoberta científica ou invenção tecnológica mais o impressionou?

Provavelmente, a decodificação do genoma humano.

Quais as chances de um instituto de pesquisa em um país em desenvolvimento se tornar um Instituto Kavli?

Geralmente, a Fundação Kavli busca os melhores grupos. Estes, por sua vez, devem ter o apoio de

suas universidades, que devem estar entre as melhores e ser bem estruturadas. Mas, no caso de países em desenvolvimento, também consideramos, além da dedicação do grupo à pesquisa e o apoio que recebe de suas universidades, o potencial para o desenvolvimento. Assim, esperamos que, no futuro, possamos estabelecer Institutos Kavli em alguns países em desenvolvimento. ■

Cérebro quimérico

Células-tronco embrionárias humanas têm a capacidade de se transformar em praticamente todos os tecidos de nosso organismo, inclusive em neurônios (tipo de célula nervosa). Mas ainda restavam dúvidas sobre como elas se comportariam no interior do cérebro. Sobreviveriam? Teriam a capacidade de se transformar e fazer comunicação com outras células nervosas ao redor delas? Ou formariam tumores? Essas perguntas foram agora respondidas por uma equipe do Instituto Salk (Estados Unidos), que obteve camundongos vivos cujo cérebro continha neurônios humanos funcionando e plenamente integrados ao novo ambiente. O artigo – que tem um pesquisador brasileiro como co-autor – está em *Proceedings of the National Academy of Sciences* (vol. 102, n. 51, pp. 18.644-18.648).

Neurônios são tipos celulares especializados e complexos. Estão localizados no interior do sistema nervoso e são responsáveis pela coordenação dos movimentos, pelas sensações, pelos sonhos e pensamentos. Sua perda ou lesão causam doenças incuráveis como Parkinson (marcado principalmente por tremores), Alzheimer (caracterizado pela perda da memória), esclerose lateral amiotrófica (que acomete o físico inglês Stephen Hawking e o mantém preso a uma cadeira de rodas), além de paraplegia (comprometimento total ou parcial do movimento das pernas) e perda de sensibilidade do corpo.

Células-tronco embrionárias humanas (CTEHs) são capazes de se transformar nos mais variados tipos celulares que formam nosso organismo, inclusive neurônios. Por isso, o possível uso dessas células em transplantes e terapias é uma das maiores promessas da medicina atual.

Apesar de tamanha expectativa, até o momento só havia sido possível demonstrar fora do corpo (mais especificamente, em uma placa de cultura) a capacidade de transformação das CTEHs em neurônios. Não era sabido, por exemplo, como se comportariam essas células no interior do cérebro propriamente dito. Seriam capazes de sobreviver e de se especializar (se transformar) realmente em neurônios? Formariam tumores? Fariam comunicação com as células ao redor delas?

Estudo realizado pelo pesquisador brasileiro Alysson Muotri e colegas, do Instituto de Pesquisas Salk, em La Jolla, no estado da Califórnia (Estados Unidos), res-

pondeu a essas perguntas. Eles comprovaram que, de fato, CTEHs podem se integrar ao cérebro vivo, tornando-se neurônios exuberantes e funcionais.

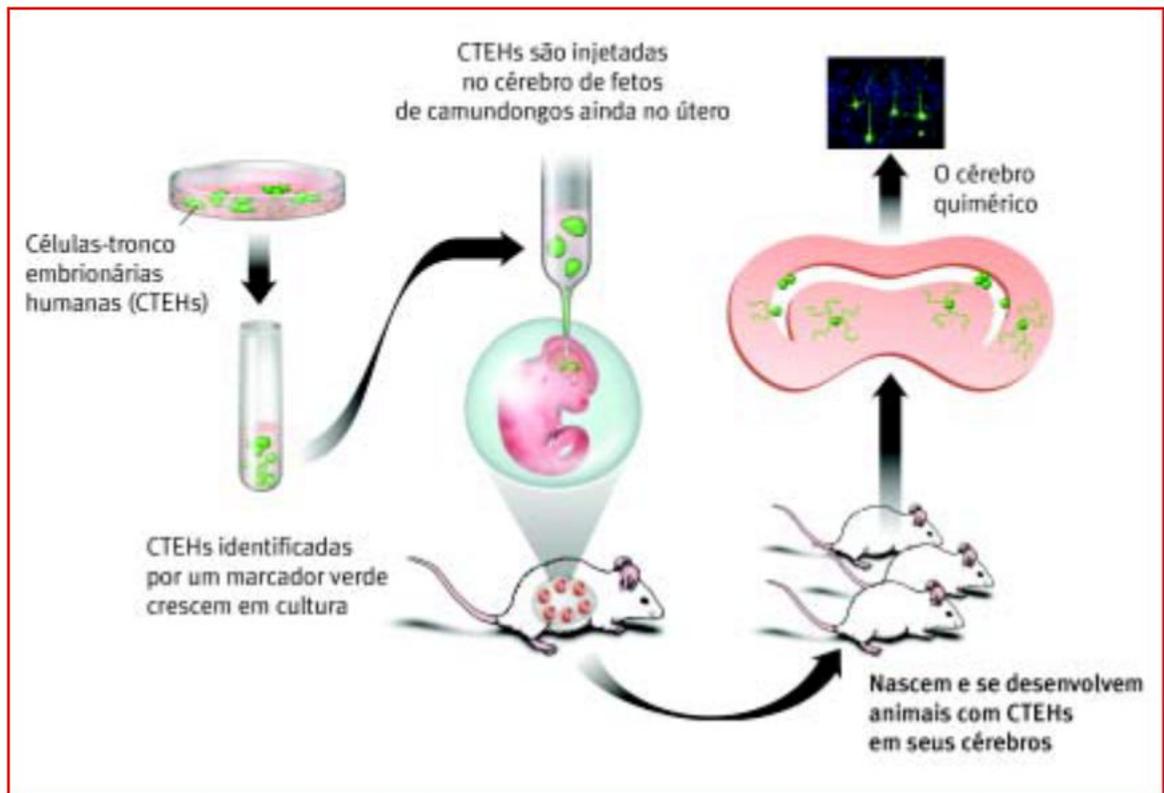
Para entendermos como o estudo foi feito, bem como sua relevância, é necessário discutir alguns dos procedimentos experimentais usados. A idéia de Muotri e colegas era demonstrar, de forma definitiva, o potencial de diferenciação (ou seja, de especialização) das CTEHs. Camundongos no 14º dia de gestação receberam em seus cérebros uma injeção contendo 100 mil dessas células-tronco (humanas) marcadas previamente com uma substância verde fluorescente, para permitir que fossem identificadas mais tarde.

Após esse procedimento cirúrgico, os fetos completaram seu desenvolvimento no útero materno. Desses animais, 85% nasceram e cresceram até a idade adulta de forma saudável, quando então os pesquisadores examinaram a estrutura cerebral deles. Os cientistas descobriram que as CTEHs injetadas foram capazes de se integrar funcionalmente ao sistema nervoso.

Fazendo aqui alusão à criatura mítica conhecida por ser uma mistura de vários animais, poderíamos dizer que, nesse caso, um cérebro quimérico estava formado, com uma parcela (0,1%) de células humanas. As CTEHs se transformaram não só em neurônios, mas também em outros tipos celulares específicos do cérebro, como células gliais.

A equipe do Instituto Salk demonstrou ainda que, ao contrário do observado com células-tron-

Esquema geral da técnica empregada pela equipe do Instituto Salk



MUOTRI ET AL./JNMS (EDITADA PELOS AUTORES)

co adultas (que podem se fundir com neurônios preexistentes), as CTEHs foram capazes de se transformar em novos neurônios, assumindo funções especializadas no interior do cérebro das cobaias.

E por que injetar CTEHs no cérebro de fetos de camundongos? A resposta está na fase do desenvolvimento, quando o sistema nervoso ainda está se formando. Muotri e colegas perguntavam se pistas ambientais originadas em um tecido em formação poderiam influenciar o destino de CTEHs indiferenciadas. De fato, as CTEHs responderam de forma tão leal às pistas recebidas que se ajustaram em tamanho (as humanas tendem a ser maiores) e grau de amadurecimento às células adjacentes. Esses resultados indicam que as informações responsáveis pela especialização de neurônios são conservadas evolutivamente entre camundongos e humanos.

Apesar de outros cientistas já

terem demonstrado a integração de CTEHs no cérebro e na medula espinhal de cobaias, o trabalho de Muotri e colegas demonstra, pela primeira vez, o funcionamento pleno de CTEHs integradas fisicamente e funcionalmente ao sistema nervoso.

Curiosamente, essa integração não ocorreu de maneira uniforme. Os autores atribuem esse fato a variações no número de células injetadas em cada feto e à manipulação dos embriões após o procedimento experimental. Além disso, houve uma maior dificuldade de integração das CTEHs que foram cultivadas por longos períodos antes do transplante, o que pode indicar que alterações genéticas e/ou cromossômicas adquiridas nesse período possam interferir na capacidade de especialização das CTEHs.

É provável que ainda demore um pouco até que o mundo se recupere plenamente da decepção causada pelo sul-coreano

Woo-Suk Hwang e por sua produção fraudulenta de células-tronco embrionárias a partir de pacientes humanos. Mas os resultados obtidos pelo brasileiro Alysson Muotri e colegas sinalizam que o progresso nas pesquisas com CTEHs não pára. O trabalho em questão poderá contribuir para o melhor entendimento tanto de doenças neurodegenerativas quanto dos fatores responsáveis pela geração de neurônios humanos, além de oferecer uma nova estratégia para testar o potencial terapêutico e a influência de medicamentos sobre CTEHs mantidas no interior de um cérebro em funcionamento.

Stevens Rehen

Departamento de Anatomia, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro

MEDICINA

CHOCOLATE E CORAÇÃO

Amantes do chocolate têm a partir de agora uma boa desculpa para consumir essa guloseima: ela faz bem para o coração. Alguns poucos tabletes de uma barra podem ajudar a afastar o perigo de doenças cardiovasculares, diz estudo. Substâncias presentes no chocolate (os chamados antioxidantes) ajudariam a evitar tanto o estreitamento quanto o endurecimento das artérias.

Foram testados 20 fumantes que gozavam de boa saúde. Cada um deles recebeu 40 g de chocolate de diversos tipos (foi pedido que, nas 24 horas anteriores, eles não comessem alimentos ricos em antioxidantes, como cebolas, maçãs, repolhos e, claro, chocolates, entre outros). Duas horas depois, os pacientes foram submetidos a ultrassom. O exame mostrou melhora no fluxo sanguíneo e diminuição na atividade das plaquetas (responsáveis pelo entupimento das artérias).

Para os autores, do Centro Cardiovascular do Hospital da Universidade de Zurique (Suíça), uma pequena porção de chocolate por dia faz bem à saúde dos vasos sanguíneos. Os autores, porém, alertam que os benefícios foram maiores com chocolates que tinham pelo menos 74% de cacau. Outro alerta: nenhum desses efeitos foi obtido com chocolate branco.

Segundo os pesquisadores, o chocolate apresenta a maior quantidade de antioxidantes por grama, muito superior à presente em alimentos tradicionalmente conhecidos por essa propriedade, como vinho tinto, frutas vermelhas e chá verde. Mas é preciso lembrar que cada 100 g de chocolate têm muitas calorias (em média, 500 calorias) e 30% de gordura.

Heart, janeiro de 2005

OS PRIMEIROS AMERICANOS • A hipótese (até agora a mais aceita) de que os primeiros americanos vieram do nordeste da Ásia, em várias levas, pelo estreito de Bering, foi mais uma vez desafiada. Walter Neves e Mark Hubbe, da Universidade de São Paulo, defendem que, na verdade, duas populações biologicamente distintas colonizaram as Américas. Com base na análise de 81 crânios do sítio de Lagoa Santa (MG), eles defendem que os primeiros a chegar, também por Bering e há pelo menos 12 mil anos, foram populações do sudeste da Ásia que dividem ancestrais com os australianos e melanésios. Medidas, estudos morfológicos e comparações com dados de outros países mostraram que esses crânios (dois deles com 11,5 mil anos de idade) guardavam semelhanças com povos de hoje da Austrália e Melanésia, ou seja, eram compridos, estreitos e de faces projetadas para a frente. Por sua vez, populações do nordeste da Ásia (que deram origem aos nativos norte-americanos) tendem a ter crânios mais curtos, largos e com faces relativamente chatas. (*Proceedings of the National Academy of Sciences*, 20/12/05)



SINTONIA FINA

A primeira boa notícia deste ano foi o fato de todos os seres humanos terem se tornado um segundo mais novos na virada do ano. Isso se deu em função do acréscimo de um segundo aos relógios, principalmente àqueles de alta precisão que marcam o tempo com base em efeitos atômicos. Essa é a 23ª vez que esse segundo extra é adicionado, prática que começou em 1972 para coordenar o tempo medido com base na rotação da Terra com aquele marcado pelos relógios atômicos, cuja precisão chega a bilionésimos de segundo por dia. A periodicidade dessa mudança varia. Pode ser feita tanto a cada seis meses quanto em intervalos de anos. A última vez foi em 31/12/98. Embora o 'relógio' terrestre com base na rotação também seja muito preciso (na casa de um milésimo de segundo por dia), a velocidade de rotação da Terra está diminuindo. Ainda não se sabe a que taxa isso ocorre, e aí está o problema. Astrônomos prevêem que, daqui a uns 50 anos, esse segundo terá que ser acrescentado pelo menos duas vezes por ano. E daqui a 1,5 mil anos a cada mês. No final de 2004, a União Internacional de Telecomunicações decidiu que esse segundo irá parar de ser acrescentado ao tempo dos relógios em 2007, redefinindo com isso o chamado Tempo Universal Coordenado.

A foto nesta nota é, por enquanto, uma das duas únicas imagens do que se acredita fortemente ser um novo mamífero. Encontrado nas florestas de Bornéu, ele se parece com um lêmure (primata que vive apenas na ilha de Madagascar), mas, segundo especialistas, com hábitos carnívoros. Supõe-se que o novo mamífero (e parece haver certeza sobre esse aspecto) seja da família Viverridae, à qual pertence, por exemplo, o mangusto, famoso por ser um exímio caçador e devorador de cobras (incluindo as venenosas). Habitantes locais alegaram nunca ter visto o animal. Zoólogos dizem que o fato de a nova espécie ter cauda longa e musculosa indica que ele deve viver a maior parte do tempo nas árvores, o que explicaria o fato de nunca ter sido observado antes. As imagens foram feitas por um grupo da WWF, organização defensora da natureza. Segundo o biólogo responsável pela equipe que flagrou o novo mamífero, os detalhes do animal serão publicados em um livro sobre Bornéu e sua vida selvagem.



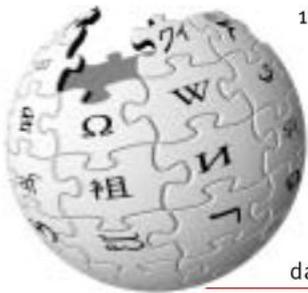
SINTONIA FINA

O que pensar de uma enciclopédia em que qualquer um pode escrever, editar, apagar ou alterar o conteúdo? À primeira vista, que ela deve ser um poço (profundo) de inexatidão, certo? Errado. Pesquisa feita pela revista *Nature* em meados de dezembro passado indica resultado diametralmente oposto: a *Wikipedia* é tão precisa quanto a famosa, tradicional e robusta *Britannica*. O projeto da *Wikipedia* (www.wikipedia.org) foi lançado em janeiro de 2001. Hoje, essa enciclopédia online reúne cerca de 1,8 milhão de verbetes, em 200 línguas, sendo que 900 mil deles em inglês. A *Nature* enviou 42 verbetes científicos das duas enciclopédias para revisores da revista, sem indicar a eles a fonte desse material. A análise dos especialistas indicou quatro imprecisões, em média, nos verbetes da *Wikipedia* e três nos da *Britannica*. Erros considerados graves: quatro para cada uma. Placar de erros factuais, omissões ou declarações distorcidas: 162 para a enciclopédia livre e 123 para a *Britannica*. Além disso, a revista ainda consultou cerca de mil de seus autores sobre a *Wikipedia*: 70% deles já tinham ouvido falar e

17% a consultavam semanalmente, mas apenas 10% haviam contribuído para ela.

Os resultados ganharam contornos mais dramáticos porque, no início do mês de dezembro, o jornalista John Seigenthaler, fundador do diário *USA Today*,

atacou a *Wikipedia*, depois de ler, em sua própria biografia, que ele (erroneamente) era um dos suspeitos pelo assassinato de dois políticos norte-americanos, entre eles o ex-presidente John Fitzgerald Kennedy (1917-1963). O autor foi identificado pela enciclopédia e alegou que havia feito uma brincadeira com o co-autor do verbete. Depois disso, a direção da *Wikipedia* enrijeceu as normas para a intervenção no conteúdo da enciclopédia.



WWW.WIKIPEDIA.ORG

VIROLOGIA

SALIVA REVELA HEPATITE C

Resultados apresentados por pesquisadores de Israel trazem a esperança de que, no futuro, bastará um pouco de saliva para detectar a presença do temível vírus da hepatite C no corpo de uma pessoa.

O novo teste, que detecta o anticorpo que o sistema imune do paciente gera para tentar combater o vírus, foi desenvolvido pela equipe de Arie Yaari, do Centro Médico da Universidade Soroka (Israel). Testes convencionais empregam amostras de sangue. Além disso, requerem equipamento sofisticado e pessoal qualificado. Segundo Yaari, seu teste é pouco trabalhoso, relativamente barato e fácil de executar.

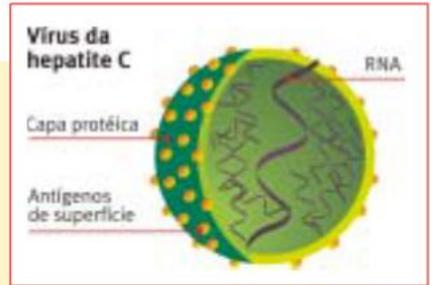
O desenvolvimento foi feito com base no estudo de 37 pacientes que se submetiam a hemodiálise (filtração do sangue), população em que a prevalência dessa doença é relativamente alta. O novo teste obteve 100% de sucesso na detecção dos anticorpos em pacientes que apresentavam os sintomas da doença, percentual igual ao dos testes feitos com sangue. Em pacientes assintomáticos, o percentual foi de 94% (no caso do sangue, esse índice chega a 63%, segundo os autores). Há também testes que detectam enzimas liberadas por células danificadas do fígado e outros que detectam o material genético (RNA) do vírus.

Segundo os autores, o teste poderá ser usado para a execução de diagnóstico em massa, pois amostras de saliva são de fácil obtenção, principalmente no caso de crianças. Se o teste for confirmado em estudos com mais pacientes, ele será útil para países em desenvolvimento, acreditam os autores.

A hepatite é uma inflamação do fígado. As principais formas de transmissão do vírus do tipo C são a transfusão de sangue e o uso de drogas intravenosas. A doença pode levar ao transplante de fígado, à cirrose e ao câncer hepático. É considerada atualmente o maior problema de saúde pública mundial.

Há hoje no mundo cerca de 170 milhões de pessoas infectadas — quatro vezes mais que o número de portadores do HIV, vírus causador da Aids. Estima-se que no Brasil existam 4,5 milhões de portadores do vírus da hepatite C, mas só uma parcela mínima desse total está diagnosticada e sob tratamento.

Journal of Virological Methods, 19/12/05 (online)



FIBRAS E CÂNCER DE INTESTINO • Provavelmente, o leitor já escutou ou leu que a ingestão de fibras dietéticas evita o câncer de intestino. Pois bem, parece que essa é mais uma daquelas ‘verdades’ científicas sem evidências experimentais. Agora, uma análise de 13 estudos de larga escala (envolvendo cerca de 725 mil pacientes, acompanhados por até 20 anos) parece dar uma resposta definitiva: a ingestão de fibras a partir de cereais, frutas e vegetais não diminui o risco de câncer de intestino. Apesar desse resultado desanimador, os autores advertem: ninguém deve parar de comer alimentos naturais ricos em fibras, pois estas estão comprovadamente relacionadas com a diminuição do risco de doenças cardiovasculares e diabetes. (*Journal of the American Medical Association*, 14/12/05)

GENÔMICA

A VOLTA DO MAMUTE

Se, no futuro, mamutes voltarem a circular pela Terra, depois de 10 mil anos de ausência, será por conta de resultados como os obtidos agora por duas equipes independentes. Uma conseguiu 'ler' porções do DNA (material genético) desse primo robusto dos elefantes. A quantidade de material recuperado surpreendeu os pesquisadores.

O primeiro grupo, liderado por Henrik Poinar, da Universidade McMaster (Canadá), conseguiu ler (seqüenciar) 13 milhões de pares de 'letrinhas' (bases nitrogenadas) do DNA do núcleo das células de um mamute-lanoso (*Mammuthus primigenius*). Poinar disse que esperava apenas o seqüenciamento de algo em torno de 10 mil pares. Empolgados com o sucesso de uma nova técnica (que amplifica amostras mínimas de material genético; no caso, 200 miligramas), eles alegam que conseguirão decodificar todo o genoma do gigante da era do gelo em menos de um ano. Isso dá nova força à proposta, feita por russos e japoneses, de recriar um mamute com a ajuda do material genético de elefantes modernos.

O material foi extraído das presas de uma fêmea de 27 mil anos de idade achada no subsolo congelado da Sibéria. A análise desse material apontou 98,55% de identidade genética com o elefante africano (*Loxodonta africana*). Outros 15 milhões de pares de bases seqüenciadas pertencem a 'companheiros' (bactérias, vírus, fungos, plantas) desse mamífero, o que ajudará a recompor o ambiente de quase 30 mil anos atrás.

Já a equipe liderada por Michael Hofreiter, do Instituto Max Plank (Alemanha), conseguiu, com métodos mais convencionais, seqüenciar todo o DNA mitocondrial, ou seja, aquele presente nas 'fábricas de energia' das células (até agora, o único DNA mitocondrial de um animal extinto decodificado na totalidade havia sido o da moa, um pássaro sem asas que desapareceu há cerca de 500 anos). O DNA mitocondrial fica fora do núcleo e é herdado da mãe. Com base na análise de 7 mil pares de bases, os pesquisadores defendem que o mamute-lanoso seja mais aparentado com o elefante asiático. A equipe de Poinar discorda.

Mamutes-lanosos tinham, em média, 4 m de altura, sete toneladas de peso e uma cobertura densa de pêlos. Viveiram na Europa, Ásia, África e América do Norte entre 1,6 milhão de anos e 10 mil anos atrás. Elefantes africanos, asiáticos e mamutes divergiram evolutivamente há cerca de 6 milhões de anos.

Science, 22/12/05 (online) e *Nature*, 21/12/05 (online)

CHANDLER B. BEAN (1999)



SINTONIA FINA

O estado da Pensilvânia conseguiu uma vitória contra o chamado 'desenho inteligente', depois que um juiz concluiu que essa 'teoria' é, na verdade, religião disfarçada de ciência. O desenho inteligente vem ganhando espaço na mídia e entre religiosos ao afirmar que o fenômeno da vida é muito complicado para ter evoluído sozinho e, portanto, precisaria de um 'desenhista inteligente'. O juiz John Jones, da corte de Middle, na Pensilvânia, afirmou em sua decisão que o desenho inteligente "não é capaz de se desvincular de seus antecedentes criacionistas e, portanto, religiosos". Assim, não pode ser ensinado em escolas públicas dos Estados Unidos, pois a separação entre Estado e Igreja está prevista na constituição daquele país. O caso começou quando 11 pais de alunos resolveram processar o quadro de conselheiros da área de educação da pequena cidade de Dover, que determinaram que fosse lida, para os estudantes que tivessem aulas de biologia, uma declaração afirmando que havia dúvidas em relação à teoria da evolução e endossando a 'teoria' do desenho inteligente. O juiz Jones ainda disse que o desenho inteligente tenta confundir as pessoas sobre o significado de 'teoria' e que se baseia em um tipo de 'falso dualismo', segundo o qual bastaria se provar que a teoria da evolução está errada para se mostrar a veracidade do desenho inteligente. A decisão do juiz (139 páginas) está disponível (em inglês) em www.pamd.uscourts.gov/kitzmilller/kitzmilller_342.pdf. Um mês antes da decisão, pais de Dover destituíram oito dos nove membros do conselho.



FISH-DNR.CORNELLEDU

Uma resposta indireta à escalada do desenho inteligente, principalmente nos Estados Unidos, foi dada pelos editores da revista científica *Science*, que escolheram a teoria da evolução – que ganhou forma, em 1859, com o naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) – como a grande revolução de 2005. Segundo eles, vários artigos publicados ao longo do ano passado mostraram, além de qualquer dúvida, que a evolução natural é a base de sustentação para vários aspectos da biologia moderna. Entre esses trabalhos, os editores destacam a obtenção do genoma do chimpanzé (que deixa claro o grau de parentesco dele com os humanos); a 'leitura' do genoma e a reconstrução em laboratório do vírus da gripe espanhola de 1918, que permitiu descobrir que essa entidade microscópica evoluiu a partir do vírus de uma ave, o que tem ajudado especialistas a entender a ameaça da gripe aviária neste momento; e a pesquisa que mostrou que a mudança de um simples gene foi responsável pela transformação de uma espécie em várias, como no caso de um peixe do Alasca (*Gasterosteus aculeatus*), que habitava o oceano e, com essa mutação, passou a viver em lagos, alterando padrões de seu esqueleto e barbatanas.

GENÔMICA Decifrado o DNA do cachorro

GENOMA DO MELHOR AMIGO DO HOMEM

O cão é tido como amigo do homem. Companheiros fiéis de uma jornada que começou há milhares de anos, os cachorros agora se tornam parceiros dos humanos na aventura da descoberta científica, com o anúncio do seqüenciamento completo do DNA (material genético) da simpática Tasha, uma cadela da raça boxer.

Com o DNA canino decifrado, os pesquisadores poderão estudar mais a fundo as cerca de 360 desordens comuns a homens e cães, incluindo doenças cardíacas, alergias, câncer. A idéia é buscar as raízes genéticas desses males, usando cães como modelos genéticos. O mapa genético de Tasha vai ajudar ainda a responder uma pergunta intrigante: por que um cão (*Canis familiares*), mesmo de estrutura diminuta, como um Pinscher, guarda mais semelhança genética com um lobo asiático do que este com um coiote?

Tasha foi escolhida por seu alto grau de consangüinidade. Enfrentou nesse quesito outros cachorros, depois de um anúncio para clubes de criadores e escolas de veterinária. A cadela boxer acabou ganhando o 'concurso de beleza genética' depois de mostrar ser a mais 'pura' entre os concorrentes – na verdade, seus pares de cromossomos eram os que apresentavam as menores diferenças, o que facilitaria o trabalho de seqüenciamento.

Cães têm 39 pares (humanos, 23) de cromossomos (estruturas enoveladas que abrigam o DNA) e cerca de

19 mil genes (contra 22 mil dos humanos), sendo que 5% deles são idênticos nas duas espécies.

Há cerca de dois anos, 77% do DNA de um *poodle* macho tinham sido decodificados. Agora, com resolução cinco vezes superior, esse percentual chegou a 99%. Como Tasha é fêmea, os pesquisadores não puderam estudar o cromossomo Y, pois esse só está presente nos machos.

Há 15 mil anos

Os resultados desse mapa do genoma mostraram que certos genes que sofreram uma evolução rápida nos homens (incluindo genes ligados a funções cerebrais) também sofreram igual evolução nos cães. Isso põe em sério risco, nas palavras de um especialista, hipóteses recentes de que a evolução desses genes teria sido a responsável pelas características únicas do cérebro humano.

Estima-se que haja hoje cerca de 400 raças domésticas de cães, perfazendo uma população mundial significativa: em torno de 400 milhões de indivíduos. O companheirismo entre homens e cães começou há cerca de 15 mil anos, quando os lobos asiáticos passaram a ser domesticados. Evolutivamente, homens e cães divergiram há cerca de 95 milhões de anos.

O artigo é assinado por uma equipe liderada por Eric Lander e Kerstin Lindblad-Toh, do Instituto Broad, pertencente à Universidade Harvard e ao Instituto de Tecnologia de Massachusetts, ambos nos Estados Unidos.

O periódico *Genome Research*, em sua edição de dezembro, publicou seis artigos, que discutem tópicos como câncer canino e a variação no tamanho e no formato do esqueleto entre os cães.

Nature, 08/12/05



THE BROAD INSTITUTE

RECEITA PARA RESSACA • Sabe aquelas ressacas fortes pós-festas de final de ano, de quarta-feira de cinzas ou, para alguns, de todas as segundas-feiras do ano? Receita da ciência para preveni-la e tratá-la: não há cura milagrosa, concluiu estudo. Portanto, nenhuma das receitas 'milagrosas' divulgadas nas conversas de bar, pela mídia ou na internet funciona. O resultado vem da análise de 15 trabalhos da literatura que investigaram possíveis curas para a ressaca. Infelizmente, a ciência ainda não entende a ressaca. Suspeita-se que o álcool force a fabricação pelo corpo de um hormônio denominado prostaglandina. Nos trabalhos revisados, o ácido tolfenâmico, um potente inibidor desse hormônio, mostrou um resultado considerado encorajador. Só isso. Caso se queira apenas minimizar a ressaca, estas são as dicas de especialistas: se possível, fique na cama, faça sexo, beba muita água, tome um banho demorado, coma algo doce, beba um repositor de sais minerais e, principalmente, tome um café forte. (*British Medical Journal*, 24/12/ 2005)

MEDICINA

IMPOTÊNCIA E DOENÇAS CARDIOVASCULARES

Diz-se popularmente que notícia ruim não caminha só. Parece ser o caso da conclusão de estudo pioneiro feito por pesquisadores norte-americanos: homens com disfunção erétil (popularmente conhecida como impotência sexual) têm mais chances de desenvolver doenças do coração.

Pesquisadores do Centro de Ciências da Saúde da Universidade do Texas (Estados Unidos) acompanharam, por cerca de sete anos, 9.457 homens. No início do estudo, 8.063 deles não tinham doenças cardiovasculares. Destes, no entanto, 3.816 apresentavam disfunção erétil, e o restante (4.247) não. Neste último grupo, porém, 2.420 homens relataram disfunção erétil ao longo do acompanhamento.

A cada três meses, os 8.063 pacientes foram avaliados quanto à disfunção erétil, doenças cardiovasculares e outros fatores (idade, peso, pressão sanguínea, colesterol, diabetes, histórico familiar de ataques cardíacos, tabagismo, medicação contra hipertensão, atividade física e qualidade de vida).

Conclusão dos pesquisadores: para os que adquiriram, ao longo do período do estudo, disfunção erétil, esse quadro foi associado a um risco 25% maior de desenvolver algum problema cardiovascular, incluindo angina (forte dor torácica), infarto do miocárdio (necrose do tecido), derrame (ruptura de vaso sanguíneo), isquemia (diminuição da irrigação sanguínea). Para os que já eram portadores desse quadro, esse percentual foi de 45%.

Para os autores, liderados por Ian Thompson, esses resultados são as primeiras evidências da associação entre a disfunção erétil e o desenvolvimento posterior de doenças cardiovasculares. Segundo eles, pacientes apresentando sintomas de disfunção erétil devem ser submetidos a exames e, se preciso, a tratamento preventivo para doenças cardiovasculares.

Atualmente, no mundo, estima-se que a disfunção erétil afete 100 milhões de homens.

Journal of the American Medical Association, 21/12/05

SINTONIA FINA

O ano que ficou para trás certamente será lembrado por vários avanços da ciência. Mas também por um revés da ética científica: o pesquisador sul-coreano Woo-Suk Hwang, que chegou a ser conhecido como o 'rei dos clones', acabou desmascarado como a farsa de 2005. Seu império começou a ruir quando um de seus assistentes denunciou que os óvulos para a obtenção de várias linhagens de células-tronco haviam sido comprados. Hwang se desculpou publicamente pelo ato aéctico. O pior, porém, estava por vir: outras denúncias o acusavam de ter fraudado os dados de um dos trabalhos mais importantes do ano passado, a obtenção de 11 linhagens 'sob medida' de células-tronco, resultado que havia aumentado muito as esperanças de uso desse tipo de células para vários males. Uma comissão independente da própria Universidade Nacional de Seul anunciou, em 29 de dezembro, que não há evidências que apoiem as conclusões de Hwang e sua equipe no famoso artigo publicado na *Science*. Isso ocorreu após o próprio Hwang ter pedido a essa revista que retirasse o estudo, e pôs em dúvida tudo o que Hwang disse e fez (ou alegou ter feito), inclusive o conteúdo da entrevista que ele deu, com exclusividade, para a *Ciência Hoje* (nº 217, julho de 2005). Em 2004, Hwang e sua equipe apresentaram a primeira linhagem de células-tronco derivadas de um clone humano. Agora, em meados de janeiro, a comissão atestou que o trabalho também era uma farsa. Do império do sul-coreano, ficou apenas o simpático Snuppy, que é de fato o primeiro clone de cão da história.

E=MC² ESTAVA CERTO (DE NOVO) • A pequena e elegante seqüência de símbolos que inicia o título desta nota é, certamente, a fórmula mais famosa da ciência. Ela foi idealizada pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) em 1905, como consequência de sua teoria da relatividade especial. Ela significa que uma gigantesca quantidade de energia (E) pode ser obtida a partir de uma insignificante porção de massa (m), pois esta última vem multiplicada pelo quadrado de um número (c) muito grande (no caso, a velocidade da luz no vácuo, ou seja, 300 mil km/s). Para se ter uma idéia, um quilo de massa (um saco de feijão, por exemplo), se pudesse ser transformado integralmente em energia, sustentaria o consumo elétrico do Brasil por cerca de oito meses. Essa fórmula, que guarda o princípio de funcionamento da bomba atômica, foi comprovada muitas vezes. Agora, no limiar do ano passado, ela ganhou sua comprovação mais precisa até hoje, 55 vezes superior à anterior. Isso foi feito medindo-se propriedades da partícula de luz (fóton) emitida pelos núcleos de silício e enxofre depois que eles capturam um nêutron. Esses resultados, com precisão até a sétima casa depois da vírgula decimal, fecharam com chave de ouro o Ano Mundial da Física, que comemorou os 100 anos dos cinco artigos publicados por Einstein em 1905. (*Nature*, 22/12/05)



Equipamento do Instituto Laue Langevin, em Grenoble (França), que participou do novo (e mais preciso até agora) teste da fórmula de Einstein

EM FOCO

CARANGUEJO EM ALTA RESOLUÇÃO • Como presente de Ano Novo, a equipe de cientistas do telescópio espacial Hubble ofereceu a mais detalhada imagem feita até agora da nebulosa do Caranguejo, considerada pelos astrônomos um dos objetos mais interessantes do céu noturno e também um dos mais estudados de toda a astronomia. A nebulosa são os restos de uma estrela que explodiu no final da vida (fenômeno denominado supernova). Essa explosão, ocorrida há 6,5 mil anos-luz da Terra (cada ano-luz representa 9,5 trilhões de km), foi observada em 1054 por astrônomos chineses. A intensa luz gerada pelo fenômeno permaneceu no céu por cerca de dois anos. As cores na imagem indicam os vários elementos expelidos na explosão estelar: o azul representa o oxigênio neutro (sem carga elétrica), o verde retrata íons de enxofre e o vermelho, íons de oxigênio. A explosão deixou no centro da nebulosa uma estrela de nêutrons (ou pulsar) ultradensa. Sua massa equivale a 1,5 vez a do Sol, porém restrita a um diâmetro de apenas 10 km. Ela gira em torno de seu eixo cerca de 30 vezes por segundo, emitindo de seus pólos (como se fosse um farol marítimo) feixes de radiação decorrente de elétrons acelerados a velocidades próximas à da luz (300 mil km/s) por campos magnéticos intensos. Essa radiação é responsável pela luz azulada da imagem. A nebulosa do Caranguejo, cujos restos ocupam seis anos-luz de extensão, ganhou esse nome em função da aparência que apresentou nos desenhos feitos em 1844 pelo astrônomo irlandês Lord Rosse, que a observou através de um telescópio de 36 polegadas (91,4 cm).



NASA/ESA E ALLISON LOLL/JEFF HESTER (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO ARIZONA)/AGRADECIMENTO A DAVIDE DE MARTIN (WWW.SNFACILITY.ORG)

PARACETAMOL E FÍGADO • Alerta para quem gosta de automedicação: o paracetamol é a principal causa de falência aguda do fígado nos Estados Unidos, indicou estudo. E cerca de metade dos casos está relacionada com a ingestão acidental desse popular analgésico, de uso liberado também no Brasil. Dos 662 pacientes com falência aguda do fígado, 227 deles (42%) foram levados a esse quadro por altas doses do medicamento. Destes, metade havia se intoxicado acidentalmente, ao misturar medicamentos que continham esse princípio ativo. Segundo os autores, muitos dos pacientes tomaram, durante três dias, cerca de 10 g diárias (o equivalente a 20 comprimidos de 500 mg) de paracetamol, sendo que a dose recomendada é de até oito comprimidos (500 mg) por dia. A sugestão dos pesquisadores é que, nos Estados Unidos (onde é possível comprar frascos com centenas de comprimidos), o paracetamol seja vendido em embalagens plásticas, contendo poucas unidades, como ocorre por aqui. (*Hepatology*, vol. 42, p. 1.364, 2005)

MAPA DAS ESPÉCIES AMEAÇADAS • Um consórcio de 13 entidades conservacionistas divulgou um mapa global de animais e plantas que correm perigo de extinção iminente. São, ao todo, 794 espécies, e a maioria delas ocorre em apenas um local. Segundo os autores, essa quantidade corresponde a três vezes o número de espécies extintas desde 1500. Os animais e as plantas da lista (aves, mamíferos, anfíbios, árvores coníferas e grupos de répteis) estão espalhados por 595 sítios, concentrados em áreas tropicais, ilhas e montanhas. Só um terço desses locais está sob proteção ambiental, e a maioria (508) fica em países em desenvolvimento. Na média, as espécies habitam locais em que a densidade populacional é alta. O consórcio foi batizado AZE (sigla, em inglês, para Aliança para a Extinção Zero). Para conservar as espécies ainda sem proteção seriam necessárias verbas anuais que variam de meros R\$ 1 mil a R\$ 8 milhões. (*Proceedings of the National Academy of Sciences*, 20/12/2005)

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.

Ler ou não ler?

Franklin Rumjanek

Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro



Uma pesquisa sobre os livros mais vendidos de todos os tempos revela unanimidade apenas nos dois primeiros lugares. Na cabeça da lista vem a *Bíblia* e depois o livro de citações do ex-dirigente chinês e teórico marxista Mao Tse-Tung (1893-1976). Este só atingiu o segundo lugar porque, após a revolução cultural na China, o país mais populoso do mundo, todos os cidadãos eram obrigados a ter sua cópia. Os títulos que se seguem a estes variam, dependendo das fontes consultadas. Mesmo que as listas sejam estendidas aos 100 livros mais vendidos, muitas obras importantíssimas ficam de fora.

Um exemplo notável é a contribuição seminal de Charles Darwin (1809-1882), *A origem das espécies*. Ao ser publicado, em 1859, o livro foi um campeão de vendas, embora as tiragens iniciais tenham sido pequenas para os padrões atuais. No entanto, diferentemente da *Bíblia*, após o sucesso inicial, gradualmente o interesse do público diminuiu. Hoje, mesmo entre estudantes de biologia de graduação e pós-graduação, e entre seus professores, são poucos os que já leram *A origem das espécies*. Isso não os impede, entretanto, de citar Darwin com a autoridade de quem conhece sua obra intimamente. Nesse aspecto, guardadas as devidas proporções, *A origem*, embora menos lida, talvez seja quase tão citada quanto a *Bíblia*.

Por que acontece esse fenômeno? Seria o caso de a hipótese de Darwin conter falhas? De não se manter robusta diante de novas evidências? Aparentemente, não. Apesar das críticas apaixonadas, das variadas interpretações e dos apêndices acrescentados nos últimos 145 anos, *A origem* não perdeu nada em importância e vigor e ainda pode ser descrita como a hipótese mais central e unificadora da biologia. Em outras palavras, não existe uma alternativa séria para o modelo de Darwin e, portanto, este permanece incólume e promete ser longo. O texto é árido ou obscuro? Mais uma vez, não. *A origem das espécies* foi escrita tendo em mente o público geral. Na verdade, o estilo é quase coloquial, sem lançar mão do jargão científico, e a leitura independe de conhecimento prévio especializado.

Provavelmente aconteceu com Darwin o mesmo que ocorreu com Einstein e outros gigantes. O autor

e as circunstâncias históricas passaram a ser mais atraentes que a obra propriamente dita. De fato, as biografias de Darwin têm hoje muito mais destaque nas livrarias que o livro que lhe deu fama. Outros personagens envolvidos na trama de *A origem* também são campeões de vendas. Uma biografia do capitão Robert Fitzroy (1805-1865), o anfitrião de Darwin na famosa viagem de volta ao mundo a bordo do *Beagle*, é também bastante popular, principalmente em função de sua personalidade peculiar e de seu antagonismo às idéias blasfemas de Darwin. Por que, então, o desterro de *A origem*?

É possível que essa rejeição não seja dirigida especificamente contra Darwin. Como outros pensadores influentes, ele parece ter sido vítima de um fenômeno atual e geral que resulta de duas tendências principais: as pessoas lêem menos e, quando o fazem, buscam leituras mais leves, digestivas, que não exijam um trabalho intelectual mais apurado. Basta ver o enorme sucesso de livros pseudocientíficos, em especial os de 'auto-ajuda'. Outros fatores também influem. Nos tempos mais recentes, a internet introduziu uma forte competição à leitura tradicional, com seu enorme e acessível poder informacional. É muito mais fácil, hoje, obter informações instantâneas sobre qualquer assunto do que realizar buscas em material impresso – em bibliotecas, por exemplo. A internet poderia significar um grande avanço educativo, se não trouxesse uma contrapartida preocupante. Com ela surgiu também a fobia à prolixidade. Quem se informa eletronicamente exige textos necessariamente curtos e objetivos. O estilo de Darwin e de outros escritores de sua época certamente provocaria surtos de impaciência nos leitores de hoje, sobretudo aqueles mais jovens. O resultado, como se vê, é uma ilusão de conhecimento. É a cultura baseada na citação das citações.

Em tempo: quantos, entre os leitores da *CH*, já leram *A origem das espécies*? ■

Guardadas as devidas proporções, *A origem das espécies*, embora menos lida, talvez seja quase tão citada quanto a *Bíblia*

A pesca no rio

O Tietê, além de ter sido o caminho natural para bandeirantes e pioneiros que se dirigiam ao interior do Brasil, sempre forneceu peixe para alimentar a população que se instalou na área de sua bacia. Durante o século 20, porém, ações humanas mudaram drasticamente as características do grande rio paulista, o que se refletiu na pesca ali praticada. Entre essas ações destacam-se o despejo de esgotos e efluentes industriais em suas águas, a destruição das matas ciliares, a construção de grandes barragens para produção de energia elétrica e as introduções de espécies de peixes estranhas à bacia. As alterações constatadas na composição e na abundância do pescado obtido hoje no Tietê exigem a adoção de medidas para reverter a degradação do rio e conservar ou recuperar a diversidade da ictiofauna.

Welber Senteio Smith

*Departamento de Hidráulica e Saneamento,
Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo,
e Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada*

Tietê

Principal afluente da margem esquerda do rio Paraná, o rio Tietê apresenta hoje inúmeros represamentos e sofre, ao longo de seu curso, os efeitos da poluição por esgotos domésticos e industriais, da destruição da mata ciliar e das retificações do seu leito (comuns em seu trecho inicial, o alto Tietê). Todos esses impactos contribuíram para alterar significativamente diversas características da comunidade de peixes do rio e, em consequência, a pesca ali realizada, segundo estudo publicado, em 2002, pelo autor e outros pesquisadores. Foram modificados tanto a composição quanto o volume do pescado, além do uso dos apetrechos de pesca.

A pesca de água doce no Brasil, praticada pelos índios antes da colonização, é uma tradição que se tornou uma atividade econômica importante em diversas regiões do país (ver 'A pesca de água doce no Brasil', em *CH* nº 110). Dados sobre a pesca no Tietê são escassos, destacando-se, antes dos represamentos, trabalhos do

engenheiro agrônomo Felisberto Monteiro (1911-1977) em 1953, do ictiólogo Cirilo Machado e outros em 1968, do Consórcio Nacional de Engenheiros Construtores em 1969 e, após as barragens, o do ictiólogo Carlos Eduardo Torloni e outros em 1993.

Este artigo caracteriza a pesca do rio Tietê e apresenta as mudanças que esta sofreu ao longo do tempo, a partir de uma revisão de todas as publicações, teses e dissertações feitas nessa área de estudo e de uma avaliação, com o auxílio do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP), de todas as espécies de peixes coletadas no Tietê e afluentes e depositadas nessa instituição. Outro ponto importante foi a identificação, com maior precisão, das espécies invasoras.

A identificação das espécies foi revisada com base nos trabalhos consultados, visando obter uma lista mais completa e confiável, e para completar os dados foram considerados os peixes coletados em janeiro de 2000 (época de chu-

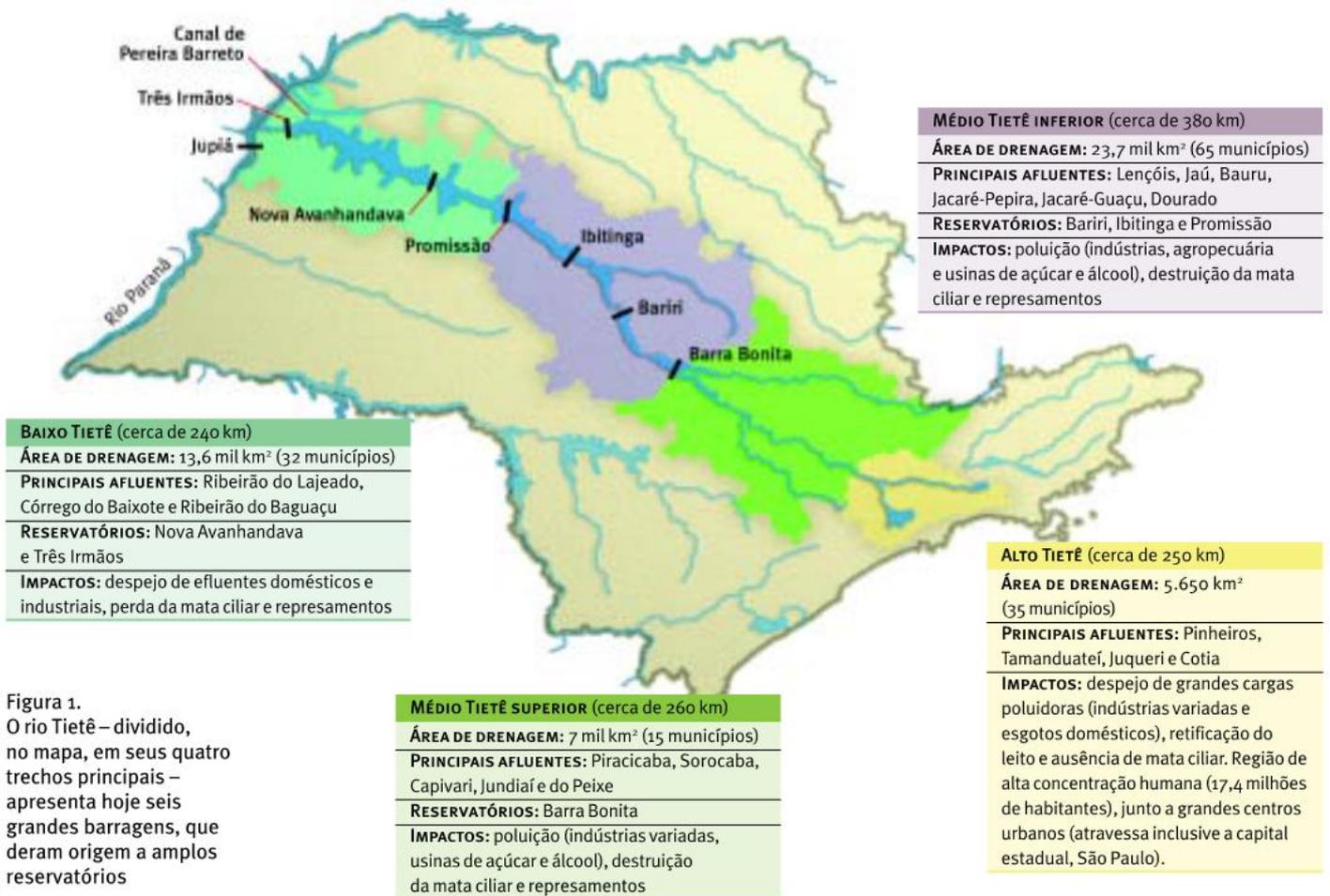


Figura 1. O rio Tietê – dividido, no mapa, em seus quatro trechos principais – apresenta hoje seis grandes barragens, que deram origem a amplos reservatórios

vas), janeiro de 2001 (chuvas) e julho de 2001 (seca) em 16 locais ao longo dos trechos médio e baixo do Tietê. Nas coletas foram usadas redes de espera (nas margens dos reservatórios e em afluentes, em várias profundidades), puas (junto a plantas aquáticas e vegetao litorânea) e redes de arrasto (em praias ou locais que permitissem sua passagem). O laboratório do Núcleo de Estudos de Ecossistemas Aquáticos (NEEA), do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade de São Paulo, em São Carlos), identificou as espécies, confirmadas depois pelos biólogos Heraldo A. Britski, Oswaldo T. Oyakawa e Flavio C. Thadeo de Lima, do Museu de Zoologia da USP, por comparao com o material ali depositado.

Caracterizao do rio Tietê

Com 1.130 km de extensão, o Tietê nasce na serra do Mar e deságua no rio Paraná, atravessando o estado de São Paulo de leste para oeste. Sua bacia tem cerca de 72 mil km² e é dividida em quatro áreas: alto, médio superior, médio inferior e baixo

Tietê (figura 1). Quase toda a bacia (96%) está situada em áreas urbanas, em uma das regiões mais densamente povoadas da América do Sul. O grande desnível de seu curso levou à construo de várias barragens para a produo de energia elétrica. O rio  navegável entre Conchas, no final do remanso de Barra Bonita, até a confluência com o rio Paraná.

Devido à densa ocupao de sua bacia, o Tietê enfrenta, em todos os trechos, sérios problemas ambientais, em especial o lançamento em suas águas de esgotos domésticos e efluentes industriais e a destruio da mata ciliar. Alteraes em seu curso natural, como retificaes do leito na parte alta da bacia e seis grandes barragens (que levaram à formao de enormes reservatórios), também causaram impactos ecológicos drásticos, afetando peixes e outros animais.

Ictiofauna nativa e introduzida

A revisão mostrou que ocorrem no Tietê cerca de 160 espécies de peixes, das quais 15 foram introduzidas. Predominam as famílias Characidae e

Anostomidae (ordem Characiformes), Loricariidae e Pimelodidae (Siluriformes), e Cichlidae (Perciformes), o que também foi constatado por Britski em trabalho de 1994 sobre os peixes brasileiros de água doce. No alto Tietê, segundo o zoólogo Francisco Langeani-Neto, há 42 espécies nativas, muitas endêmicas, e três introduzidas. A maior riqueza está concentrada nos trechos médio e baixo do rio, com 134 espécies (119 nativas e 15 introduzidas), em função da maior diversidade de habitats e recursos e de menores impactos ambientais nessas regiões.

Mais de 20 espécies de peixes de outros continentes (exóticas) ou de outras bacias nacionais (alóctones) foram introduzidas na área do alto rio Paraná, segundo estudos do ictiólogo Ângelo A. Agostinho e outros. Muitas fizeram parte de tentativas de repovoamento, com vistas à pesca profissional e amadora. A corvina (*Plagioscion squamosissimus*), introduzida em 1966 no rio Pardo, pela Companhia Energética de São Paulo (CESP), chegou depois aos rios Grande e Paraná e, a partir dos reservatórios de ilha Solteira e Jupia, colonizou o Tietê. A maioria das introduções ocorreu nos lagos formados após a construção das barragens: é o caso do *blackbass* (*Micropterus salmoides*) na represa de Ponte Nova e da corvina e do tucunaré (*Cichla* sp.) nos reservatórios do médio e do baixo Tietê. Já as tilápias (*Tilapia rendalli* e *Oreochromis niloticus*) foram lançadas em represas no alto Tietê pela empresa São Paulo Light, em 1952, e a carpa (*Cyprinus carpio*) foi introduzida em torno de 1939, mas essas espécies podem ter sido reintroduzidas em anos recentes.

A captura de peixes introduzidos aumentou no Tietê, nas últimas décadas. Nos trechos médio e

baixo do Tietê, das 80 espécies coletadas pelo autor e colaboradores, 13 estão nesse grupo (quatro exóticas e nove alóctones). Esse total pode ser maior, pois outras espécies podem estar chegando ao rio, de modo acidental ou proposital (para a pesca desportiva), através de pesqueiros, de pisciculturas e dos chamados 'pesque-pagues'. As mais abundantes e mais fáceis de capturar são tilápia e *blackbass* na represa de Ponte Nova, no alto Tietê, e corvina, tucunaré, sardinha (*Triporthus signatus*), tilápia e o cará (*Satanoperca* sp.) nos trechos médio e baixo do rio (figura 2).

No passado acreditava-se que as introduções de espécies eram benéficas, pois ampliariam a pesca comercial. Hoje, o consenso é de que são desaconselháveis, por contribuírem para a redução e até o desaparecimento de espécies nativas (ver 'Conservação de peixes na bacia do rio Paraíba do Sul', em CH nº 180). No reservatório de Três Irmãos, no Tietê, é muito difícil pescar tambiús (*Astyanax altiparanae*) e lambaris (*Astyanax fasciatus*) e o cará (*Geophagus brasiliensis*), por causa da construção da barragem, da predação por espécies introduzidas e do aumento da população de espécies nativas piscívoras, como a pirambeba (*Serrasalmus spilopleura*).

Existem inúmeros exemplos negativos da introdução de espécies de peixes, envolvendo perda de espécies, redução do rendimento pesqueiro de espécies nativas etc. (ver 'Peixes de outras águas', em CH nº 124). Tais efeitos ocorrem principalmente se são introduzidas espécies piscívoras, que podem exercer pressão, por predação ou competição, sobre as nativas. A homogeneização da ictiofauna, segundo estudos mais recentes, é a principal consequência dessa prática. É preciso fiscali-

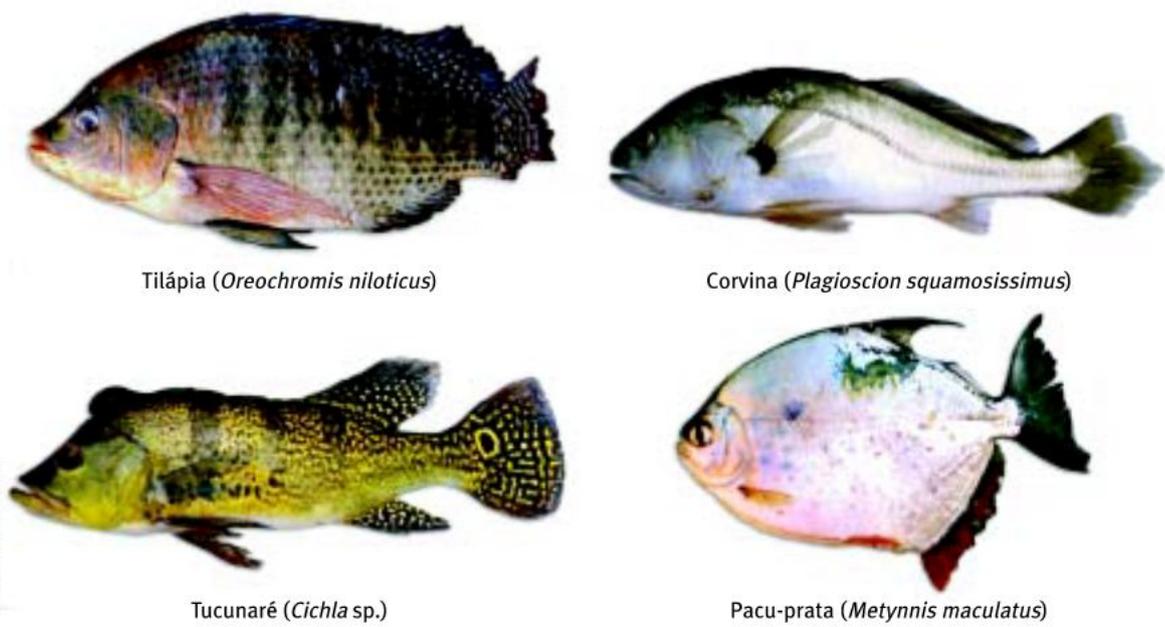


Figura 2. Espécies introduzidas no médio e baixo Tietê

FOTOS DE WELBER S. SMITH

Figura 3. Vila de pescadores situada na margem do reservatório de Nova Avanhandava



FOTO DE WELBER S. SMITH

zar o comércio de espécies vivas estranhas à bacia (vendidas livremente no comércio especializado e atacadista) e os empreendimentos que as utilizam (pisciculturas e pesque-pagues). O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) reconhece os riscos da introdução e pretende aprimorar a fiscalização.

Uma visão histórica

Os primeiros relatos de pesca no rio Tietê datam do século 17, segundo o livro *História do rio Tietê*, de 1948, do historiador Humberto Mello Nóbrega (1901-1978), mas antes disso os índios já a praticavam. Até o século 18, a atividade era realizada principalmente no alto Tietê, sendo a região de Pari (várzea entre o Tietê e seu afluente Tamanduateí) o principal centro de pesca, além de grande fornecedor de pescado para a população.

Em 1783, segundo o livro de Nóbrega, o comerciante e escritor Manuel Cardoso de Abreu (1750-1804) relatava que muitas canoas subiam o rio para a pesca, voltando após seis a sete dias com grande carga de peixes, cortados em postas e salgados. Os mais capturados eram surubim (*Steindachneridion scripta*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), jaú (*Zungaro zungaro*), dourado (*Salminus maxillosus*), piraicanjuba (*Brycon orbignyanus*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), sagüirus (*Cyphocharax modestus* e *Steindachnerina inculpta*). Espécies de menor porte eram desprezadas, como ximborê (*Schizodon* sp.), lambaris, jurupoca

(*Hemisorubim platyrhynchus*), pacupeba (*Myleus tiete*) e bagres (*Pimelodus*, *Rhamdia* e outros gêneros). A pesca abastecia cidades e vilas situadas às margens do alto e do médio Tietê. Os pescadores fígavam jaús de grande porte, com até 90 kg, segundo relatos da época.

A composição do pescado não mudou no século 19 e na primeira metade do século 20, embora os peixes tenham começado a escassear nos arredores da cidade de São Paulo nesse último período, em decorrência da poluição do rio por despejos industriais e subprodutos de outras atividades. Ainda assim ocorriam bagres, mandis (*Pimelodus* sp.), lambaris e traíras (*Hoplias malabaricus*). No início do século 20, dourado, pacu, piapara (*Leporinus obtusidens*), pintado e piraicanjuba eram tidos como pescado fino. Já o cascudo nativo (*Hypostomus* sp.), a jurupoca e o mandi eram vistos como pescado de primeira, e bagres, curimatá (*Prochilodus lineatus*), jaú, lambari, piava (*Leporinus* sp.), pirambeba e traíra como pescado popular. Já os sagüirus, muito abundantes no Tietê, eram totalmente desprezados.

Na segunda metade do século 20 praticamente desapareceram do pescado capturado no Tietê espécies como jaú, pintado, dourado, pacu, piraicanjuba e jurupoca, e peixes introduzidos (corvina, tucunaré, tilápia e outras) começaram a ser fígados. A partir de 1960, a pesca no rio, cada vez mais afetada pela poluição, começa a sofrer mais intensamente os efeitos dos represamentos. As barragens construídas no médio e no baixo Tietê praticamente exterminaram, nesses trechos, peixes como dourado, jaú e pintado, e tornaram raras

Figura 4. Espécies de peixes migradores hoje raras no rio Tietê e até extintas em alguns locais



Tabarana (*Salminus hilarii*)



Dourado (*Salminus maxillosus*)



Jurupoca (*Hemisorubim platyrhynchus*)

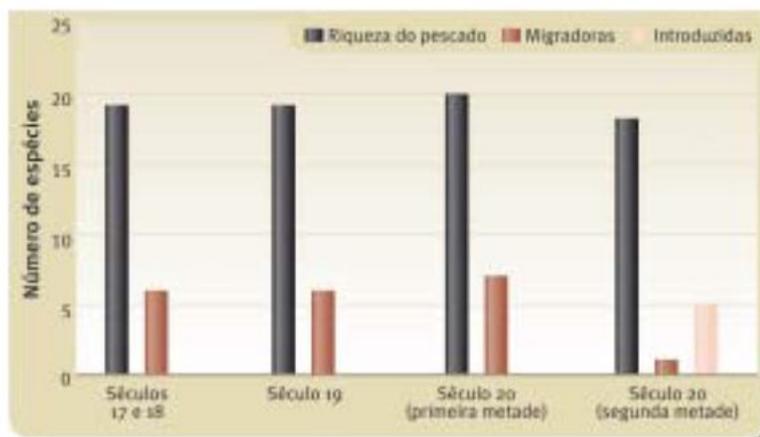
espécies herbívoras que dependiam da mata ciliar. Para compensar as perdas, visando beneficiar a pesca, a CESP fez inúmeras introduções: corvina, tucunaré, apaiari (*Astronotus ocellatus*), tilápias e outras espécies.

Hoje, no rio Tietê, convivem a pesca profissional (para comércio, mas ainda artesanal), a amadora (feita por moradores locais e destinada ao consumo próprio) e a esportiva (que busca determinadas espécies, como o tucunaré, não necessariamente consumidas). A pesca comercial é praticada basicamente por colônias de pescadores, que quase desapareceram das margens naturais do rio, sendo hoje mais comuns junto aos reservatórios (figura 3). Após um declínio, essa pesca voltou a crescer em certas áreas (como Anhembi, a 250 km de São Paulo). Já a pesca esportiva aumentou nas últimas décadas, em especial após as introduções, atraindo grande número de turistas-pescadores. Esse tipo de turismo é promovido por muitas cidades banhadas pelo rio, como Barra Bonita, Araçatuba, Pereira Barreto e outras.

A composição atual do pescado é, portanto, bem diferente daquela da primeira metade do século 20 e de tempos anteriores. Antes de 1900 predominavam na pesca as espécies migradoras, como dourado, pintado e jaú, hoje quase extintas no Tietê (figura 4). Peixes menores eram desprezados. No século 18 a mata ciliar já estava comprometida no alto Tietê, e a partir do século 19 as espécies migradoras tornaram-se escassas no trecho que corta a grande São Paulo. Daí em diante, as espécies 'nobres' passaram a ser encontradas apenas nos trechos médio e baixo do rio. Mais recentemente, as retificações, os represamentos, as introduções, a perda de mata ciliar e a poluição alteraram ainda mais a composição da ictiofauna e do pescado.

A partir da construção das barragens, de acordo com Torloni e outros (1993), o pescado passou a ser composto basicamente por curimbatá, corvina, traíra, piavas, sagüirus, lambaris, bagres, mandis, pirambebas e cascudos – peixes menores, muitos deles desprezados antes. Além destes, o pescado inclui hoje as espécies introduzidas. Assim, a riqueza de espécies do pescado não diminuiu, mas caiu a frequência das espécies migradoras e aumentou a das introduzidas (figura 5).

GRAVURAS DE HIGUSSA MAKATANI

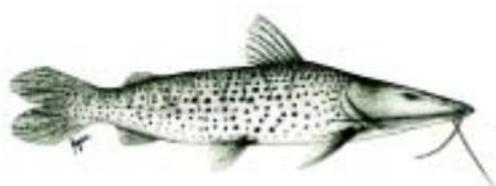


Os impactos ambientais e a pesca

A poluição já tomou grande parte do alto Tietê, e várias espécies de peixes não resistiram. A maioria só sobrevive no trecho mais próximo à nascente, nos municípios de Salesópolis e Mogi das Cruzes. A pesca, nessa área, é mais comum na represa de Ponte Nova (onde é proibida a pesca profissional) e em Salesópolis, e inclui espécies pequenas, como lambaris, sagüirus e carás, e outras maiores, como curimbatás, tabaranas (*Salminus hilarii*) e bagres. Espécies introduzidas também são encontradas ali, como a tilápia *O. niloticus* e o blackbass.

Os peixes mais vulneráveis aos impactos (retificações, represamentos, poluição e perda de mata ciliar) são, como mostram as pesquisas, curimbatá, dourado, jaú, jurupoca, pacu, pacupeba, pintado, piraicanjuba e tabarana. As barragens impedem a migração de espécies como pintado e dourado. Locais com mata ciliar, segundo estudos do biólogo Walter Barrella e outros, têm maior diversidade de espécies e maior abundância de peixes que aqueles sem essa vegetação. A perda da mata ciliar também contribuiu para reduzir a população da piraicanjuba, do pacu e do pacupeba. Monteiro, em 1953, já mencionava que a remoção da vegetação marginal prejudicaria espécies herbívoras, frugívoras e insetívoras e eliminaria abrigos de peixes menores, deixando-os mais expostos aos carnívo-

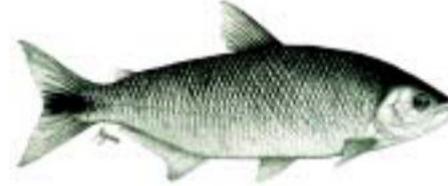
Figura 5. Alterações, ao longo dos séculos, na riqueza do pescado e no número de peixes migradores e de peixes introduzidos capturados pela pesca no Tietê



Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*)



Jaú (*Zungaro zungaro*)



Piraicanjuba (*Brycon orbygnianus*)

ros. A piracanjuba, peixe herbívoro, só ocorre hoje, com baixa abundância, nos afluentes dos reservatórios e em alguns rios acima do lago de Barra Bonita.

Os represamentos modificaram drasticamente a movimentação dos peixes no rio (figura 6). Até então, eles tinham livre trânsito, migrando do trecho baixo até o médio, passando por obstáculos naturais como corredeiras e alcançando importantes áreas de reprodução e alimentação, no rio Piracicaba e no próprio Tietê. Monteiro relatou as migrações anuais de várias espécies do baixo Tietê até perto de Piracicaba, e apontou que lagoas marginais, no trecho entre Piracicaba e Ártemis (cerca de 30 km), atuavam como criadouros naturais de peixes. O zoólogo Rodolpho von Ihering (1883-1939), no livro *Da vida dos peixes*, de 1929, comentou que o jaú é habitante do Tietê, e não do rio Piracicaba, e utiliza este para se reproduzir, assim como o dourado, o pacu e o pintado.

O rio Tietê tinha grande quantidade de cachoeiras e corredeiras – Nobre, em sua *História do rio Tietê*, enumerou 54, entre Porto Feliz e Itapura. As de Avanhandava-mirim, Avanhandava e Itapura,

por exemplo, desapareceram com a construção das barragens de Nova Avanhandava e Três Irmãos. Outras sumiram sob os lagos de outras barragens. Os represamentos limitaram as migrações, que agora só acontecem dentro dos reservatórios e nos afluentes destes. Em 1988, Torloni e outros confirmaram que espécies como dourado, tabarana e piavas (*Leporinus elongatus*, *Leporinus friderici* e *Schizodon borelli*) ainda se reproduziam no lago de Promissão, confirmando a importância de seus afluentes. Esses autores sugerem a proteção de vários tributários do reservatório, para garantir a reprodução de várias espécies.

O autor deste artigo e outros, em 2002, mostraram claramente a redução da captura de espécies migradoras por pescadores profissionais no reservatório de Barra Bonita. Em 1951, antes dos represamentos, pescava-se grande número de dourados, curimatás, jaús e pintados, mas em 1989, 20 anos após a construção da barragem, a captura desses peixes caiu drasticamente. Agostinho e outros também verificaram alterações na composição do pescado no rio Paraná, entre 1977 e 1997, indicando que depois do represamento passaram a predominar espécies não migradoras, como corvina, armado (*Pterodoras granulosus*) e mapará (*Hypophthalmus edentatus*).

Os represamentos também beneficiaram espécies mais adaptadas a ambientes com baixa correnteza (lênticos), pois têm desova parcelada, não são migradoras e usam recursos mais abundantes nos reservatórios (detritos, vegetais superiores, algas e outros peixes). Muitas são de pequeno porte, e podem ser citados, no alto Paraná, sagüirus, o cará (*G. brasiliensis*), a cadela (*Acestrorhynchus lacustris*) e lambaris (figura 7), que completam o ciclo reprodutivo no reservatório ou na sua área de influência.

As alterações na composição do pescado parecem ser o principal efeito dos represamentos sobre a ictiofauna. Cabe salientar a alta captura, hoje, de espécies introduzidas, como a corvina, o pacu-prata (*Metynnis maculatus*) e o cará (*Satanoperca* sp.). As duas últimas, antes pouco comercializadas, têm sido vendidas na forma de filé. Antes dos represamentos o número de espécies exploradas era menor, mas estas tinham maior porte e maior valor comercial. Agora aumentou o número de espécies, mas a maioria apresenta pequeno porte.

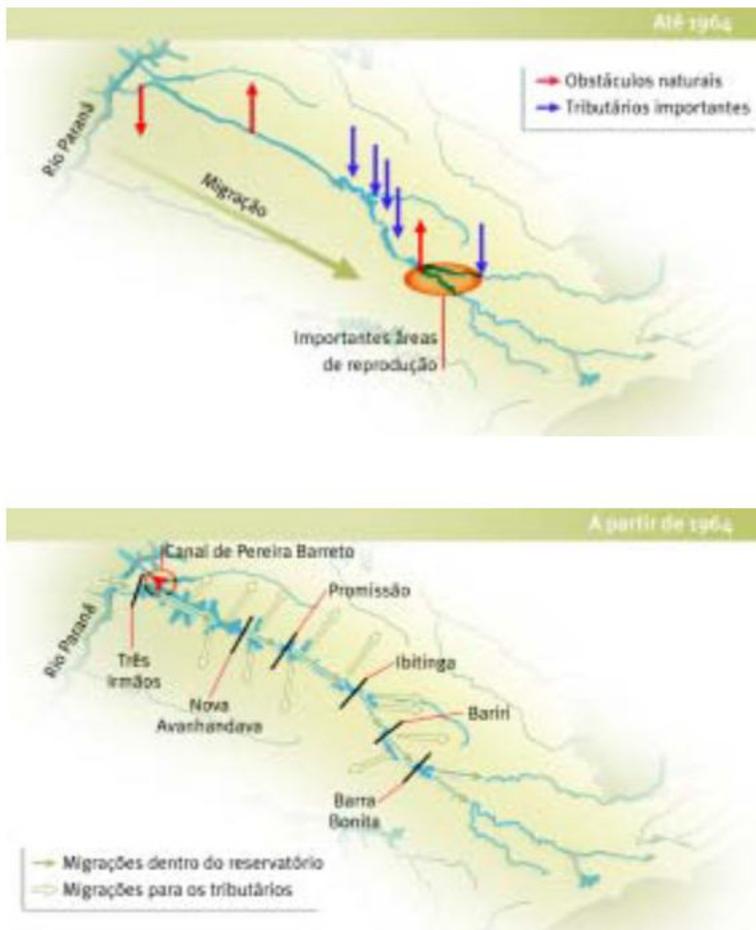


Figura 6. Situação dos trechos médio e baixo do Tietê antes e após os represamentos, mostrando as alterações nas migrações dos peixes no rio

FOTOS DE WELBER S. SMITH



Cadela (*Acestorhynchus lacustris*)



Cará (*Geophagus brasiliensis*)



Tambiú (*Astyanax altiparanae*)



Lambari-corintiano (*Moenkhausia intermedia*)

Medidas para manter a pesca

Embora existam inúmeras formas de reduzir os impactos ambientais e melhorar as condições do rio Tietê, nenhuma é de fácil implantação. Medidas como tratamento de efluentes domésticos e industriais, recuperação da mata ciliar, combate à introdução de espécies e o não represamento dos rios (ou mesmo o uso de técnicas que ajudem os peixes a transpor as barragens) contribuiriam muito para manter os estoques pesqueiros ou fazer com que voltem a um estado próximo do original.

Trabalhos sobre a ictiofauna brasileira (ver 'Conservação de peixes na bacia do rio Paraíba do Sul', em CH nº 180) salientaram que sua conservação e a recuperação dos estoques exigem medidas que evitem a degradação dos rios. Isso coincide com a opinião da Organização das Nações Unidas para Alimentos e Agricultura (FAO), cuja comissão para a pesca continental da América Latina e do Caribe considera a degradação ambiental, nessas regiões, o mais sério problema para essa atividade.

As únicas ações amplamente realizadas no Brasil, os peixamentos, não surtiram o efeito desejado, pois as espécies não conseguem se estabelecer ou se manter nos reservatórios. Nos reservatórios do Tietê, informam os pescadores, é muito difícil fisgar dourados, curimatás, piaparas e pintados e outras espécies 'nobres', o que reforça a idéia de que o repovoamento não é a melhor opção. Muitos peixes incluídos nessa ação não se reproduzem ou não encontram o alimento adequado, como a piracanjuba, que continua a ser rara – só é encontrada em alguns tributários.

O tratamento adequado de efluentes domésticos

e industriais, a preservação das matas ciliares e o aumento da complexidade estrutural de ambientes alterados estão entre as medidas que devem ser incentivadas para a conservação e manutenção da diversidade de peixes (ver 'Peixamentos: uma alternativa eficiente?', em CH nº 175). Os peixamentos podem auxiliar na conservação de espécies nativas, em especial as que se tornaram raras, mas seu uso como opção de reparo ambiental deve ser revisto.

A introdução de espécies também não foi eficiente, exceto nos casos da tilápia, principalmente no médio Tietê, e do tucunaré e da corvina, que dominam a pesca em inúmeros reservatórios do rio. A corvina, porém, é a única das espécies introduzidas com expressão na pesca comercial (ver 'Peixes de outras águas', em CH nº 124). O tucunaré também se adaptou bem no rio Tietê, mas não em todos os reservatórios.

O repovoamento deve ser feito com cautela, já que pode diminuir a variabilidade genética da reduzida ictiofauna nativa, e acompanhado de medidas de tratamento dos efluentes industriais e domésticos e de proteção da mata ciliar (ver 'Conservação de peixes na bacia do rio Paraíba do Sul', em CH nº 180). No Tietê, é preciso adotar medidas que viabilizem a conservação e o manejo de peixes, como transformar terras adjacentes aos reservatórios em áreas de preservação permanente, recuperar a vegetação original, preservar tributários em que espécies migradoras se reproduzem, identificar espécies introduzidas e promover seu manejo através da pesca profissional e/ou esportiva, melhorar os habitats instalando estruturas que atraiam os peixes e fiscalizar com maior rigor a pesca, impedindo que esta ocorra em épocas de reprodução e que sejam usados equipamentos (redes e outros) proibidos. ■

Figura 7. Espécies nativas mais abundantes atualmente nos trechos médio e baixo do rio Tietê

SUGESTÕES PARA LEITURA

BARRELLA, W.; PETRERE Jr, M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. de A. 'As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes', in *Matas ciliares, conservação e recuperação*, São Paulo, Edusp/Fapesp, 2000.

MACHADO, C. E. M., MIGUEL, J., ABREU, L. C. & MARTINS, M. A. B. *A pesca no rio Tietê* (Publicação nº 8), São Paulo, Secretaria de Agricultura, 1968.

SMITH, W. S., ESPÍNDOLA, E. L. G., PEREIRA, C. C. G. F. & ROCHA, O. 'Impactos dos reservatórios do médio e baixo Tietê (SP) na composição das espécies de peixes e na atividade de pesca', in *Recursos hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado* (impresso acadêmico, USP/São Carlos), São Carlos, 2002.

SMITH, W. S. 'A importância dos tributários, a influência da fragmentação artificial de rios e da introdução de espécies exóticas na comunidade de peixes dos reservatórios do médio e baixo Tietê' (tese de doutorado, USP/São Carlos). São Carlos, 2004.

CÂNCER

Os cânceres, até recentemente definidos em função da célula tumoral propriamente dita, hoje são encarados como doenças mais complexas, que envolvem diferentes tipos de células presentes no mesmo microambiente: células de defesa, de vasos sanguíneos e de suporte dos tecidos. Essa nova perspectiva permitiu o surgimento de outros alvos para as terapias contra esses males. À medida que as interações entre essas diferentes células são mais bem entendidas, é possível desenvolver novas formas de tratamento. Além disso, drogas de uso já consagrado contra outras doenças começam a ganhar novas indicações, atuando como tratamento complementar no câncer.

Andréia Hanada Otake,
Roger Chammas

*Laboratório de Oncologia Experimental,
Faculdade de Medicina,
Universidade de São Paulo*

e **Roberto Zatz**
*Faculdade de Medicina,
Universidade de São Paulo*

Novos alvos para tratamento

O que teria acontecido se os alquimistas tivessem descoberto o elixir da vida eterna, uma poção mágica que tornasse imortal quem a bebesse, ou ao menos prolongasse a vida bem além dos limites atuais? Não é difícil imaginar o lado positivo de ter uma vida longa, quase ilimitada. O tempo, porém, continuaria passando, e isso certamente teria conseqüências no organismo, já que certas doenças – e muitos de nós esquecemos esse fato – acompanham, de maneira quase inevitável, o envelhecimento. Os cânceres, também conhecidos como tumores malignos (figura 1), são assim.

Portanto, se vivêssemos 120 ou 130 anos com os mesmos hábitos que temos hoje, invariavelmente

teríamos algum tipo de câncer. Pelo menos um, entre as centenas de tipos da doença conhecidos na atualidade. A boa notícia é que, com o desenvolvimento da pesquisa na área biomédica, será possível, no futuro, controlar progressivamente a letalidade da doença. Assim, ela deixaria de causar tantas mortes, como acontece atualmente. O homem do futuro, ao atingir uma idade centenária (ou maior), ainda poderia viver bem, mesmo tendo um câncer, já que este seria controlado clinicamente.

Células tumorais, genes e marcadores

Os cânceres são doenças do material genético (o genoma) de nossas células, e decorrem do acúmulo progressivo de mutações, ou seja, alterações no código genético. As mutações fazem com que células que antes executavam um programa bem definido, associado às suas funções em seu tecido de origem, cresçam de maneira descontrolada (figura 2). Esse crescimento alterado é conseqüência não só da duplicação celular desordenada, mas também da progressiva resistência à morte celular (como se as células tivessem bebido o 'elixir da vida eterna').

Além disso, as células cancerosas ultrapassam os limites dos tecidos de origem, adquirem a capacidade de modificar o ambiente que as cerca, desrespeitam fronteiras e migram pelos diversos tecidos do corpo, podendo estabelecer novos tumores – as metástases – ao se fixarem em locais distantes do ponto de origem. A capacidade de invadir os tecidos vizinhos e de formar as metástases é responsável, em última análise, pela morte de dois a cada três pacientes com o diagnóstico de câncer.

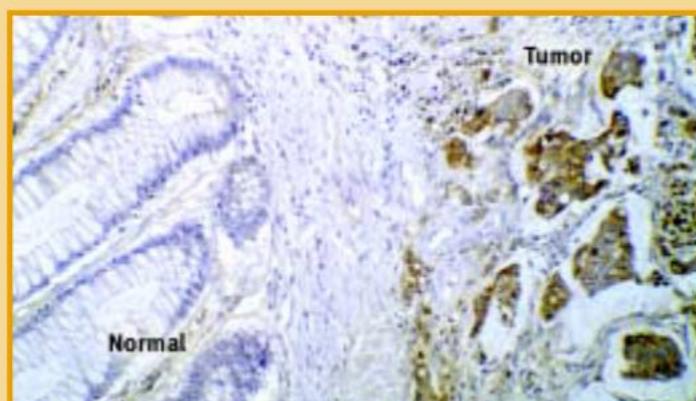


Figura 1. Comparação entre um tumor invasivo e seu tecido de origem, ilustrando a aplicação do uso de marcadores que permitem distinguir as células tumorais das normais. À esquerda da imagem, observada em microscópio, está o tecido normal de revestimento do intestino grosso – as células normais (coradas em roxo e mostrando um padrão de alinhamento) formam o revestimento dessa parte do intestino. À direita, as células (coradas em marrom) apresentam um arranjo caótico, desordenado, que invade o tubo digestivo: trata-se de um câncer. A coloração em marrom é obtida pela presença de um marcador desse tumor e permite ao médico patologista, responsável pelo diagnóstico em nível microscópico, identificar a lesão e, às vezes, prever seu comportamento



Figura 2. Tumores são gerados a partir de uma célula mutada (em verde, à esquerda). O acúmulo de mutações ao longo de anos é em parte responsável pela geração de células geneticamente diferentes na massa tumoral (células de cores variadas no esquema) – é a heterogeneidade ou variabilidade, como proposta na teoria da seleção natural de Darwin. O tratamento de tumores com a droga X, por exemplo, mata muitas células tumorais, mas algumas que resistem a essa droga repovoam o tumor em tempos relativamente curtos. Já são testados tratamentos experimentais que aumentariam a sensibilidade dos tumores à droga X, reduzindo o número de células resistentes e aumentando o tempo necessário para o tumor voltar ao tamanho original. Existe ainda a possibilidade de diminuir o tumor a um nível que deixe as células em um estado de dormência – o bloqueio da formação de novos vasos, que nutrem os tumores, parece ser um mecanismo promissor para isso

Até o final do século passado, a comunidade científica tinha identificado um número considerável de genes associados de alguma forma aos cânceres. Esses genes, de modo geral, codificam (ou seja, contêm instruções para a síntese de) proteínas que fazem parte de circuitos ou vias essenciais para a vida de uma célula, controlando funções como duplicação, diferenciação, estabilidade do genoma, morte e migração celular. Todas essas funções estão de alguma forma alteradas na célula cancerosa. Essa lista de genes está sendo completada agora com o seqüenciamento completo do genoma humano. Enfim, conhecemos todas as peças do quebra-cabeças. Precisamos agora montá-lo e entender como as peças se encaixam em diferentes situações – por exemplo, durante o desenvolvimento, em condições normais e em doenças, como nos cânceres.

A comparação entre células normais e células tumorais tem sido útil em diferentes contextos. Em um primeiro nível, tal comparação facilita o diagnóstico do câncer. Algumas substâncias têm sua quantidade muito aumentada quando um tumor existe; outras são modificadas pela existência do tumor. Estes são alguns exemplos do que cha-

mamos de ‘marcadores’ associados a tumores. Os marcadores são moléculas que servem como uma impressão digital, ou um código de barras, permitindo que reconhecamos o tumor. Em um futuro próximo, eles vão ajudar os médicos a prever o comportamento do tumor e a indicar o melhor tratamento para o paciente. Definidos os marcadores, podemos criar métodos que permitam identificar uma lesão cancerosa ao microscópio, em exames de sangue (como no caso da pesquisa do antígeno prostático – PSA, do inglês *prostatic serum antigen* – presente no soro) ou em exames de imagem. Esses métodos, porém, não substituem o exame clínico – apenas o complementam. Em um segundo nível, a comparação pode sugerir ao médico que o paciente deve ser acompanhado com mais atenção, por apresentar maior risco de uma recaída da doença. Em um terceiro nível, a comparação tem permitido identificar novos alvos para terapia.

Há alguns bons exemplos de moléculas inteligentes, desenvolvidas a partir do conhecimento acumulado de como algumas proteínas codificadas por genes causadores de câncer atuam dentro de uma célula. A primeira dessas drogas, o mesilato de imatinib (Gleevec), foi planejada para bloquear a atuação de uma proteína que favorece a sobrevivência da célula tumoral. É usada, por exemplo, no tratamento de formas de leucemias, sendo eficiente em até 90% dos casos de leucemia mielóide crônica.

Uma aplicação inesperada das leis de Darwin

Por mais inteligentes que sejam, as estratégias que têm a célula tumoral como alvo principal esbarram em um fenômeno que só agora estamos começando a entender: o desenvolvimento de resistência ao medicamento, como tem acontecido no tratamento da leucemia mielóide crônica com Gleevec. Existem diversas explicações possíveis para a chamada ‘quimiorresistência’, e a principal delas, acreditamos, está na própria natureza da doença, que se desenvolve ao longo de muitos anos. Em adultos, admite-se que a formação do tumor maligno começa entre 10 e 20 anos antes do diagnóstico clínico. Durante esse tempo, as células tumorais são selecionadas pela capacidade de sobreviver em um ambiente freqüentemente desfavorável. Além disso, o acúmulo de mutações favorece o aparecimento

de várias subpopulações de células cancerosas dentro de um mesmo tumor. Portanto, embora se origine de apenas uma célula, os cânceres já são bastante heterogêneos no momento do diagnóstico.

Essa heterogeneidade possibilita uma ampla variação da sensibilidade das células de um tumor a determinada droga. Entende-se assim o desenvolvimento da resistência. Imagine que, em cada mil células tumorais, uma seja resistente à droga 'X'. Após um tratamento 100% eficiente (que ainda não existe), restaria essa célula resistente. Se houver tempo e condições suficientes para que essa célula se duplique, assim como suas descendentes, ela acabará regenerando as mil células. Se a resistência for determinada geneticamente, praticamente todas as novas células serão resistentes ao tratamento 'X'.

Assim, o desenvolvimento do câncer pode ser comparado ao processo de seleção natural, como proposto pelo inglês Charles Darwin (1809-1882), mas no contexto de um indivíduo. As mutações e a instabilidade genética da célula tumoral estão associadas à variabilidade, enquanto as condições de cada tecido e os diferentes tratamentos representam a pressão seletiva.

A compreensão dos mecanismos de morte ou sobrevivência das células tumorais em resposta a diferentes drogas permitirá, por exemplo, associar tratamentos que visem aumentar a sensibilidade de um tumor a um agente químico ou quimioterápico. A idéia é tornar mais eficiente o tratamento com uma determinada droga, mas sem aumentar os riscos de efeitos colaterais, que infelizmente acompanham o uso de medicamentos. Em alguns tumores, como em um tipo de tumor de pele chamado melanoma, alguns lipídios de membrana das células tumorais favorecem a sobrevivência destas e induzem a morte de células normais – por exemplo, células do sistema de defesa de nosso organismo, os linfócitos. Existem hoje drogas que permitem bloquear a formação desses lipídios, aumentando a sensibilidade das células tumorais a quimioterápicos.

Embora esses estudos ainda estejam em suas fases iniciais, este com certeza é um assunto que vai ser bastante explorado nos próximos anos. Atualmente, algumas dessas drogas estão sendo exploradas para o tratamento de algumas doenças raras, em que há acúmulo desses lipídios no cérebro, le-

vando ao retardo mental. Estudos clínicos com drogas como essas, criadas originalmente para tratar doenças do metabolismo, são necessários até que elas possam ganhar espaço no arsenal de medicamentos contra o câncer.

O tumor como um complexo microambiente

O crescimento de um tumor não depende só de uma célula geneticamente alterada. Diferentes tipos de células compõem o tumor e definem o destino da célula tumoral. Foi surpreendente, por exemplo, perceber que certas moléculas típicas de tumores malignos são produzidas não pelas células cancerosas, mas por células normais presentes em sua vizinhança. Algumas dessas moléculas são indispensáveis para a propagação do tumor, tanto no local de origem como à distância (metástases). Parece inacreditável, mas de algu- ▶

REDES DE PESQUISA

O estudo de doenças como o câncer envolve a interação de muitos grupos de pesquisa que se especializam em diferentes aspectos da doença e dominam métodos de estudo que se complementam. O grupo de Adesão Celular e Câncer (onde atuam Andréia Otake e Roger Chammas) é um dos nós de uma rede que conta com a ativa colaboração de outros grupos de São Paulo, Ribeirão Preto, Rio de Janeiro, Uberlândia e Goiânia, além de parcerias com centros do exterior. O objetivo desse grupo é compreender as funções biológicas de moléculas associadas ao desenvolvimento de tumores, que podem ser usados como marcadores de progressão da doença.

Vários candidatos a marcadores foram identificados no estudo de melanomas, tumores de pele bastante resistentes a tratamento. Alguns desses marcadores controlam a sobrevivência das células tumorais, fazendo com que resistam a quimioterápicos. Estão sendo testadas estratégias para controlar a expressão desses marcadores, visando tornar a célula tumoral mais sensível a outras drogas. Outra família de moléculas identificada está ligada à geração dos vasos sanguíneos que nutrem o tumor. O grupo liderado por Roberto Zatz (disciplina de nefrologia da Faculdade de Medicina da USP) mostrou que drogas usadas para o tratamento da pressão alta podem ter outras aplicações além da original: interferem, por exemplo, com a resposta inflamatória e angiogênica em doenças dos rins. Os dois grupos estão associados em projeto que visa avaliar a aplicação dos inibidores do receptor de angiotensina na formação de vasos intratumorais, com resultados bastante promissores em modelos experimentais.

ma forma há uma comunicação entre a célula tumoral e células normais, e a primeira é capaz de induzir as outras a produzir substâncias que lhe permitam invadir tecidos vizinhos e migrar pelos tecidos do organismo.

Aprendemos a pensar que nosso corpo trava uma guerra contra parasitas e células tumorais, destruindo-os. A doença surge quando perdemos a batalha (entretanto, sempre esperamos que os tratamentos nos ajudem a ganhar a guerra). Usando essa mesma comparação, podemos dizer que a célula tumoral consegue 'seduzir' células normais e fazer com que atuem a seu favor, ou seja, mudem de lado na guerra do organismo contra o tumor (um 'inimigo' que se origina de uma parte do próprio corpo).

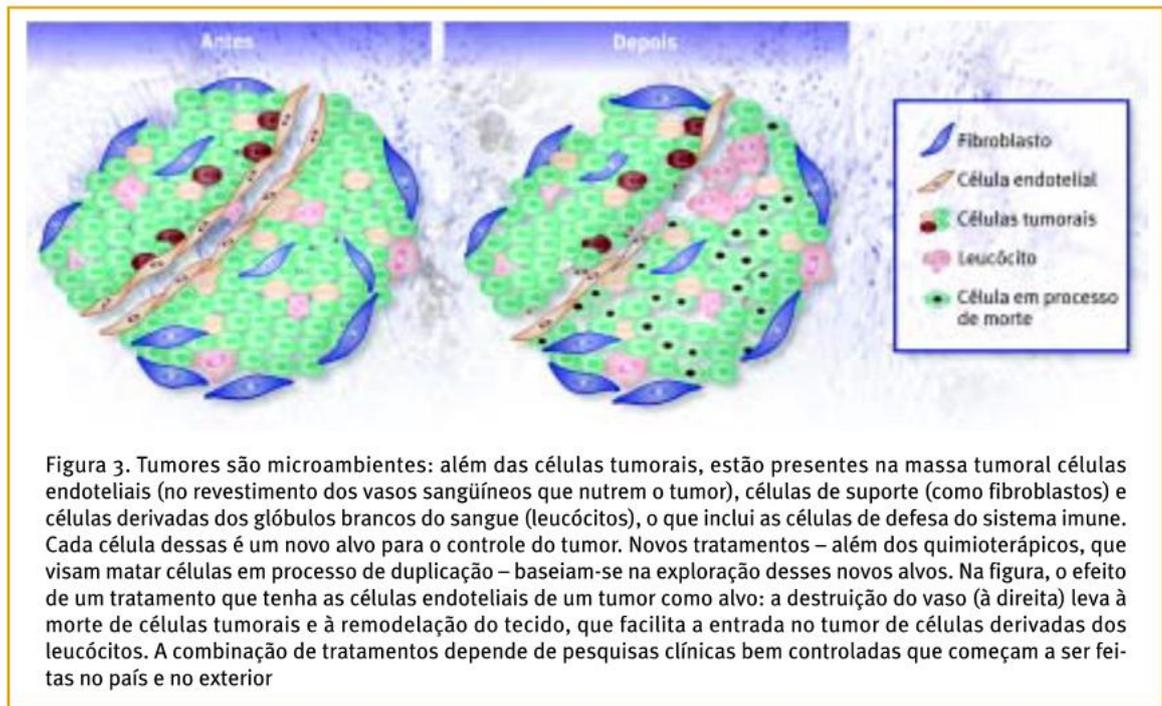
Entre as células normais presentes na massa tumoral estão as que integram a parede de vasos sanguíneos, fundamentais para levar nutrientes e oxigênio aos tecidos, inclusive ao tumor. O câncer só se expande a níveis detectáveis clinicamente se houver a formação de vasos, processo que chamamos de angiogênese – de 'angio' (vaso) e 'gênese' (criação), ambos termos de origem grega. A capacidade de induzir e sustentar o processo de angiogênese é outra característica essencial da célula cancerosa.

Com a descoberta de que outros tipos de células influenciam de modo significativo o destino das células cancerosas, consolidou-se o conceito de que os tumores malignos constituem 'microambientes'

complexos (figura 3). Fazem parte desse microambiente, além das células tumorais propriamente ditas, células dos vasos sanguíneos, células sanguíneas (como glóbulos brancos e seus derivados) e fibroblastos (que formam o tecido de sustentação do tumor). Essa descoberta fez com que os cientistas passassem a contar com maior número de possíveis alvos para tratamento dos tumores. A compreensão de como as células malignas interagem com as outras células do microambiente tumoral é vantajosa porque essas últimas são geneticamente muito estáveis, o que reduz muito a probabilidade do desenvolvimento de clones resistentes a tratamento.

Destruir os vasos e matar o tumor de fome

Os vasos associados ao tumor, por exemplo, são excelentes alvos para terapia antitumoral. A ideia é antiga: matar o tumor de fome. Muitos têm buscado a solução para isso. Infelizmente, porém, a questão não é tão simples. Pioneiro nesses estudos, o médico Judah Folkman, da Harvard Medical School, nos Estados Unidos, resumiu bem as dificuldades que ainda existem nessa área. Quando sua descoberta de substâncias que bloqueariam a formação de vasos em tumores se tornou pública, ele respondeu aos repórteres que buscavam mais um



furo jornalístico: “Sim, as notícias são boas, especialmente para os camundongos.”

Embora promissoras, as substâncias descobertas por Folkman – a angiostatina, descrita em 1994, e a endostatina, em 1997 – ainda não têm efetiva aplicação em humanos. Mas pesquisas clínicas com a endostatina parecem bastante encorajadoras. O intervalo médio de uma década entre a descoberta de um medicamento potencial e as conclusões sobre sua efetiva aplicação em humanos dá uma idéia da complexidade e do investimento em pesquisa necessário nessa área.

Mesmo que o conceito de Folkman seja intuitivamente correto, o fato é que muitas células tumorais podem sobreviver à privação prolongada de nutrientes e oxigênio, o que poderia, por um mecanismo de seleção semelhante ao descrito anteriormente, levar ao predomínio de células resistentes ao tratamento. Certamente uma estratégia isolada não nos permitirá evitar o desenvolvimento de tumores, mas o controle da angiogênese é o que mais se aproxima da idéia de um tratamento que detenha o seu crescimento, mesmo sem liquidá-lo – ou seja, um tratamento que leve à ‘dormência’ da massa tumoral. Talvez o tumor não deixe de existir, mas terá sua expansão controlada.

Velhos medicamentos para novos alvos

Que drogas serão usadas para as terapias antiangiogênicas? As estratégias são variadas. Muito tem sido feito nessa área, mas ainda não há uma conclusão sobre a eficácia dos tratamentos. Estudos com pacientes voluntários têm sido organizados em diferentes centros no mundo e, em breve, devem ser divulgados resultados promissores. Uma linha de ação bastante interessante é a que se baseia não no desenvolvimento completo de novas drogas antiangiogênicas, o que demora em torno de uma década, mas no uso de drogas já testadas em diversas situações clínicas e que exibem algum potencial antiangiogênico (figura 4).

Esse é o caso, por exemplo, da talidomida, droga que teve seu uso abandonado há várias décadas por

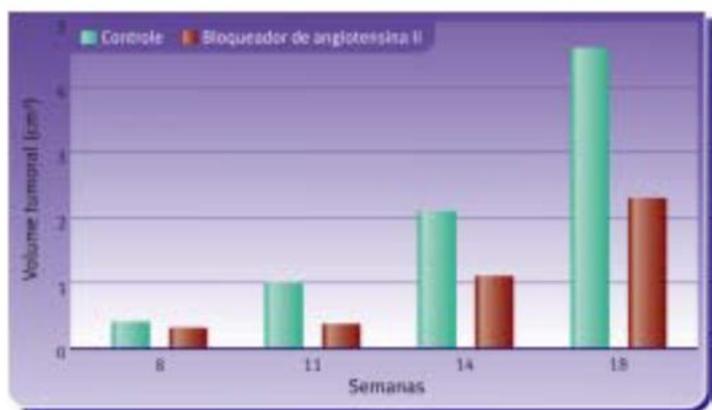


Figura 4. Drogas já usadas contra outras doenças podem ter efeitos contra o câncer: bloqueadores do receptor I da angiotensina II, usados para o tratamento da pressão alta, têm mostrado efeitos antitumorais em animais de experimentação. O emprego de drogas já testadas clinicamente, através da ampliação de suas indicações, poderá levar a uma grande economia de recursos de pesquisa. Tais drogas têm sido utilizadas apenas em esquemas experimentais, mas esses estudos são promissores e poderão aumentar o arsenal de drogas para o combate do câncer, após validação em ensaios clínicos

levar a malformações congênitas, mas que agora tem mostrado uma potencial ação antiangiogênica. Drogas usadas contra a pressão alta também têm sido testadas no tratamento de melanomas em camundongos. Esses medicamentos bloqueiam a angiotensina, um peptídeo (pequena porção de uma proteína) que controla a função dos vasos sanguíneos. Além disso, esses medicamentos controlam a reação inflamatória local, interferindo assim no processo de angiogênese. Os autores e outros investigadores têm observado que o tratamento de camundongos com esses medicamentos retardou o crescimento de melanomas, por diminuir a formação de novos vasos no microambiente do tumor (ver ‘Redes de pesquisa’).

A busca de novas funções para medicamentos de uso consagrado na clínica poderá acelerar a tradução para a prática médica dos conhecimentos que têm sido gerados nos laboratórios. Espera-se que a associação dessas drogas com medicamentos empregados no tratamento convencional de tumores ajude a controlar o câncer com eficiência cada vez maior. Para isso, as pesquisas em animais de experimentação (ensaios pré-clínicos) são essenciais, e seus resultados podem em breve justificar ensaios clínicos (com humanos). Tais ensaios seguem regras bastante rígidas, para que sejam geradas as evidências necessárias para a indicação ou não da utilidade de um medicamento. Assim, em um futuro não tão distante, conseguiremos aumentar nosso arsenal de medicamentos cada vez mais eficientes para o controle e tratamento dos cânceres. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

- WEINBERG, R. *Uma célula renegada: como o câncer começa*. Rio de Janeiro, Rocco, 2000.
- YOUNES, R. N. *O câncer*. São Paulo, Publifolha, 2001.
- FRANKS, L. M. e TEICH, N. *Introdução à biologia celular e molecular do câncer*. São Paulo, Roca, 1990.

Prever a ocorrência de homicídios pode parecer algo impossível, mas não é. Se os registros desse tipo de crime em um dado local (cidade, estado ou país) forem confiáveis, pode-se descobrir muito sobre o que acontecerá no futuro, como as áreas em que ocorrerão mais ou menos homicídios, certas características das principais vítimas e outros aspectos. A análise das estatísticas de homicídios de algumas áreas do Brasil confirma essa idéia, mostrando que o fenômeno apresenta padrões estáveis, dentro de uma certa variação.

Gláucio Ary Dillon Soares

Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro e Datacrime

A estranha estrutura das mortes violentas

A violência – em particular os homicídios – é percebida pela maioria das pessoas como imprevisível, uma ‘fatalidade’. Entretanto, é na verdade um fenômeno social e psicologicamente condicionado, passível de medição e análise e que pode ser controlado em termos probabilísticos. A concepção incorreta da violência gera um sentimento de impotência, de estar lidando com algo fora do controle humano, com algo que não se pode impedir. Essa é uma visão perigosa que conduz ao imobilismo fatalista.

Os homicidas, nessa ótica, seriam pessoas imprevisíveis ou pessoas que se tornaram imprevisíveis ‘naquele momento’. A lei e a jurisprudência não escaparam dessa visão, diferenciando entre crimes passionais e premeditados, punindo com maior rigor a premeditação. No seu conjunto, porém, as mortes violentas são previsíveis, inclusive os homicídios. Em uma cidade, estado ou país, o número de homicídios em um ano é, quase sempre,



EDSON SILVA/FOLHA IMAGEM

semelhante ao número de homicídios do ano anterior! Os países mais violentos em um ano são os mesmos dos anos anteriores. Os estados e as cidades brasileiras mais violentas são quase sempre os mesmos, ano após ano.

Este artigo pretende demonstrar que os homicídios 'intencionais' são fenômenos estruturais. O termo 'estrutural', como é usado aqui, significa, em primeiro lugar, que o fenômeno tende a apresentar mudanças graduais, sem prejuízo das oscilações devidas a possíveis fatores conjunturais. Em segundo lugar, que ele está relacionado a variáveis externas aos homicídios de acordo com um padrão bastante estável – ou seja, essa associação não muda dramaticamente de valor no tempo (considerado, em geral, em termos de dias, meses ou anos). Finalmente, que sua 'composição interna' (por idades, gêneros etc.) também é estável, sempre dentro de amplos limites.

Um fenômeno estável

A análise dos homicídios no Brasil, de 1979 a 2001, mostra que o crescimento durante esse período foi linear. Houve um aumento de cerca de 1.580 homicídios por ano, com pequenos desvios em relação à reta de regressão estatística (linha que mais se aproxima, em um gráfico, da distribuição dos pontos obtidos pela associação entre duas variáveis) (figura 1). A estabilidade dessa sequência faz com que a melhor previsão de quantos homicídios acontecerão em um ano seja dada pela tendência registrada nos anos anteriores.

Isso não é novidade. O cientista político Cláudio Beato, da Universidade Federal de Minas Gerais, demonstrou em artigo publicado, em 1998, que, naquele estado, os diferentes crimes mudam lentamente no tempo, inclusive os homicídios. ▶



FOTO: FLAVIO FLOREDO/FOHUA/IMAGEM

Os municípios mineiros mais violentos são quase sempre os mesmos, ano após ano, assim como os 'menos' violentos. Em 1999, demonstrei que essa estabilidade existe em vários estados brasileiros e em outros países. Não há surpresas. As mortes violentas são um fenômeno 'estável' e sua quantidade pode ser prevista com relativa precisão a partir dos dados referentes aos anos anteriores – sempre e quando existirem estatísticas confiáveis.

Os dados para o Brasil mostram que houve 47 mil mortos em 1999; 49 mil em 2000; e 51 mil em 2001. Nesse período, o aumento ficou em torno de 2 mil por ano – superior à tendência de longo prazo. Assim, em condições normais, podíamos prever, antecipadamente, que ocorreriam entre 58 mil e 59 mil homicídios no Brasil no ano passado – não seriam mil, nem um milhão. Dados preliminares de 2004 e 2005 (até junho), porém, indicam mu-

danças: houve uma redução do número de homicídios, causada pelo Estatuto do Desarmamento e pelo programa de devolução de armas, fatores novos que mudaram a tendência anterior. Em uma população de cerca de 180 milhões, até uma margem de erro de 18 mil seria, percentualmente, quase desprezível: um em 10 mil.

Assim, o homicídio é um fenômeno estável e, 'no agregado', altamente previsível: quanto maior o universo pesquisado, menos variam as taxas de ano para ano. Como a população também muda pouco (exceto quando há guerras, epidemias, outras catástrofes e grandes migrações), o número absoluto de homicídios em um estado ou país é pouco alterado de ano para ano.

O caso de Minas

Minas Gerais é um estado importante na análise da violência no Brasil, por sua relevância política, por sua população e produto elevados e por ter uma polícia que os criminólogos consideram uma das melhores do país. Além disso, tem tradição em pesquisas criminológicas e seus sociólogos e criminólogos têm compromisso com a 'pesquisa de resultados', com a aplicação do conhecimento para a redução do crime e da violência. O Centro de Estudos de Criminalidade e Segurança Pública (Crisp), ligado à Universidade Federal de Minas Gerais, atua no sentido de melhorar as informações sobre o crime e a violência e tem uma atitude positiva a respeito da divulgação desses dados (infelizmente, em vários outros estados, dados sobre crime e violência foram e continuam a ser tratados de maneira secreta, na mais pura tradição da ditadura militar).

Os dados referentes a Minas Gerais são mais completos, comparados aos da maioria das demais unidades da federação, mas deixam muito a desejar em relação aos de países desenvolvidos. De 1986 a 1997, as médias obtidas em cada ano a partir das taxas de homicídio registradas nas 25 regiões administrativas do estado variaram pouco, entre o mínimo de 9,29 mortos por 100 mil habitantes (em 1988) e o máximo de 11,63 (em 1994). O desvio-padrão (em certo sentido, indica o quanto os valores de uma seqüência de dados se afastam da média) também ficou entre pouco mais de quatro (4,27) e menos de sete (6,62).

Outra maneira de avaliar a estabilidade do fenômeno é calcular a correlação (ou seja, o grau de associação) entre essas taxas médias anuais, calcu-

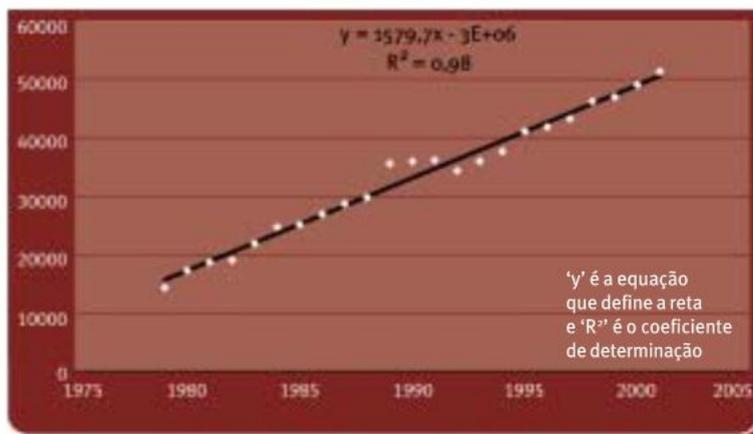


Figura 1. Homicídios no Brasil, de 1979 a 2001 – o número absoluto de homicídios mostra um crescimento linear durante o período, com aumentos anuais semelhantes e pequenos desvios em relação à reta de regressão (reta, definida por uma equação matemática, que mais se aproxima da distribuição real dos pontos no gráfico)

ladas com base nas taxas das regiões: essa estratégia nos fala menos sobre se as taxas variaram e mais sobre se elas variaram 'juntas', ou se cada uma variou independentemente das demais. Se as taxas de um ano qualquer não dependessem das registradas em outros anos, não haveria correlações entre elas – em termos estatísticos, o coeficiente de correlação seria próximo de zero. Mas não é.

Ao contrário, as taxas de homicídios de 1986 a 1997 (médias das taxas das 25 regiões mineiras) se correlacionam intimamente. Assim, a taxa de 1986 apresenta um coeficiente de correlação produto-momento de 0,87 com a de 1996 e de 0,83 com a de 1997 (ver 'Intimidade entre variáveis'). Esses coeficientes revelam que há menos de uma chance em mil (menos de 0,001) de que as correlações sejam devidas ao acaso. Todas as correlações (66, no total) entre dois diferentes anos ficaram nesse nível de significância estatística.

O uso de unidades menores, com dados mais específicos (e mais sujeitos a variações), confirmam nossa hipótese sobre a estabilidade das mortes violentas, em geral, e dos homicídios, em particular. Quando utilizamos os mesmos dados, agora desagregados em 713 municípios (excluindo municípios novos, criados no período, e aqueles para os quais não há dados), encontramos correlações menores que as citadas acima. A redução é esperada, devido à menor agregação. Apesar disso, a significância estatística é muito alta.

Somente duas das 66 correlações entre as taxas médias anuais (agora calculadas a partir das taxas dos municípios) não apresentaram a mesma significância estatística que as das médias anuais das regiões: uma ficou no nível de 0,001 e outra no de 0,008. Outras medidas da associação entre as mesmas variáveis, com o uso de dois coeficientes de correlação mais complexos, denominados 'não-paramétricos' – o 'tau_b', criado pelo matemático inglês Maurice G. Kendall (1907-1983), e o 'rho', do psicólogo inglês Charles E. Spearman (1863-1945) –, produziram resultados semelhantes. Ou seja, a distribuição das taxas de homicídio no espaço (entre os municípios) varia pouco no tempo.

A taxa média, considerados os dados por municípios, variou entre 7,97 por 100 mil habitantes (em 1995) e 10,9 (em 1989). Essas taxas, porém, escondem variações muito grandes 'entre' os municípios. Em todos os anos, houve municípios com taxa zero (nenhuma pessoa foi assassinada). Já a taxa mais elevada variou de 70 (registrada em 1995) a 153 (em 1987). Em Minas Gerais, como em quase todos os estados brasileiros, há municípios com taxas catastróficas de homicídios. Esses dados, porém, devem ser interpretados com cuidado, já que, se um município tem uma população

INTIMIDADE ENTRE VARIÁVEIS

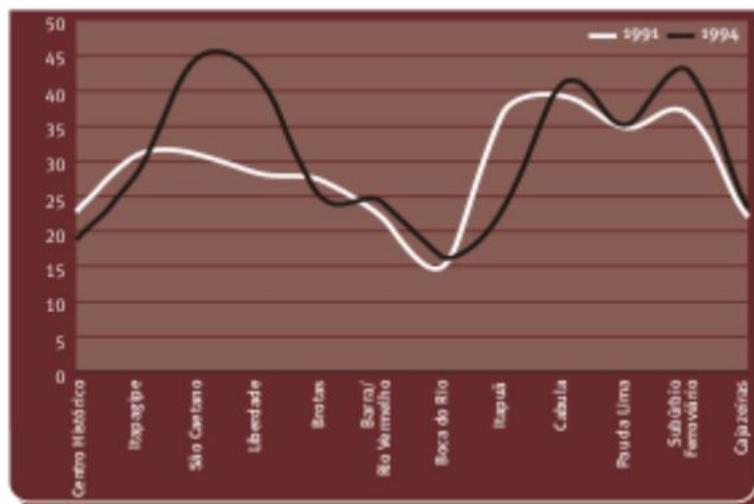
O produto-momento de Pearson – criado pelo estatístico inglês Karl Pearson (1857-1936) – é um coeficiente que avalia a intimidade da associação entre duas variáveis. Pode atingir, a partir do zero, os valores máximos de -1 (se a correlação for negativa, ou seja, se uma variável aumenta enquanto a outra diminui) e de +1 (se for positiva, ou seja, se ambas aumentam – ou diminuem – juntas).

pequena, mesmo a ocorrência de 'poucos' homicídios no mesmo ano faz com que ele seja reclassificado como um dos menos violentos para um dos mais violentos, relativamente à população. Por isso, os dados relativos às regiões (maior nível de agregação) são mais estáveis. A taxa mais baixa para uma região, no período estudado, foi de 0,96 por 100 mil habitantes (que poderíamos chamar de nível 'japonês'), e a mais alta chegou a 25,5, valor próximo ao da média nacional brasileira nos recentes anos 90.

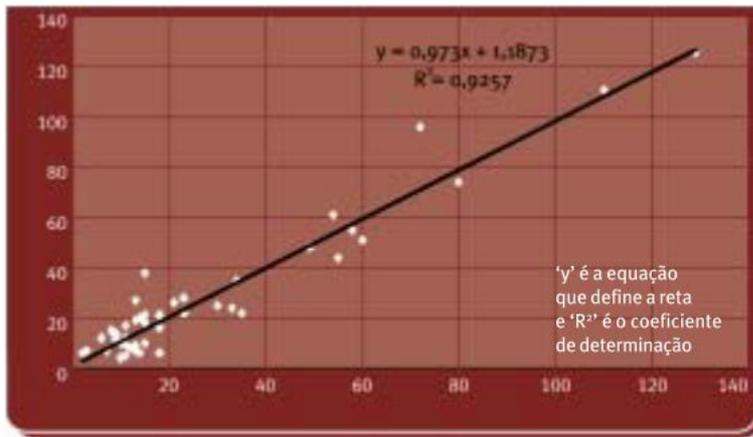
Estabilidade com mudanças

A estabilidade das taxas de homicídios também é observada fora de Minas Gerais, inclusive 'dentro' de cidades, comparando bairros, distritos sanitários ou outras subdivisões urbanas. Em Salvador (BA), por exemplo, as taxas de homicídios nos 12 distritos censitários apresentaram distribuições semelhantes em 1991 e 1994 (figura 2). Há diferen-

Figura 2. Taxas de homicídios (por 100 mil habitantes) nos distritos sanitários de Salvador, em 1991 e em 1994



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor com dados publicados em Freitas, Paim, Silva e outros, *Cadernos de Saúde Pública*, out./dez. 2000, v.16, n.º 4, p. 1.059.



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor, com dados publicados em anuários estatísticos do Japão.

Figura 3. Número absoluto de homicídios no Japão, por prefeituras, em 1990 e em 1991 – a posição dos pontos é definida pelo encontro das taxas de homicídios, nos dois anos, em cada uma das 46 prefeituras

ças substanciais entre os distritos sanitários: em 1994, suas taxas variaram de menos de 20 a mais de 40 por 100 mil habitantes, confirmando que – no caso da taxa de homicídio – Salvador não é uma cidade homogênea.

A grande variação das taxas de homicídios entre unidades geoadministrativas (distritos, bairros, municípios, estados) é um traço mais freqüente nas regiões subdesenvolvidas do mundo. Os países industrializados apresentam diferenças muito menores. No Japão, por exemplo, a taxa média de homicídios, em 1990, foi de 1,07 por 100 mil habitantes e o desvio-padrão de apenas 0,52! A taxa mais baixa, entre todas as 46 ‘prefeituras’, foi de 0,33, e a mais alta de 3,19. Embora o Japão seja um caso extremo, o padrão dos países industrializados é semelhante: suas subdivisões internas, sejam bairros, cidades, prefeituras, municípios, províncias, departamentos ou estados, apresentam taxas de homicídios mais próximas umas das outras.

A estabilidade dos homicídios no Japão fica evidente quando os valores absolutos de dois anos

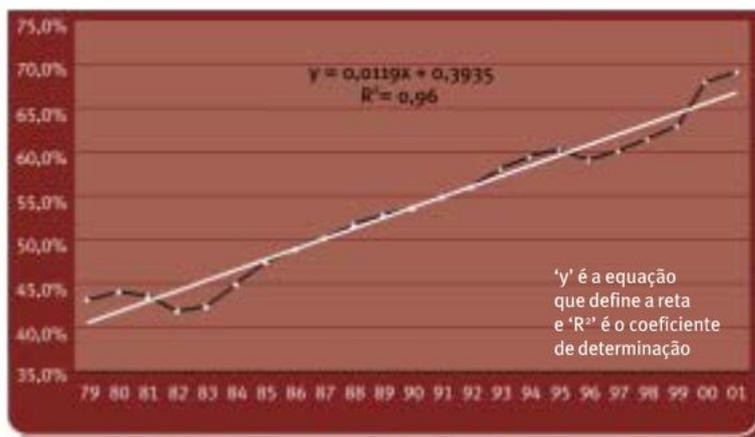
o homicídio seja um fenômeno estável em quase todos os tempos e lugares, ele é particularmente estável nas sociedades mais desenvolvidas.

A estabilidade dos homicídios também é observada em países violentos. Um exemplo é a Colômbia, que durante décadas conviveu com altas taxas, embora, a partir de 1993, tenha implantado um dos programas mais bem-sucedidos de redução de mortes violentas – tanto homicídios quanto mortes no trânsito – em sua capital, Bogotá, e outras grandes cidades do país. Os dados revelam os primeiros resultados desse esforço, iniciado em 1993. A taxa de homicídios atingiu 74 por 100 mil habitantes em 1988, aumentou para 75 em 1989 e 1990 e para 86 em 1991, mantendo-se nesse nível em 1992 (84) e em 1993 (86). A partir de 1994, começou a baixar, ficando em 78 nesse ano e 72 em 1995. Essa queda continuou, particularmente em Bogotá, onde em 2003 a taxa ficou em 23 vítimas por 100 mil habitantes.

Estabilidade, porém, não significa imutabilidade: há mudanças. Um exemplo é a clara redução, no Brasil, do número de mortos (por 10 mil veículos) no trânsito, em longo prazo: de 53,8 em 1961 caiu para 34,4 em 1971, para 17 em 1981 e para 11,3 em 1991. A partir daí, a queda foi menor: para 10,1 em 1992, para 9,9 em 1993, para 9,8 em 1994 e para 9,6 em 1995. Algumas iniciativas, como ‘Paz no Trânsito’, movimento social acompanhado de políticas oficiais, implantado no Distrito Federal em meados dos anos 90, reduziram dramaticamente as mortes por 10 mil veículos. A nova Lei do Trânsito, somente em seu primeiro ano de vigência (1998), salvou entre 4 mil e 5 mil pessoas, mas o relaxamento em sua aplicação fez com que a taxa de mortos em colisões, capotagens e atropelamentos voltasse a subir em 1999.

É a partir desse padrão de estabilidade que analisamos o crescimento rápido de qualquer taxa de homicídio. Um crescimento súbito sugere fato-

Figura 4. Participação das armas de fogo (%) no total de homicídios no Brasil, entre 1979 e 2001



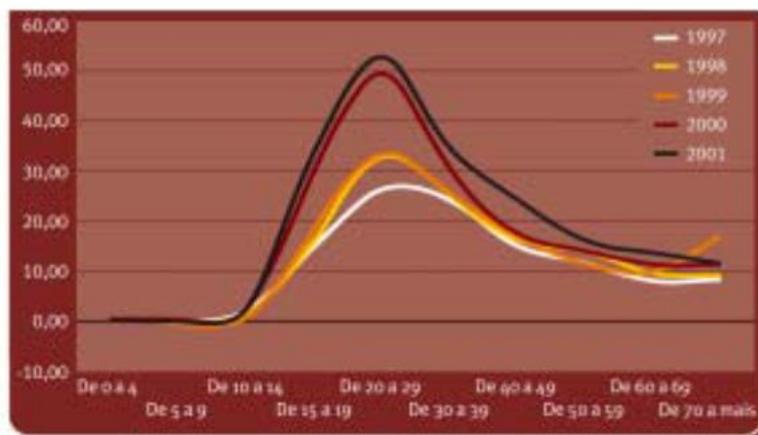
Fonte: Gráfico elaborado pelo autor, com dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), do Ministério da Saúde.

res novos, como um rápido aumento do consumo de drogas e da luta por pontos de distribuição, o acesso fácil a novas e potentes armas, o colapso dos fatores dissuasórios (como a polícia) ou o fim de uma guerra e a volta dos combatentes. Uma baixa substancial com frequência indica uma política pública que deu certo.

Maioria dos mortos é jovem

A estabilidade aparece, também, em aspectos da 'composição' do homicídio, como características de quem morre e de quem mata, horários dos crimes, dias da semana ou meses em que ocorrem, instrumentos com que se mata etc. Entretanto, há mudanças: as armas de fogo respondem por um percentual cada vez maior do total de homicídios no Brasil, mas essa transformação ocorreu a médio e longo prazos. Tais armas aumentaram sua participação em homicídios, no país, de 43% em 1979 para 69% em 2001 – ou seja, ao longo de 23 anos (figura 4). O aumento anual ficou próximo de 1,2%. No primeiro ano, os limites possíveis seriam um decréscimo de 43% sobre o total (se ninguém fosse morto com arma de fogo) e um crescimento de 57% (se em todos os homicídios essas armas fossem usadas).

A 'composição' das vítimas e dos assassinos também é estável. Existe, na literatura científica internacional, um consenso de que os crimes violentos, em geral, e os homicídios, em particular, são fenômenos 'jovens', já que tanto as vítimas quanto os assassinos são, em sua grande maioria, jovens. A idade precisa na qual se observa o pico de frequências (para as vítimas) varia de país para país, de época para época e de acordo com o crime específico, mas em todos essa idade é jovem, entre 15 e 35 anos. A associação entre juventude e crime é válida para muitos países e épocas diferentes, o



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor, com dados organizados pela Fundação João Pinheiro, do governo de Minas Gerais.

Figura 5. Taxas de vitimização por homicídio – vítimas do sexo masculino, por idades – em Minas Gerais, entre 1997 e 2001

que levou os criminólogos norte-americanos Travis Hirschi e Michael Gottfredson a afirmar, em 1983, que não existe teoria sociológica adequada do homicídio e do crime. Isso significa que nenhuma teoria sociológica consegue explicar satisfatoriamente a universalidade dessa relação nem as formas variadas que ela tem assumido no tempo e no espaço.

O nosso estudo é de vítimas, mas pesquisas sobre homicidas mostram que eles também são jovens. Dados de Minas Gerais sobre a idade das vítimas do sexo masculino, referentes a cinco anos, de 1997 a 2001 (período que inclui dois anos de crescimento rápido da taxa de homicídios, 2000 e 2001), mostram que a forma da curva é semelhante nos cinco anos. Em todos eles, o pico situa-se entre 20 e 29 anos, seguidas pelas faixas de 15 a 19 anos e de 30 a 39, com níveis próximos (figura 5). ▶



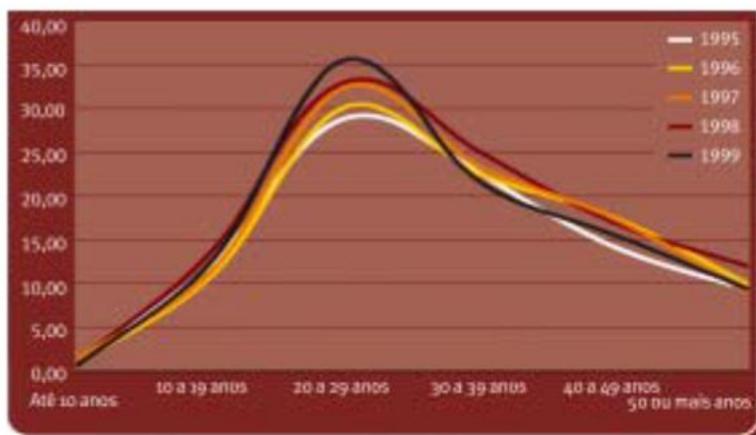
FOTO WILLIAMS VALENTE/FOLHA IMAGEM

O caráter estrutural dessa relação também é comprovado em outros espaços. Dados sobre vítimas de homicídio (homens e mulheres) referentes ao Rio Grande do Sul, usando faixas de idade um pouco diferentes, foram organizados pelas sociólogas Letícia Maria Schabbach e Aida Griza, da Secretaria da Justiça e da Segurança desse estado. Um gráfico com esses dados, para os anos de 1995 a 1999, mostra que as curvas seguem uma forma similar obtida com os dados de Minas Gerais (figura 6).

Relações com outras variáveis

Sendo os homicídios fenômenos estáveis, é necessário que as variáveis externas (econômicas, sociodemográficas e políticas) não sejam erráticas para que as relações com elas também sejam estáveis. As relações entre os homicídios e as variáveis estruturais (econômicas e sociodemográficas) podem ser feitas no tempo, no espaço ou com essas duas dimensões combinadas. Um exemplo é o percentual, sobre o total de vítimas de homicídios, dos que foram mortos com armas de fogo, combinado com as faixas de idade, em três anos diferentes (separados um do outro por 10 anos): 1982, 1992 e 2002. Um gráfico com essas curvas comprova a existência de um 'padrão' nessas relações (figura 7).

Figura 6.
Taxas de vitimização por homicídio – vítimas de ambos os sexos, por idades – no Rio Grande do Sul, entre 1995 e 1999



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor, com dados cedidos por Letícia Schabbach e Aida Griza.



FOTO ANA CAROLINA HERNANDES/FOLHA IMAGEM

tes. Devido à carência de dados em espaços menores, como bairros ou quarteirões, é raro ter a chance de fazer esse tipo de análise no Brasil. Um exemplo pode ser dado com as informações obtidas nas 19 regiões administrativas do Distrito Federal, em 1997, pelo estudo Perfil Socioeconômico das Famílias, realizado pelo governo local, cuja amostragem visou à representatividade de cada uma dessas áreas. Os dados sobre a população total e os homicídios em cada região vieram do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Secretaria de Segurança do DF.

Quando esses dados são trabalhados com métodos estatísticos (padronização e fatorização), verifica-se a existência de uma relação clara entre o nível de desenvolvimento socioeconômico e as taxas de homicídio – isso é demonstrado, por exemplo, pelos altos valores da variância comum (ver 'Alguns conceitos úteis'). O uso da regressão linear permite explicar 59% da variância – isso significa que, tendo os valores do nível socioeconômico, conhecemos a maior parte da variância na taxa de homicídios entre as 19 regiões administrativas do Distrito Federal.

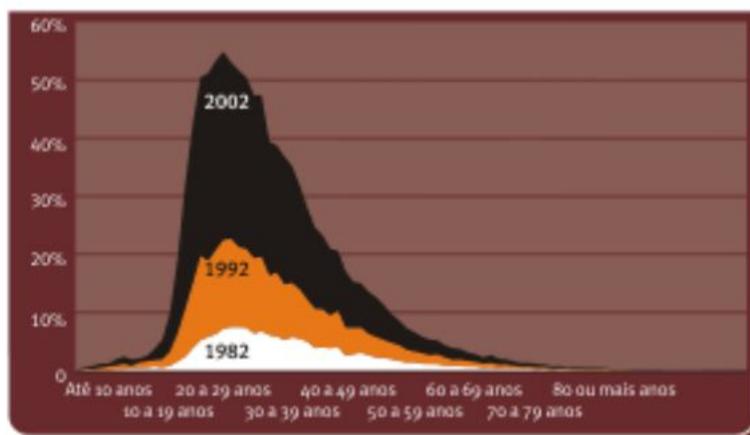
Entretanto, essa relação íntima entre variáveis estruturais e taxas de homicídios não existe em todas as unidades da federação. Em Minas Gerais, por exemplo, as análises das taxas ajustadas de homicídios nos 723 municípios comuns a 1991 e 2000 (entre essas datas foram criados 130 novos

municípios no estado) permitem três conclusões: 1. várias correlações com algumas variáveis estruturais são significativas, mas baixas; 2. esse é um padrão válido para os dois anos analisados; 3. as correlações foram ligeiramente mais altas em 2000.

A aplicação de métodos menos exigentes de análise dos dados (como o coeficiente ordinal de correlação 'rho', de Spearman) para a associação entre as taxas de homicídio e um grande número de variáveis estruturais revelou baixas correlações: nenhuma alcançou 0,1, em 1991, e nenhuma atingiu 0,3, em 2000 (quanto mais próxima de zero, menor a correlação). Apesar disso, quase todas eram significativas em nível inferior a 0,001. Ou seja, as taxas de homicídios estavam bem menos associadas a condições socioeconômicas em Minas Gerais do que no Distrito Federal.

Um meio de poupar vidas

O paradoxo das mortes violentas, como acontece com outras catástrofes, é que, por um lado, seu 'tamanho' (quantos morrerão) é previsível, mas por outro não se pode prever 'quem' serão as vítimas. No momento inicial do conhecimento, obtém-se uma taxa para uma população ampla – cidade,



Fonte: Gráfico elaborado por Doriam Borges, com dados do SIM.

município, estado ou país. Nesse ponto de partida, a probabilidade de uma pessoa ser vítima de homicídio, suicídio ou acidente é igual à de qualquer outra pessoa. Em seguida, a população é agrupada e classificada com base em critérios relacionados com a probabilidade de vitimização pelo fenômeno que se quer explicar: homicídios, suicídios ou acidentes.

Através do estudo das variáveis sociais, econômicas e demográficas associadas com o fenômeno em um nível mais amplo, os indivíduos são classificados em subconjuntos que têm 'probabilidades diferentes' (como jovens *versus* idosos, ou homens *versus* mulheres e outros) de vitimização. O objetivo último seria especificar as probabilidades 'individualmente', de modo a saber exatamente quem morrerá e quem sobreviverá. Evidentemente, no estado atual do conhecimento, estamos muito longe de poder prever quem serão os indivíduos atingidos pelas catástrofes humanas.

Há, porém, um paradoxo otimista: ainda que seja impossível prever quem morrerá, pode-se reduzir o número de mortes através de políticas públicas adequadas. Isso aconteceu em Bogotá e Medellín (Colômbia), em Nova York (Estados Unidos), em Diadema (São Paulo) e em muitos outros lugares. O mesmo objetivo foi alcançado pelo programa Paz no Trânsito, um movimento social e uma série de políticas congruentes que reduziram, no Distrito Federal, a taxa de mortos por 10 mil veículos: de 10,9 em dezembro de 1995, a taxa baixou para 5,5 em maio de 1998. Se nesse período o nível de 1994 fosse mantido, teriam morrido perto de mil pessoas a mais. São estatísticas que não têm rosto, mas estão cheias de vida. ■

ALGUNS CONCEITOS ÚTEIS

A variância é um valor estatístico, dado pela soma dos quadrados dos desvios que os valores de uma variável exibem em relação à média. Podemos estimar o quanto essa variável varia junto com outra ou outras. O R², também chamado de coeficiente de determinação, indica quão grande ou pequena é essa variância comum. Quando a variância comum não existe, ou seja, é zero, conhecer os valores de uma variável não ajuda em nada a saber os valores da outra. Quando 100% da variância é comum, ter os valores de uma permite um conhecimento completo da outra. Já a regressão linear é o processo de ajustar a melhor reta através de uma série de pontos definidos por duas variáveis (x e y). Permite ver quanto uma aumenta (ou diminui) a cada aumento (ou redução) da outra.

Figura 7. Homicídios por arma de fogo (%) em relação ao total de homicídios, segundo idade, em 1982, 1992 e 2002, no Brasil

SUGESTÕES PARA LEITURA

BEATO FILHO, C. C. 'O problema dos homicídios em Belo Horizonte', in *Revista Brasileira de Ciências Criminais*, v. 42, p. 345, 2003.

BEATO FILHO, C. C.; ASSUNÇÃO, R.; SILVA, B. F. A.; MARINHO, F. C.; REIS, I. A. & ALMEIDA, M. C. M. 'Conglomerados de homicídios e o tráfico de drogas em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, de 1995 a 1999', in *Cadernos de Saúde Pública*, v. 17, nº 5, p. 1.163, 2001.

GOTTFREDSON, M. R. & TRAVIS, H. A. *A general theory of crime*, Stanford, Stanford University Press, 1990.

SOARES, G. A. D. & BORGES, D. 'A cor da morte', in *Ciência Hoje*, v. 35, nº 209, p. 26, 2004.

SOARES, G. A. D. *Homicídios no Brasil: dados em busca de uma teoria*. Buenos Aires, Clacso, 1999.

NA SUTIL FRONTEIRA ENT

Imagine uma xícara de café quente. Nela, a aparente simplicidade, previsibilidade e ordem contrastam com o movimento furioso de trilhões e trilhões de moléculas, em agitação constante, colidindo incessantemente entre si e com as paredes do recipiente.

Caos no melhor de sua essência. Foi a mecânica estatística, desenvolvida principalmente a partir de trabalhos do austríaco Ludwig Boltzmann (1844-1906) e do norte-americano Josiah Gibbs (1839-1903), que possibilitou extrair, de inumeráveis constituintes microscópicos, poucas (e úteis) informações macroscópicas, como a quantidade de calor necessária para esquentar nosso café ou a pressão para calibrar um pneu. O sucesso triunfal da mecânica estatística de Boltzmann-Gibbs na descrição de sistemas ditos simples reinou ao longo do século 20. Essa supremacia, porém, se viu ameaçada nas últimas décadas, quando, da sutil fronteira entre a monotonia da ordem e a rebeldia do caos, brotaram os chamados sistemas complexos. Como descrevê-los?

Um caminho promissor surgiu em 1988, através de um formalismo proposto por um físico brasileiro e que tem se mostrado uma ferramenta teórica abrangente, obtendo sucesso na descrição quantitativa de um amplo conjunto de sistemas complexos, de tornados e terremotos a bolsas de valores e aglomerados de estrelas.

Além da descrição de fenômenos físicos típicos, a chamada mecânica estatística não extensiva tem possibilitado abordagens unificadas com outras áreas do conhecimento, especialmente com as ciências da vida.

Ernesto P. Borges

*Escola Politécnica,
Universidade Federal da Bahia*

RE A ORDEM E O CAOS

complexidade e mecânica estatística não extensiva

A estatística é a ciência do saber incompleto. Ela diz como podemos extrair o máximo de informações quando não conhecemos plenamente algo. Na grande maioria das situações cotidianas, não dispomos de todas as informações (e, muitas vezes, não necessitamos delas) e, apesar disso, precisamos tomar decisões. Isso confere à estatística um caráter bastante aplicado.

Os sistemas materiais com os quais temos contato através de nossos sentidos – como uma xícara de café – são constituídos por um número inimaginavelmente grande de moléculas, da ordem do número de Avogadro (cerca de $6,02 \times 10^{23}$), nome dado em homenagem ao filósofo natural italiano Amedeo Avogadro (1776-1856).

Somos incapazes de conceber algo dessa magnitude e, para tanto, usamos comparações. Por exemplo, o número de moléculas em uma xícara de café é muitíssimo maior que o número de estrelas em nossa galáxia (este é de cerca de 10^{11} , ou

seja, 100 bilhões). Essas moléculas obedecem às leis da mecânica (parte da física que estuda o movimento e as forças que o causaram). Porém, no caso de um sistema com essa quantidade de constituintes (10^{23}), o número de equações de movimento a serem resolvidas (em princípio, uma para cada elemento do sistema) é tão grande que tornaria inviável uma abordagem segundo as prescrições da mecânica.

Aqui entra a mecânica estatística. A junção de ambas, mecânica e estatística, permite criar um atalho e tornar o cálculo factível: daquele enorme número de informações microscópicas (posições e velocidades de cada molécula), é possível extrair poucas (e úteis) informações macroscópicas, como a quantidade de calor necessária para aquecer nosso café.

Prenúncios da mecânica estatística já apareciam nos trabalhos do físico escocês James Maxwell (1831-1879), e sua formulação ganhou uma base ▶

mais sólida com o físico austríaco Ludwig Boltzmann, pouco mais tarde ampliada pelo físico-matemático norte-americano Josiah Gibbs. Por isso, é denominada mecânica estatística de Boltzmann-Gibbs. Seu conceito primordial é o de entropia. Rudolf Clausius (1822-1888), físico nascido na então Prússia (hoje, Polônia), já o havia formulado do ponto de vista da termodinâmica (estudo do calor) – dentro, portanto, de um contexto macroscópico.

Ordem e caos

Os conceitos de ordem e de caos estão presentes em diversas culturas, fazendo parte da história do pensamento humano desde tempos imemoriais. Há muito, essas idéias foram associadas à perfeição ou à sua ausência.

Sistemas ordenados, como o movimento de vácuo de um pêndulo, já vinham sendo amplamente estudados desde o físico e matemático italiano Galileu Galilei (1564-1642). A idéia de ordem ficou assim relacionada com o determinismo: a capacidade de prever o comportamento futuro a partir do conhecimento do presente.

A noção de caos na ciência também é antiga. A palavra gás, por exemplo, foi cunhada pelo químico, fisiologista e médico flamengo Jan Baptista van Helmont (1577-1644), inspirado na palavra latina *chaos* e na grega, ainda mais antiga, *χαος*. Boltzmann usou esse conceito, através de sua hipótese do caos molecular, quando aplicou a inter-

pretação microscópica à entropia termodinâmica de Clausius.

É comum sistemas exibirem comportamentos distintos quando observados em escalas macroscópica ou microscópica. A xícara de café quente, por exemplo, observada macroscopicamente, é caracterizada por relativamente poucas variáveis, como sua temperatura, volume e pressão. Seu comportamento é previsível: uma pequena parte do líquido vai evaporar e sua temperatura vai se equilibrar com a do ambiente.

Do ponto de vista microscópico, o café é constituído por moléculas que se movem rapidamente, vibrando, girando, chocando-se entre si e com as paredes da xícara. É um sistema caótico. Boltzmann mostrou que um sistema macroscópico ordenado resulta de movimentos moleculares desordenados (caos molecular). A mecânica estatística interligou ambos os conceitos de ordem e caos. Assim, o que é ordenado de um ponto de vista pode ser caótico quando analisado através de outra perspectiva.

Simplicidade e complexidade

Apesar de distintos, há algo de comum entre os comportamentos completamente ordenados e os completamente caóticos. O comportamento coletivo (macroscópico) de ambos é o resultado da soma dos comportamentos individuais de seus constituintes. Usualmente, são chamados sistemas simples (existem casos de sistemas completamente caóticos que não são simples, mas não vamos considerá-los aqui).

Porém, a existência de tipos específicos de interações não lineares (pequenas causas gerando grandes efeitos) entre os elementos constituintes de um sistema pode originar comportamentos coletivos que não são apenas a soma dos comportamentos de suas partes. Nesses sistemas, surgem propriedades coletivas ditas emergentes, próprias do conjunto. Esses sistemas são denominados complexos. É como se o todo fosse diferente da simples soma das partes (ver 'Reduccionismo e holismo'). São sistemas abertos a trocas de massa, energia e informação com o ambiente (condição necessária, mas não suficiente) e podem

Os tornados, nos quais o deslocamento de uma molécula depende do deslocamento das restantes, são exemplos de sistemas complexos



NOAA/OAR/ERL/NCSS

apresentar características peculiares, como:

1. evoluem espontaneamente para um estado limiar entre a ordem e o caos (têm características tanto de ordem quanto de caos, mas não podem ser classificados como pertencentes a nenhuma dessas duas categorias);

2. são estruturados em redes hierárquicas (redes nas quais o fluxo passa por alguns nós com muito mais frequência que em outros, como a rede de conexões de uma grande companhia aérea);

3. apresentam fractalidade, ou seja, uma estrutura que não se torna mais simples quando observada em escalas cada vez menores.

O contrário do simples é o complexo e não o complicado. Um sistema complexo é formado por elementos simples que dão origem a comportamentos coletivos emergentes. Os sistemas simples podem também formar um conjunto sofisticado, complicado, mas que não apresenta emergência, não é complexo. Exemplo: uma indústria química pode ser altamente complicada, mas seu funcionamento é incomparável à complexidade com que trabalha nosso fígado.

Possibilidades, probabilidades e propensões

Há muito se sabe que a mecânica estatística de Boltzmann-Gibbs é inadequada para a descrição de sistemas complexos, embora seu sucesso seja absoluto e triunfal no caso de sistemas simples. Não sabíamos como tratar estatisticamente a complexidade. Ainda não o sabemos, mas, nos últimos 15 anos, tem surgido um caminho promissor: uma generalização da mecânica estatística, conhecida como não extensiva, foi proposta, em 1988, pelo físico brasileiro Constantino Tsallis, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro (RJ).

A mecânica estatística não extensiva tem se mostrado hábil em descrever quantitativamente vários sistemas complexos, como os altamente turbulentos (ciclones e tornados), os gravitacionais (aglomerados multiestelares), os de partículas com altas energias (raios cósmicos que chegam à Terra), os terremotos, as propriedades magnéticas de algumas manganitas (materiais formados por átomos de oxigênio, manganês e terras raras), o comportamento oscilatório de aplicações financeiras, o modo como informações transitam pela internet.

Para entendermos como a mecânica estatística não extensiva trata sistemas complexos, analise-

REDUCCIONISMO E HOLISMO

O esquema reducionista foi proposto pelo matemático e filósofo francês René Descartes (1596-1650). Consiste basicamente em procurar decompor um dado problema em partes suficientemente simples, a ponto de conhecermos como tratá-las. Depois, recompô-lo, fazendo o caminho inverso. Esse procedimento teve, tem e seguramente ainda terá um sucesso fabuloso e é um dos elementos centrais do método científico. Praticamente todos os avanços científicos e tecnológicos até o momento o seguiram.

Mas os sistemas complexos têm algo de holístico, no sentido etimológico da palavra (do grego *holos*, que significa total, completo, inteiro). De certo modo, são indecomponíveis. Mas a característica holística, que seguramente representa um novo paradigma para a ciência, não rompe inteiramente com o reducionismo.

Até hoje, não conhecemos um procedimento completamente holístico que seja efetivo, quantitativo, realizável. Ao que tudo indica, o método científico não deve abandonar um esquema em benefício do outro, mas empregá-los cooperativamente, de forma similar ao aforismo 'pensar globalmente, agir localmente', propagado pelos movimentos ambientalistas, que muitas vezes o denominam paradigma 'glocal'.

mos dois conceitos essenciais da física: a energia e a entropia. A energia obedece a uma lei de conservação. Não é possível criá-la ou destruí-la: ela apenas muda de forma.

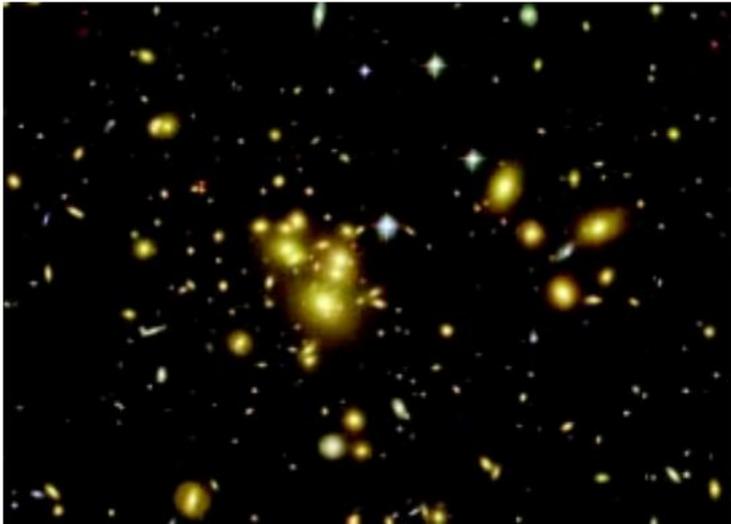
Já a entropia obedece a uma lei de evolução. Os sistemas naturais têm tendência espontânea a mudar seu estado em direção ao equilíbrio, e, nesse processo, sua entropia sempre cresce. A entropia é uma medida do grau de desordem, e, do ponto de vista estatístico, os estados desordenados são mais favorecidos que aqueles ordenados (usualmente, o número de estados desordenados é extremamente maior que o de ordenados).

A energia está relacionada com as possibilidades de um sistema, enquanto a entropia diz respeito às probabilidades de ocorrência daquelas possibilidades. A relação entre ambas é feita pela célebre fórmula de Boltzmann, que está inscrita na lápide de seu memorial, no cemitério central de Viena (Áustria). Se tivermos W possibilidades, a mecânica estatística de Boltzmann-Gibbs diz que sua entropia (representada pela letra S) é dada por:

$$S = k \ln W,$$

onde k é a constante de Boltzmann e \ln é o chamado 'logaritmo natural' – que tem como base o número e (2,718...), ou seja, \log_e . ▶

Aglomerados de estrelas estão entre os sistemas complexos que a mecânica estatística não extensiva procura explicar



NASA

Essa expressão matemática diz que a entropia (que mede o grau de desordem de um sistema) cresce com o número de possibilidades W que o sistema apresenta. Por outro lado, sabemos que o número W , por sua vez, cresce com a energia. Em resumo: a entropia sempre cresce com o aumento da energia. O quão rapidamente ocorre esse crescimento pode variar de um sistema a outro. Quando os sistemas são simples, o crescimento se dá

como prevê a fórmula de Boltzmann: ocorre de forma logarítmica com o número de possibilidades W , ou seja, mesmo que as possibilidades cresçam rapidamente, a desordem avança lentamente.

Já nos sistemas complexos, a desordem pode crescer mais rapidamente ou mais lentamente em relação à função logaritmo, ou seja, a velocidade com que cresce a desordem, à medida que aumenta o número de possibilidades de um sistema complexo, é diferente da velocidade de crescimento verificada nos sistemas simples.

Para caracterizar esse comportamento diferenciado, é necessário introduzir um novo elemento na equação matemática que acabamos de apresentar. Segundo o formalismo não extensivo, esse elemento é conhecido como índice entrópico, representado pela letra q . A entropia dita não extensiva formulada por Tsallis é dada por:

$$S_q = k \frac{W^{(1-q)} - 1}{1-q}$$

A MULTA E O PRÊMIO

O crescimento da energia de um sistema implica o crescimento do número de possibilidades, cada uma delas com certa probabilidade. Sistemas complexos apresentam diferentes propensões (no sentido de inclinação, tendência) para explorar suas possibilidades. É uma espécie de parcialidade, de viés. Um tornado, por exemplo, é um evento de ocorrência extremamente rara, pois, do ponto de vista microscópico, o deslocamento das moléculas de ar é dito correlacionado, ou seja, o deslocamento de uma delas depende do deslocamento das restantes. Isso faz com que elas sigam uma trajetória complexa, algo muito menos provável que o deslocamento seguindo trajetórias independentes, aleatórias, como o ar parado. Uma brisa ou mesmo um forte vento ainda podem ser fenômenos simples, mas decididamente não é o caso de um tornado. Nesse último, é como se houvesse uma tendência para a trajetória correlacionada, apesar de sua baixa probabilidade.

A propensão também pode ser ilustrada por

uma situação hipotética, algumas vezes utilizada pelo próprio Tsallis: considere que você tenha cometido uma infração e deva pagar uma multa de R\$ 800. Mas é dada a você a chance de participar de um jogo cuja probabilidade de perder é alta: digamos, 80%. Assim, se você ganhar, não precisa pagar a multa. Mas, se perder (probabilidade de 20%), pagará R\$ 1.000 em vez de R\$ 800. Mesmo assim, a maioria das pessoas opta por jogar.

Imagine, agora, que você tenha ganhado um prêmio de R\$ 800. Há uma alternativa de aumentar esse valor para R\$ 1.000, bastando, para isso, participar de um jogo com 80% de probabilidade de ganhar. Mas, se você perder (probabilidade de 20%), não levará nada. A maioria das pessoas prefere ficar com os R\$ 800 iniciais.

Ambas as situações têm duas possibilidades (jogar ou não), as probabilidades de ganho ou perda são idênticas, mas as propensões são diferenciadas. Sistemas simples são imparciais: não apresentam viés ou propensões. A mecânica estatística não extensiva é capaz de considerar, de forma quantitativa, essa propensão, através do índice entrópico.

Agora, precisamos usar a notação S_q para a entropia não extensiva, para diferenciá-la da entropia de Boltzmann-Gibbs (S). Essa nova equação tem a forma de uma lei de potência – note que W aparece elevado à potência $(1-q)$. Isso nos leva a três cenários relacionando o índice entrópico (q) e a desordem (S_q):

1. se $q < 1$, a desordem cresce mais rapidamente que o logaritmo de W ;

2. se $q > 1$, temos o contrário: a desordem cresce mais lentamente (mas sempre cresce);

3. se $q = 1$, um procedimento matemático (conhecido tecnicamente como limite) simplifica a equação da entropia não extensiva e a torna idêntica à fórmula de Boltzmann, fazendo com que a entropia de Boltzmann-Gibbs

seja um caso particular da entropia não extensiva.

Portanto, vale ressaltar que a mecânica estatística não extensiva é uma generalização da de Boltzmann-Gibbs e não uma alternativa a esta. Não é sua negação, mas uma ampliação de seu domínio de validade.

A denominação ‘extensiva’ representa, no jargão técnico, que a entropia do todo é a soma das entropias das partes. Daí surge a designação ‘não extensiva’ para o novo formalismo.

A mecânica estatística não extensiva introduziu o conceito de propensão, que, aliado aos conceitos de possibilidade e probabilidade, torna mais adequada a abordagem de sistemas complexos (ver ‘A multa e o prêmio’).

Uma ciência em construção

A mecânica estatística não extensiva ainda não é uma teoria completa, mas sim um formalismo em desenvolvimento. E, como toda construção humana, está sujeita a erros e acertos, desvios de caminho e correções de sua trajetória. Existem questões ainda não completamente esclarecidas, como o significado da temperatura e do calor nessa nova perspectiva. Mas sua potencialidade tem sido percebida por cerca de 1,3 mil cientistas, de aproximadamente 60 países, que estão empenhadamente trabalhando em suas conseqüências (ver

EM BUSCA DE CONEXÕES E ESTRUTURAS

O autor deste artigo tem realizado pesquisas em mecânica estatística não extensiva e suas conexões com sistemas complexos, usando abordagem computacional para investigar tanto sistemas constituídos por elementos que interagem a longas distâncias quanto conjuntos de equações matemáticas que geram comportamento caótico. Tem também contribuído com o desenvolvimento de estruturas matemáticas (em álgebra e em cálculo) que podem permitir melhor compreensão e fundamentação teórica da mecânica estatística não extensiva.

Uma bibliografia constantemente atualizada (a maior parte dela em inglês) sobre mecânica estatística não extensiva pode ser encontrada em <http://tsallis.cat.cbpf.br/biblio.htm>.

‘Em busca de conexões e estruturas’). Com alegria, vemos o Brasil se mantendo à frente dessas pesquisas, seja em número de cientistas, seja em número de publicações, um fato (ainda) pouco usual entre nós.

É importante frisar que todo esse desenvolvimento tem sido possível pelo uso dos modernos computadores, ferramentas que têm revolucionado não apenas nossa vida cotidiana, mas também o modo de se fazer ciência. Somando-se aos experimentos *in vivo* e *in vitro*, agora podemos realizar experimentos *in silico* (uma referência ao elemento químico silício, usado nos microprocessadores).

É um privilégio vivermos em uma época de mudança de paradigmas – como os descritos pelo historiador e filósofo da ciência norte-americano Thomas Kuhn (1922-1996) –, passando hoje do simples ao complexo. As idéias não extensivas têm tido o mérito de questionar conceitos da mecânica estatística de Boltzmann-Gibbs que antes passavam despercebidos.

Em nossa opinião, a mecânica estatística não extensiva representa uma conseqüência natural das idéias originais de Boltzmann e também do físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), que colocaram a mecânica como um dos atributos mais fundamentais do comportamento da natureza.

A mecânica estatística não extensiva tem aberto novas (e propensas!) abordagens para tratamentos unificados com outras ciências (ambientais, sociais, psicológicas etc.), principalmente com as ciências da vida. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

- BORGES, E. P.
‘Irreversibilidade, desordem e Incerteza: três visões da generalização do conceito de entropia’, in *Revista Brasileira de Ensino de Física* (SBF), dezembro de 1999.
(Disponível em: www.sbfisica.org.br/rbref/Vol21/Num4/v21_453.pdf)
- GELL-MANN, M. O.
quark e o jaguar – As aventuras no simples e no complexo. Rio de Janeiro, Editora Rocco, 1996.
- TSALLIS, C.
(cons. cient.)
Sistemas complexos – A fronteira entre a ordem e o caos. Rio de Janeiro, CBPF, 2003.
(Disponível em: www.cbpf.br/Publicacoes/)
- TSALLIS, C. ‘As distribuições de Lévy’, in *Revista Brasileira de Ensino de Física* (SBF), junho de 2000.
(Disponível em: www.sbfisica.org.br/rbref/Vol22/Num2/v22_156.pdf)

Abaixo as raças

As diferentes categorias raciais da humanidade são construções sociais e não têm qualquer respaldo genético. Apesar disso, esse conceito foi integrado à medicina e é usado para o estudo e sistematização das populações. A classificação por raças também tem sido usada para justificar a ordem social e a dominação de certos grupos por outros. Em termos de material genético ou DNA, os humanos são muito similares, já que o *Homo sapiens sapiens*, a subespécie à qual o homem moderno pertence, surgiu há 'apenas' 150 mil anos, na África. As diferenças morfológicas, como a cor da pele e a textura do cabelo, são ainda mais recentes, resultado das primeiras migrações, e representam apenas adaptações às diferentes condições geográficas e climáticas dos diferentes continentes. Portanto, o uso desse parâmetro para avaliações clínicas ou desenvolvimento de medicamentos é equivocado. Essa é a opinião do geneticista Sérgio Danilo Pena, do Departamento de Bioquímica e Imunologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que esteve no Rio de Janeiro em dezembro último para participar

do ciclo Vesalius de conferências, na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

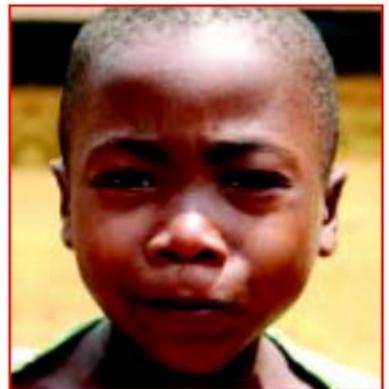
Segundo Pena, o conceito atual de raças foi fortemente influenciado pela classificação taxonômica proposta pelo antropólogo alemão Johann Friedrich Blumenbach (1752-1840) em 1795, na terceira edição de seu livro *De generis humani varietate nativa (Das variedades naturais da humanidade)*. O antropólogo dividiu a humanidade em cinco ramos raciais: caucasóide, mongolóide, etiópico, americano e malaio. Essa divisão tinha como base a origem geográfica dos povos e considerava os caucasóides, grupo que incluía nativos da Europa, do Oriente Médio, do norte da África e da Índia, como o tipo perfeito, já que Blumenbach acreditava que o berço da humanidade tivessem sido as montanhas do Cáucaso, na Geórgia.

No século 19, características morfológicas e estéticas se tornaram mais importantes para a identificação racial, e as classes criadas por Blumenbach passaram a ser associadas às cores da pele. Os caucasóides se tornaram 'brancos' e os africanos, ou etió-

picos, 'negros'. "Biologicamente, não faz sentido falar em raças humanas, já que esses traços respondem por uma parcela pequena do genoma", reforça o geneticista. "De fato, no fundo, somos todos africanos", acrescenta.

Ancestralidade africana

Para exemplificar a incapacidade de classificações raciais servirem como base para a medicina, Pena cita dois estudos realizados por seu grupo. Os pesquisadores utilizaram seqüências de DNA que variam entre as populações (polimorfismos) para investigar a correlação entre raça e ancestralidade. O primeiro trabalho foi feito com 173 indivíduos de Queixadinha, no município de Carajás, em Minas Gerais. Além de analisar os polimorfismos, dois observadores (um biólogo e um clínico), seguindo a classificação adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dividiram os participantes em brancos (29), pretos (30) ou pardos (114), baseando-se na cor da pele da porção interna do braço, na cor e textura do cabelo, na forma do nariz e dos lábios, e na cor dos olhos.



Com os resultados da pesquisa, os cientistas puderam calcular um Índice de Ancestralidade Africana (IAA) para cada indivíduo que participou do estudo. Os dados demonstraram haver uma alta variabilidade de IAA nas três classes de cor, bem como uma enorme sobreposição entre elas, diferentemente do que acontecia quando se analisavam portugueses ou africanos de São Tomé. “Os brancos de Queixadilha não são tão europeus quanto os portugueses, e os pretos não são tão africanos quanto os indivíduos de São Tomé”, explica Pena. O trabalho foi repetido em São Paulo (SP), com 916 pessoas, e obteve resultados similares. Ou seja, a grande miscigenação da população brasileira torna não confiável o uso de características físicas para identificar grupos de cor.

“Mesmo em locais onde não há tanta miscigenação, como nos Estados Unidos, esse tipo de classificação não é eficiente”, ressalta o geneticista. Ele conta que há grande variedade genética entre os indivíduos, de modo que não é possível ter certeza sobre respostas terapêuticas supostamente derivadas de características “raciais”. Pena vê com cautela medicamentos que alegam ter eficácia ou efeitos colaterais diferenciados em membros de raças distintas, que é o caso de 15 dos 185 novos remédios introduzidos no mercado norte-americano entre

1995 e 1998. Em 2005, por exemplo, a Federal Drug Administration, órgão de vigilância sanitária dos Estados Unidos, aprovou a comercialização do BiDil, droga para o tratamento de insuficiência cardíaca congestiva em negros.

“A atuação dessas drogas se baseia em um determinado perfil farmacogenético. Não há como saber se um indivíduo possui as características necessárias a não ser que se façam os testes genômicos apropriados. Pertencer a uma ‘raça’ não é garantia de sucesso, pois, no consultório, trata-se o paciente de modo individual”, observa o geneticista. Ele vai mais longe e diz que as pesquisas médicas já feitas, baseadas unicamente na avaliação de cor, são de valor discutível. “Todas deveriam ser urgentemente refeitas levando em conta os novos conhecimentos genômicos”, afirma.

Além de abolir o conceito de raça da medicina, Pena acredita que se deve ‘desracializar’ a sociedade. Para ele, a política de cotas para o ingresso na universidade deveria ser direcionada para estudantes de escolas públicas, em vez de negros. “Corremos o risco de polarizar ainda mais a questão racial”, conclui.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ



NEUROLOGIA

LANÇADO O INSTITUTO VIRTUAL DE CÉLULAS-TRONCO

Inspirado em iniciativas norte-americanas e brasileiras, o Instituto Virtual de Células-Tronco (IVCT), lançado em novem-



bro de 2005, visa contribuir para o desenvolvimento dos estudos nacionais nessa área, promovendo colaborações e reuniões científicas, padronizando a pesquisa e realizando atividades de divulgação. O IVCT não possui sede física, mas sim uma página (<http://www.ivct.com.br>) na internet que servirá como ponto de encontro para os pesquisadores.

Inicialmente, o Instituto reunirá 41 equipes de 23 instituições espalhadas por 10 estados. “Todas foram contempladas com recursos dos ministérios da Saúde e da Ciência e Tecnologia, no valor de R\$ 11 milhões, para o estudo de células-tronco embrionárias e adultas”, conta o neurocientista Stevens Rehen, professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro e idealizador do Instituto. Segundo ele, uma das principais atividades do IVCT é criar procedimentos comuns para os diversos grupos de pesquisa do país. “Se cada grupo tiver seu próprio protocolo, vai ser muito difícil comparar os resultados e converter isso em inovação, pois as conclusões podem ser influenciadas por aspectos como o meio de cultura ou os reagentes utilizados”, justifica Rehen. Além de hospedar protocolos de experiências, que seriam atualizados pela comunidade, e informações para o treinamento de cientistas, o IVCT também facilitará, no futuro, a derivação de linhagens brasileiras de células-tronco embrionárias humanas.

A SBPC realizou, em dezembro último, na cidade de São Paulo (SP), uma demonstração do sistema nacional de televisão digital, desenvolvido por 22 universidades públicas e privadas. Segundo os pesquisadores, o projeto, que contou com R\$ 38 milhões em investimentos federais em 2005, está concluído e já conta com 15 protótipos do equipamento (caixa de conversão). Uma das vantagens do modelo brasileiro é a economia de 20% em despesas de *royalties* para o país. O governo deve apresentar o relatório final com uma proposta de configuração para o sistema de TV digital a ser adotado no Brasil até o dia 15 de fevereiro.



Vista aérea das instalações de um dos quatro 'olhos de mosca' do Observatório Pierre Auger

FÍSICA Inaugurado observatório que caça partículas cósmicas misteriosas

Os zévatrons estão chegando

Dez anos depois do início de sua construção, o Observatório Pierre Auger, a maior instalação do planeta para o estudo de raios cósmicos ultra-energéticos, apresentou seus primeiros dados científicos durante as comemorações de sua inauguração oficial. Ocupando milhares de km² nos pampas argentinos, a missão desse ambicioso projeto é desvendar a natureza e a origem das partículas de maior energia do universo.

Raios cósmicos são núcleos atômicos que penetram a atmosfera terrestre e, a dezenas de km de altitude, colidem com núcleos de moléculas que formam o ar. Os fragmentos desse primeiro choque sofrem novas colisões e geram uma 'chuveirada', com até dezenas de bilhões de partículas,

que viaja rumo ao chão praticamente à velocidade da luz (300 mil km/s), podendo varrer dezenas de km² – por sinal, Pierre Auger (1899-1993) é o nome do físico francês que descobriu esse fenômeno, batizado tecnicamente chuvaire aéreo extenso.

Para medir energia, os físicos usam uma grandeza, o elétron-volt (eV), cuja unidade (1 eV) é diminuta se comparada com níveis energéticos do mundo macroscópico. Com base nela, os raios cósmicos são classificados em três categorias: i) os pouco energéticos (até 1 bilhão de elétrons-volt, 10⁹ eV); ii) os de energia moderada (até 10¹⁸ eV); iii) os ultra-energéticos (ou zévatrons). É consenso que os dois primeiros tipos sejam acelerados por su-

pernovas (estrelas que explodem no final da vida) dentro dos domínios de nossa galáxia. A origem dos ultra-energéticos é provavelmente extragaláctica.

Enigma do universo

Mas de onde viriam os zévatrons, que começam na casa dos 10²⁰ eV, um patamar cerca de 100 milhões acima do obtido nos atuais aceleradores de partículas? Que mecanismos fariam esses viajantes espaciais atingir 99,99999999999999999999% da velocidade da luz? Os zévatrons seriam prótons? Ou núcleos 'pesadíssimos' como o do elemento químico ferro? "Essas questões estão entre os enigmas mais importantes da ciência deste século", diz o físico Ronald Shellard,

do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro (RJ), e um dos primeiros brasileiros a embarcar no Auger.

Desde que o primeiro zévatron foi detectado em 1962, teóricos trataram de lançar hipóteses sobre a misteriosa identidade desses aceleradores cósmicos. Buracos negros ciclóticos? Estrelas de nêutrons com campos magnéticos intensos? Partículas exóticas e impensavelmente maciças? Galáxias colidindo? Pedacos do espaço que 'esqueceram' de explodir na formação do universo? (ver 'Um Einstein' gigantesco nos pampas' em *CH* n° 214).

Trilhões de vezes menor que um grão de areia, um zévatron pode carregar energias macroscópicas. Receita para um desastre natural: faça um núcleo atômico crescer até atingir a desprezível massa de um miligrama. Agora dê a ele a energia de um zévatron e o lance contra a atmosfera terrestre. O impacto seria equivalente ao de um asteroide com a massa do monte Everest (8.848 m), viajando a 200 mil km/h.

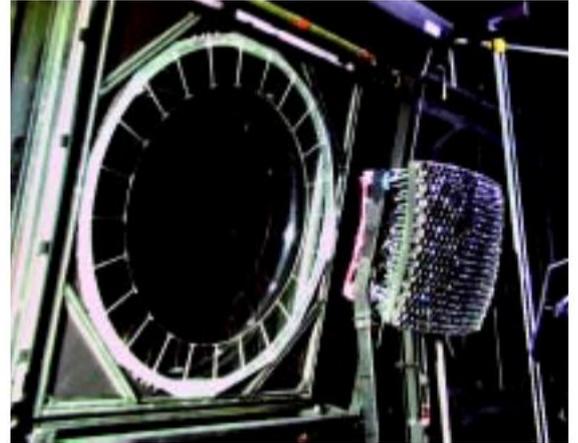
Os menos energéticos chegam à Terra em hordas (10 mil por m² por segundo). Para os moderados, essa quantidade cai para algo em torno de 10. Mas o fluxo dos zéva-

trons é frustrante: um por km² por ano ou, para os mais energéticos entre os energéticos, esse intervalo temporal pode se dilatar para um século. Obviamente, não seria o caso de espalhar detectores por 1 km² e esperar até 100 anos para capturar um deles. A saída é expandir a área. No caso do Auger, são 3 mil km² (três vezes o município do Rio de Janeiro).

Detectores de água

Ao todo, o Auger terá uma malha de 1,6 mil detectores, separados uns dos outros por 1,5 km (mil deles já estão instalados e funcionando). Cada detector é formado por um tanque plástico (3,5 m de diâmetro e 1,5 m de altura), contendo 12 toneladas de água ultrapura, para evitar a presença de bactérias que poderiam turvá-la.

A chuvarada que chega ao solo é formada principalmente por dois tipos de partículas: elétrons e os primos mais 'pesados' destes, os múons. Ao atravessar a água dos tanques, essas partículas emitem luz ultravioleta, que é captada por três sensores (fotomultiplicadoras). Imediatamente, a parte eletrônica do detector envia, via telefonia celular, um sinal para o 'quartel-general' do Auger, onde ocorre a análise de dados.



Cada tanque tem ainda um GPS (sistema de posicionamento global), que age como um relógio, marcando, com precisão de bilionésimos de segundo, o tempo que o chuveiro aéreo, que geralmente chega inclinado em relação ao solo, leva para 'aterrissar'. Toda essa eletrônica é alimentada por baterias, que, por sua vez, são carregadas por painéis solares. Mesmo nos casos de dias sem sol, as baterias agüentam o repuxo por cerca de 10 dias ininterruptos.

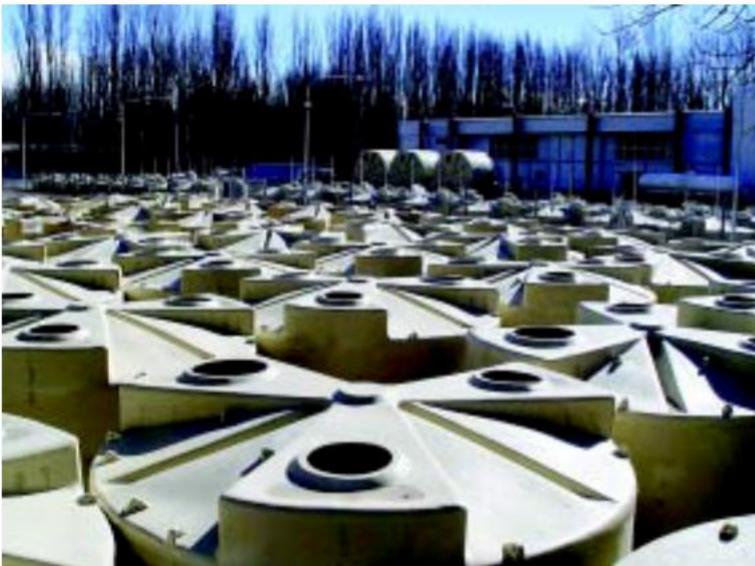
Olhos de mosca

O Auger é um observatório híbrido. Explica-se. Além dos detectores, quatro 'olhos de mosca', estrategicamente posicionados na fronteira da rede de tanques, perscrutam o céu noturno sem nuvens e com luar fraco. Objetivo: detectar a luz extremamente tênue, também ultravioleta, gerada pela interação das partículas do chuveiro com as moléculas de nitrogênio do ar.

Cada olho contém seis telescópios, formados por uma colméia de espelhos curvos que captam essa radiação e a jogam sobre 440 sensores (fotomultiplicadoras, que lembram um olho de mosca, daí o nome) para ser amplificada. "Um telescópio desse tipo é capaz de detectar uma lâmpada de apenas quatro watts, cruzando o céu à velocidade da luz, a uma

Um dos 24 telescópios distribuídos em quatro instalações na periferia da rede de detectores. À direita, lembrando um olho de mosca, arranjo com 440 sensores e, à esquerda, filtro que só permite a passagem de luz ultravioleta

Tanques plásticos, construídos no Brasil, esperam, do lado de fora da oficina do Observatório, pelo processo de montagem



IMPACTO AOS PÉS DOS ANDES

Os primeiros dados científicos do Auger ainda não permitem dizer de onde vêm os zévatrons, mas outro resultado do observatório é evidente: o impacto social, econômico e cultural sobre Malargüe, cidade na província de Mendoza, nos pampas do oeste argentino, onde foi instalado o observatório.

Aos pés dos Andes, Malargüe, com 26 mil habitantes, viu seu cotidiano transformado nos



últimos 10 anos, quando o Auger chegou lá. Paul Mantsch, pesquisador do Fermilab (Estados Unidos) e administrador do projeto, diz que a relação do Auger com a população local é “excepcionalmente boa”. Raúl Rodríguez, prefeito da cidade, dá a entender que o sentimento é recíproco em relação ao Auger, que virou atração turística. Segundo ele, a cidade já oferecia dois atrativos: neve e natureza. “Agora, temos também o produto ciência”, afirma. A razão é que muitos dos turistas que chegam, entre junho e julho, ao aeroporto de Malargüe, rumo a Las Leñas (famosa estação de esqui a cerca de uma hora e meia de carro dali), acabam querendo conhecer a sede do observatório, cuja arquitetura moderna se destaca na avenida principal. Segundo Mantsch, de 5 mil a 6 mil pessoas por ano passam pelo

Centro de Visitação do Auger.

De uma hora para outra, comerciantes, garçons e recepcionistas passaram a lidar com visitantes cujo espanhol, muitas vezes, se resume a um *muchas gracias*. A prefeitura então decidiu construir, em Malargüe, uma escola de inglês (hoje com 500 alunos), apadrinhada pela Universidade de Congresso, na cidade de Mendoza. Restaurantes e hotéis, por exemplo, aumentaram o faturamento.

O prefeito destaca, entre os convênios internacionais pós-Auguer, um com a Universidade de Michigan (Estados Unidos), que permitiu enviar para lá três malargüinos para estudar engenharia. “Já pensamos em abrir nossa própria universidade”, revela Rodríguez. A mais próxima – uma subsele da Universidade de Mendoza – fica em San Rafael, a 200 km dali.

FOTOS DIVULGAÇÃO/PIERRE AUGER

distância de 15 km”, compara o físico Carlos Ourivio Escobar, do Instituto de Física Gleb Wataghin da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e coordenador do Auger no Brasil, onde há oito instituições participantes. Ao todo, 16 países integram o projeto, orçado em US\$ 50 milhões. Trabalham nele cerca de 250 físicos e 100 engenheiros especializados.

Três candidatos

De certa forma, o Observatório Auger representa uma segunda ‘era de ouro’ no estudo dos raios cósmicos. A primeira começou na década de 1930 e atingiu seu ponto alto na seguinte, quando foram detectadas várias partículas com o uso de emulsões nucleares (chapas fotográficas especiais). É dessa época a detec-

ção do méson pi (ou pión), feita pelo grupo da Universidade de Bristol (Inglaterra), com participação decisiva do físico brasileiro César Lattes (1924-2005).

Os resultados apresentados agora pelo Auger ainda não permitem apontar a direção do céu da qual chegam os ultra-energéticos. “Esses resultados representam apenas três meses de funcionamento. Precisamos ser pacientes e esperar por mais dados”, justifica o físico norte-americano James Cronin, prêmio Nobel de 1980 e um dos idealizadores do projeto, juntamente com o escocês Alan Watson e o francês Murat Boratav. Para investigar o céu setentrional, o Auger terá um gêmeo no Colorado (Estados Unidos).

O Auger já tem três candidatos a zévatron. “Infelizmente, o que nos pareceu mais energético

caiu meio fora da rede de detectores”, explica o francês Antoine Letessier-Selvon, responsável pela análise dos dados. Suspeita-se que a energia seja de 2×10^{20} eV.

Pelas próximas duas décadas, os pesquisadores esperam detectar cerca de 50 ultra-energéticos por ano. E, com base nessa estatística mais sólida, elucidar a direção no céu da qual vêm esses petardos espaciais. Daí, o próximo passo será apontar sondas e telescópios para lá, na esperança de solucionar um dos maiores enigmas da ciência.

Cássio Leite Vieira*

Ciência Hoje /RJ

* O repórter viajou a Malargüe a convite da organização do evento

TECNOLOGIA Novo soro antiofídico é mais resistente e pode chegar a populações isoladas

Socorro em pó

O primeiro soro antiofídico em pó fabricado no Brasil dura três vezes mais que o líquido e suporta temperaturas de até 56°C. Produzido pelo Instituto Butantan, em parceria com o Instituto de Biologia do Exército (IBEX), o soro deve chegar em locais onde não há energia elétrica, portanto de impossível refrigeração – condição necessária para manutenção da qualidade do soro líquido, que deve permanecer a temperaturas de 2°C a 8°C. Nessas locais, as picadas de serpentes são mais comuns.

O processo de fabricação do soro em pó é semelhante ao do líquido. Doses de veneno de um gênero de ofídio são introduzidas em um equídeo (mamíferos como o cavalo, o jumento e a zebra). O animal, então, produz imunoglobulinas (anticorpos), que são retiradas de seu plasma e enviadas para laboratório para a confecção do soro, onde ele é transformado em pó durante o processo de liofilização. Trata-se de um método de dessecação, que utiliza o vácuo para retirar a água de um corpo previamente congelado.

Para a aplicação na vítima, o soro liofilizado deve retornar ao estado líquido. Dessa forma, mistura-se ao pó 20 ml de água destilada e 200 ml de soro fisiológico a 0,9%. Após a diluição, o soro é aplicado por via intravenosa. A dosagem depende do tipo de cobra e da gravidade da picada, que pode ser classificada em leve, moderada e grave.

Segundo o major Iran Mendonça da Silva, pesquisador e médico infectologista do IBEX, em tese, não há contra-indica-

ções para o soro liofilizado, que pode ser usado para neutralizar os venenos de jararacas, cascavéis e surucucus, as três principais causadoras de acidentes com ofídios no Brasil. Porém, como o produto ainda está em fase de testes e não obteve um registro provisório da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), por enquanto ele só será aplicado em pessoas entre 12 e 70 anos, mediante a assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido pelo acidentado ou por seu representante. Mulheres grávidas também estão de fora dessa primeira fase de aplicação. “Quando o produto obtiver um registro provisório poderá ser produzido e empregado em uma escala maior, mas ainda sob vigilância”, informa Mendonça da Silva.

O major explica que a única limitação do soro é que ele só pode ser aplicado por um médico. “Isso é uma exigência, pois, além de ser necessário indicar e dosar corretamente o produto, deve-se observar o paciente e intervir com



O processo de fabricação do soro em pó é semelhante ao do líquido, com a diferença de que o produto passa por um método de dessecação em laboratório



outros medicamentos injetáveis em caso de reações adversas”, explica.

O fato de o produto suportar condições adversas de temperatura e resistir por um período de até oito anos foram os principais motivos que levaram o Exército a investir em sua produção. “O soro tem uma importância estratégica para as tropas que estão isoladas na selva amazônica”, explica o infectologista.

Em uma parceria com a Fundação de Medicina Tropical de Manaus (AM), o soro foi testado em quatro pacientes da região. De acordo com o major, o resultado foi positivo e ficou dentro da expectativa em relação à segurança e eficácia do produto. O grupo de pesquisadores acaba de assinar um convênio com o Hospital Geral de Roraima (HGR) para atender acidentados por cascavéis. Segundo o major, esse gênero de ofídio é bastante comum naquele estado, apesar de raro na Amazônia.

O novo soro antiofídico suporta condições adversas de temperatura e dura até oito anos

Júlio Molica
Ciência Hoje/RJ

Reconhecimento à matemática brasileira

Um brasileiro é o primeiro vencedor do Prêmio Srinivasa Ramanujan, criado em 2005 pelo Centro Internacional de Física Teórica (ICTP) e pela União Matemática Internacional (IMU) para promover e dar visibilidade, na comunidade matemática mundial, aos grandes talentos jovens – com menos de 45 anos – que tenham produzido a maior parte de sua obra científica em países em desenvolvimento. O agraciado, o matemático Marcelo Viana, pesquisador titular do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa), estuda os chamados sistemas dinâmicos (fenômenos que evoluem no tempo, como o crescimento da população, a variação climática e a movimentação dos astros), sobre os quais já publicou mais de 50 artigos em periódicos especializados (ver 'Esculpindo a matemática', em CH 160).

Além da produção científica de destaque, Viana tem dedicado especial atenção à formação de jovens matemáticos. "Estou apaixonado por esse trabalho. Há no Brasil uma carência de matemáticos; por isso, considero uma das tarefas mais nobres formar e atrair jovens para a carreira na área", afirma o pesquisador de 43 anos. No Impa, ele orienta alunos de pós-graduação – 17 doutores e três mestres já se formaram sob sua orientação – e participa do programa de intercâmbio com outras instituições de ensino e pesquisa do país.

Há três anos como coordenador científico da União Matemática da América Latina e Caribe, Viana busca disseminar o conhecimento matemático em toda a região, através da realização de cursos, congressos e eventos, principalmente nos países em que a matemática ainda é pouco desenvolvida. Não é a primeira vez que recebe um prêmio por seu trabalho. Já foi contemplado com honrarias do governo brasileiro – a Grã-Cruz do Mérito Científico –, da União Matemática da América Latina e Caribe, da Academia de Ciências dos Países em Desenvolvimento e da Academia de Ciências Exatas Engenheiro Antonio José de Almeida (Portugal).

O pesquisador elogia a iniciativa do ICTP de instituir um novo prêmio para a área de matemática. Para ele, essa é uma ótima maneira de incentivar jovens matemáticos e de aumentar seu empenho.

A cerimônia de entrega do prêmio, criado em homenagem ao renomado matemático indiano Srinivasa Ramanujan (1887-1920), foi realizada em 15 de dezembro de 2005, no auditório principal

do ICTP, em Trieste, na Itália. Além de fazer uma apresentação científica sobre atratores estranhos (conceitos relacionados à dificuldade de fazer previsões de tempo precisas), Viana falou da responsabilidade social do cientista, que tem o dever de contribuir para a disseminação do conhecimento matemático. "Nosso trabalho se justifica pela nossa criação intelectual, mas não temos o direito de nos fechar, temos a obrigação social de distribuir conhecimento e contribuir para a melhora do ensino da matemática. Nenhum cientista está completo se não cumprir com essa responsabilidade."

Para o matemático Jacob Palis, pesquisador do Impa, vice-presidente da Academia Brasileira de Ciências e um dos idealizadores do prêmio, a escolha de Marcelo Viana é pertinente. "Ela confirma seu grande talento, competência e criatividade e representa um reconhecimento internacional em relação à matemática brasileira, a mais destacada dos países em desenvolvimento." Palis foi orientador de Viana durante o doutorado realizado no Impa, onde hoje trabalham em conjunto na área de sistemas dinâmicos.

O prêmio do ICTP, no valor de US\$ 10 mil, será financiado, nos primeiros cinco anos, pela Fundação Abel, da Noruega, a mesma organização que patrocina o Prêmio Abel – a maior honraria no campo da matemática.

Carla Almeida

Especial para *Ciência Hoje*/RJ



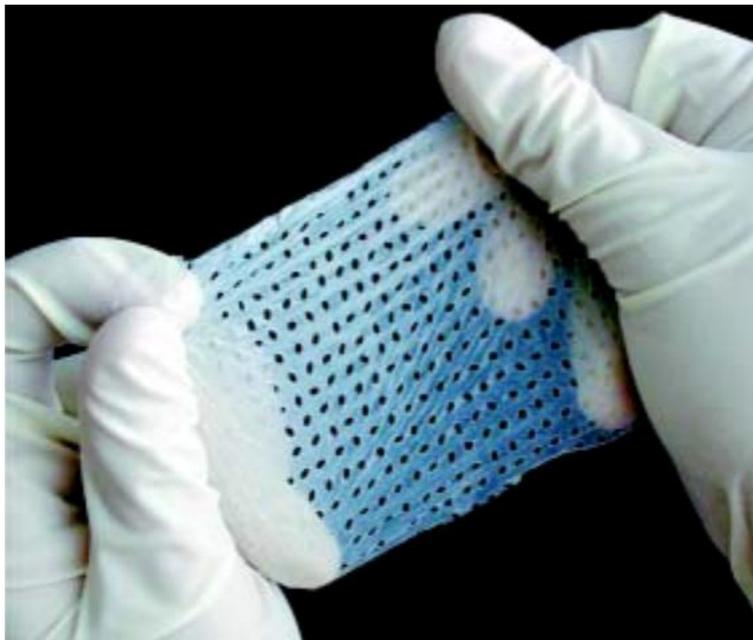
O matemático Marcelo Viana, do Impa, recebeu o Prêmio Srinivasa Ramanujan por seus trabalhos na área de sistemas dinâmicos

BIOTECNOLOGIA Membrana porosa permite melhor regeneração de lesões da derme e epiderme

Quase uma nova pele

Uma membrana regeneradora porosa adequada para tratar qualquer tipo de lesão da pele foi desenvolvida em conjunto pelo angiologista e cirurgião vascular Julio Pierin Siqueira e pelo engenheiro João Carlos Moreschi, da Universidade Federal do Paraná. O baixo custo e o fato de não causar dor ou reações alérgicas são outras virtudes do produto, denominado Membracel (nome comercial para *membrana celulósica*). Após obter registro no Ministério da Saúde e no órgão norte-americano que controla a produção e comercialização de remédios e alimentos (Food and Drug Administration, FDA), o novo curativo está sendo testado no Brasil e em países da Europa e América Latina. O laboratório em que é produzido se localiza no município paranaense de Almirante Tamandaré, na região metropolitana de Curitiba.

Por ser porosa, a membrana permite melhor regeneração dos tecidos da pele, o que a diferencia dos mais de dois mil tipos de curativos do gênero existentes no mundo. O objetivo era criar uma

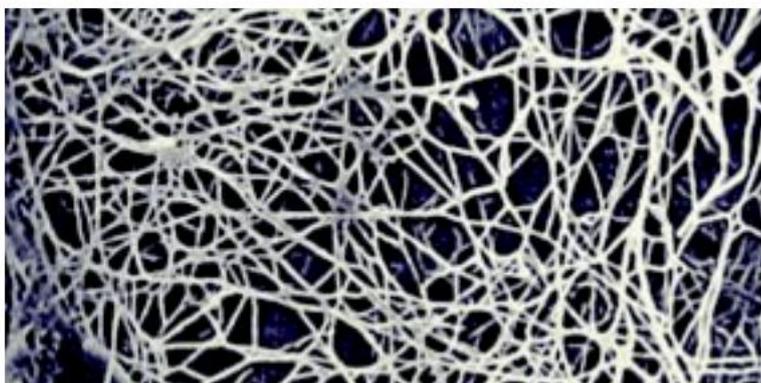


Membrana regeneradora porosa (Membracel). Pode-se notar sua alta maleabilidade e resistência no estado úmido

membrana que imitasse a pele. “Ao permitir a manutenção do líquido orgânico da lesão e a troca gasosa, o novo curativo reduz significativamente ou mesmo elimina a possibilidade de infecção”, explica Moreschi. Ele é indicado principalmente em casos de feridas

crônicas e lesões extensas, normalmente causadas por queimaduras, mas pode ser usado também em úlceras, escoriações ou qualquer outro ferimento.

A fabricação do produto emprega processos biotecnológicos. A bactéria *Acetobacter xylinum*, cultivada em meio específico, produz a chamada celulose bacteriana, que, depois de purificada, é utilizada para dar origem à membrana. Por essa via os pesquisadores puderam chegar a uma película extremamente fina e resistente, que em seguida é perfurada artificialmente. O diâmetro dos poros varia segundo a lesão a ser tratada, indo de 0,2 mm a 3 mm.



Microestrutura da membrana regeneradora porosa, formada por filamentos celulósicos sintetizados pela bactéria *Acetobacter acetii*, subespécie *xylinum* (aumento de 38 mil vezes)

Gabriela Diniz
Especial para *Ciência Hoje*/PR

FOTOS: CEDIDAS PELA MEMBRACEL - PRODUTOS BIOTECNOLÓGICOS LTDA.

Reescrevendo o passado

A datação das peças de cerâmica encontradas em Santa Catarina, entre elas oferendas funerárias associadas aos corpos de um adulto e uma criança em um centro cerimonial *Xockleng* (foto), mostra que a migração desse grupo para o Sul ocorreu há 4.860 anos, cerca de 3 mil anos antes do que se acreditava

Recentes descobertas arqueológicas sugerem mudanças nas hipóteses hoje aceitas sobre a migração e a organização social dos povos que viveram no território de Santa Catarina na pré-história (período anterior ao surgimento da escrita). Pesquisadores da Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul) encontraram vestígios que mostram que a ocupação dessa área pelos povos Gês (originários do Brasil central) é muito mais antiga do que se imagina: ocorreu 4.860 anos atrás, e não há cerca de 1.800 anos. Além disso, a identificação de restos de milho em vasos de cerâmica e a disposição das peças nos sítios arqueológicos indicam que esses grupos já praticavam a agricultura e tinham um sistema econômico mais complexo do que o caçador-coletor, atribuído a eles até então.

O trabalho teve início em 2000, durante a avaliação de impacto ambiental feita por pesquisadores do Laboratório de Antropologia Cultural e Arqueologia da Unisul Business School para a



construção de uma usina hidrelétrica no vale do rio Canoas, que abrange os municípios de Celso Ramos, Abdon Batista, Anita Garibaldi e Campos Novos, em Santa Catarina. Segundo o responsável pelo Laboratório, o arqueólogo Marco Aurélio Nadal De Masi, foram encontrados 240 sítios arqueológicos, que, a partir da análise de sua distribuição espacial e composição, foram enquadrados em diversas categorias: sítios cerâmicos, sítios líticos de superfície com grandes artefatos de pedra (bifaces), sítios de pontas de flechas de pedra, cemitérios e centros cerimoniais.

Quando a obra da hidrelétrica

foi implantada, a equipe iniciou um projeto de salvamento arqueológico, que totalizou cerca de 100 mil peças coletadas. “Nesse trabalho de recuperação, testamos um modelo de ocupação, organização social e comportamento baseado nos dados etno-históricos dos índios *Kaingang*, de origem Gê”, conta De Masi. Ele explica que esse grupo é usado tradicionalmente como referência em estudos arqueológicos na região porque a área atualmente é ocupada por seus descendentes. Mas esse modelo logo foi descartado, porque a equipe encontrou restos de dois corpos (um adulto e uma criança) cremados, forma de se-



FOTOS MARCO AURÉLIO NADAL DE MASI

Um estudo de impacto ambiental para a construção de uma hidrelétrica revelou 240 sítios arqueológicos no vale do rio Canoas (SC), onde foram encontradas, entre outras peças, fogueiras intactas (A) e uma estatueta feminina (B) em centros cerimoniais atribuídos aos índios *Xockleng*, povo que migrou do Brasil central para o Sul na pré-história

pultamento típica de outro grupo Gê, o *Xockleng*, que chegou à região há mais tempo e também tem descendentes vivos.

Os dados arqueológicos conhecidos até então indicavam que os Gês migraram para a área de Santa Catarina no ano 200 d.C. Agora, a análise de cerâmicas atribuídas a esses grupos encontradas no vale do rio Canoas mostra que essa migração é muito mais antiga, tendo ocorrido há 4.860 anos. “Esses indícios permitem repensar a hipótese atualmente aceita de ocupação do sul do Brasil por povos pré-históricos”, diz De Masi.

Sociedade e economia complexas

O estudo das peças de cerâmica revelou ainda a presença de vestígios de milho datados de 4.350 anos atrás, o que indica que esses grupos eram agricultores naquela época. “É a primeira prova arqueológica de que a população da região já se organizava em um sistema econômico mais complexo, que exigia maior permanência de tempo em determinados locais para cultivar a terra e tirar dela o sustento”, ressalta o pesquisador. Segundo ele, os *Xocklengs* sempre foram classificados como povos caçadores-coletores, essencialmente nômades, e ainda hoje guardam essas características. “Acreditamos que eles tenham adquirido esse comportamento por causa da pressão colonial”, pondera, acrescentando que os vestígios de milho mais recentes encontrados datam de 1600 d.C, época do contato com os povos ditos ‘civilizados’.

Os pesquisadores acharam evidências de que esse grupo também tinha uma organização social mais complexa, com uma divisão hierárquica. De Masi conta que em um dos sítios foi identificado um centro cerimonial circular de 60 m de diâmetro, formado por 12 fogueiras intactas e uma depressão central com reves-

timento de argila. Nas proximidades, foram encontrados em um montículo os corpos de um adulto e uma criança cremados (datados de 1350 d.C.) e oferendas funerárias. “Para essa mesma época, descobrimos um sepultamento coletivo, com seis pessoas enterradas umas em cima das outras, em um local bem menor, o que indica a existência de hierarquia social”, conta o arqueólogo.

A partir do trabalho nos sítios do vale do rio Canoas, a equipe propõe uma mudança na abordagem adotada atualmente pelos arqueólogos para o estudo de peças coletadas. Segundo De Masi, hoje o material é classificado em diferentes culturas arqueológicas. Os sítios com pontas de flecha de pedra são chamados de Tradição Umbu e os que abrigam objetos grandes de pedra lascada (bifaces) usados para trabalhar a terra se enquadram na Tradição Humaitá, ambas associadas a povos caçadores-coletores; já os que têm estruturas subterrâneas e objetos de cerâmica são incluídos na Tradição Taquara, normalmente relacionada aos *Kaingangs*.

No entanto, o pesquisador defende que os sítios arqueológicos representam locais de funções diferentes, que podem estar associadas a um mesmo grupo. Assim, a Tradição Umbu (que inclui pontas de flechas, artefato próprio para a caça) também pode fazer parte da cultura de povos agricultores, como ficou evidenciado nas descobertas. Ele explica que, na cultura *Xockleng*, os sítios de pontas de flechas seriam acampamentos de caça, os sítios de grandes objetos de pedra corresponderiam às áreas de roçado, os sítios subterrâneos (buracos com depressões centrais de até 4 m de profundidade) teriam a função de estocar alimentos e os sítios de superfície, onde foi encontrada a maior parte das evidências arqueológicas, seriam o local das habitações (aldeias).



Na abordagem arqueológica tradicional, contestada pelos pesquisadores da Unisul, as pontas de flechas são atribuídas à Tradição Umbu (A) e os grandes artefatos de pedra (bifaces) são associados à Tradição Humaitá (B)

Como foram descobertos diversos sítios intactos, a Unisul criou o projeto Danceiros (nome popular dado aos sítios cerimoniais, onde os índios costumavam realizar suas danças), que inclui a continuidade das pesquisas em cinco sítios que não serão afetados pela obra e o gerenciamento cultural do local. A empresa responsável pela usina adquiriu as áreas onde se localizam esses sítios e construiu quatro museus, inaugurados no final de 2005, um em cada município abrangido pela hidrelétrica, para abrigar todas as peças coletadas. “Queremos implementar o turismo cultural na região e envolver a comunidade local, inclusive os *Xocklengs*, nessas ações”, planeja De Masi.

Thaís Fernandes
Ciência Hoje/RJ

Herança fragmentada

Antes da aceleração da destruição da mata atlântica, que começou há cerca de 200 anos, as populações de mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) possuíam grande variabilidade genética, com pelo menos 19 linhagens maternas (haplótipos). No entanto, o desmatamento teve efeito não só na vegetação, como também nesses animais, naturais do estado do Rio de Janeiro, onde hoje só existem seis dessas linhagens. Esse foi o resultado de uma pesquisa conduzida pela Associação Mico-leão-dourado e a Universidade Estadual Norte-Fluminense (Uenf).

O trabalho começou quando a geneticista norte-americana Lisa Forman, então do Instituto



Smithsonian (Estados Unidos), constatou a baixa diversidade genética das populações desse animal. Isso motivou a bióloga Adriana Daudt Grativol, da Associação Mico-leão-dourado, a com-

parar, durante sua tese de mestrado, quatro populações selvagens desses primatas, localizadas em Búzios, Cabo Frio, Poço das Antas e Rio São João. Grativol descobriu que os micos tinham alto grau de estruturação em seus genes, ou seja, determinadas cópias (alelos) só estavam presentes em certas populações. “Diante dessa informação, resolvemos estudar se esse fenômeno fazia parte da história evolutiva desses animais ou se foi resultado da fragmentação de seu hábitat, a mata atlântica”, conta a bióloga.

Araras-azuis no Refúgio Ecológico Caiman, no Pantanal Mato-grossense (à direita). O Projeto Onça-pintada atua no Pantanal, desde 2002, implementando estratégias para preservar a espécie (abaixo)

ARARAS, PAPAGAIOS E OUTROS BICHOS

O mico-leão-dourado não é o único animal ameaçado que conta com um projeto para a sua conservação. O Refúgio Ecológico Caiman, no Mato Grosso do Sul, concentra três iniciativas que visam à proteção de espécies em perigo de extinção. Uma delas é o Projeto Arara-azul, criado pela bióloga Neiva Maria Robaldo Guedes, em 1990, e que visa ao manejo da população e da biodiversidade desse animal (*Anodorhynchus hyacinthinus*). O refúgio conta com um total de 124 ninhos, sendo 66 naturais e 58 artificiais. O local também faz parte dos 285 mil hectares que formam a maior área de proteção para a onça-pintada (*Panthera onca*) no Pantanal. O

Projeto Onça-pintada atua na região, desde 2002, implementando estratégias para preservar a espécie. O refúgio Caiman também apóia o Projeto Papagaio-verdadeiro, criado pela ecóloga Gláucia Seixas para avaliar o impacto das ações humanas sobre esse animal (*Amazona aestiva*) e entender sua biologia. O projeto monitora ovos, filhotes e dormitórios coletivos, bem como o padrão de atividade diária e o uso dos recursos naturais para alimentação. Além dessas iniciativas, o refúgio abriga, desde 2004, uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) com 5,6 mil ha, onde se encontram 40 espécies de mamíferos, 368 de aves, 15 de répteis, quatro de anfíbios e 21 de peixes.



Linhagem materna

Para essa nova investigação, desenvolvida por Grativol em seu doutorado, a bióloga usou a técnica de DNA antigo, que permite extrair amostras genéticas de espécimes mortos, porém preservados. Ela visitou museus do Brasil e da Europa, coletando pedaços das almofadas digitais (parte inferior dos dedos) dos micos que faziam parte das coleções. A partir desse material, Grativol analisou o DNA das mitocôndrias – as ‘usinas de produção de energia’ das células, que são herdadas apenas das mães –, e comparou com o DNA obtido das populações atuais. Ao todo, foram 140 amostras antigas e modernas.

A análise revelou que, dos 19 haplótipos originais, apenas seis restaram. “Isso representa uma perda de diversidade de aproximadamente 68%”, ressalta a bióloga, que aponta a derrubada da mata atlântica no estado como a principal responsável pela situação. Entre as linhagens remanescentes, apenas uma, anteriormente natural de Sepetiba (RJ), foi preservada na população de cativeiro. Com a reintrodução desses animais em diferentes fragmentos de mata, esse haplótipo se encontra novamente na natureza.

Além de revelar a perda de diversidade dos micos-leões-dourados, o estudo também contribuiu diretamente para as atividades de conservação. “Os marcadores genéticos que descobrimos permitem identificar a procedência de um espécime, o que pode auxiliar a reintrodução de animais apreendidos na natureza”, comenta Grativol, que pretende agora fazer um levantamento dos haplótipos dos micos mantidos em zoológicos no Brasil, pois acredita-se que os fundadores dessa população podem ser linhagens ainda não representadas no estudo.

Fred Furtado

Ciência Hoje/RJ

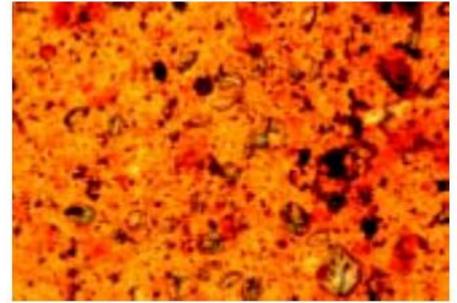
PALEOPARASITOLOGIA

DIAGNÓSTICO MOLECULAR DA OXIUROSE

Pesquisadores do Instituto Oswaldo Cruz, da Fiocruz, desenvolveram um método de diagnóstico molecular do *Enterobius vermicularis*, parasita causador da oxiurose, doença que se caracteriza por intensa coceira anal e atinge quase 1 bilhão de pessoas no mundo, principalmente crianças. O método pode verificar com grande precisão se o paciente continua infectado mesmo depois de não ter mais os sintomas.

Para realizar o diagnóstico, a equipe recuperou as seqüências de DNA e determinou a estrutura genética de oxiúros presentes em amostras fecais em que a infecção já havia sido comprovada por exame microscópico. Segundo a bióloga Alena Mayo Iñiguez, do Laboratório de Genética Molecular de Microrganismos da Fiocruz, o método detectou o parasita em 100% das amostras de fezes dos pacientes estudados, inclusive naquelas co-infectadas com outros parasitas intestinais, com sensibilidade suficiente para identificar a presença de um ovo de oxiúro. Os exames parasitológicos rotineiros detectam cerca de 88% das infecções intensas e 55% das moderadas.

O novo método também permitiu a detecção do parasita em fezes humanas fossilizadas (coprólitos) retiradas de sítios arqueológicos nos Estados Unidos e no Chile, um feito inédito. “O resultado do diagnóstico foi altamente específico e sensível, apesar de o DNA retirado do material arqueológico já estar muito degradado”, comemora



Ovos de *E. vermicularis* em amostras fecais

ra Iñiguez. Segundo ela, as técnicas de biologia molecular permitem fazer inferências sobre a evolução dos parasitos. Ela lembra que sintomas parecidos com os da oxiurose foram descritos em 1550 a.C., no *Papiro de Ebers*, um dos mais antigos documentos médicos egípcios já encontrados. Os primeiros parasitas foram identificados em restos arqueológicos de 8000 a.C. achados em Utah (Estados Unidos).

Segundo Iñiguez, estudos mostraram uma co-evolução de espécies de oxiúros e seus hospedeiros primatas. O parasita teria se originado na África e acompanhado o homem em suas migrações para a Europa, Ásia e América. “Estamos estudando outras regiões do genoma do *E. vermicularis*, o que pode levar ao entendimento de suas estratégias adaptativas desenvolvidas ao longo dos anos para evitar patologias graves no homem, a fim de estabelecer um vínculo intenso e não ser eliminado pelo organismo hospedeiro”, comenta a bióloga.

A segunda estação da Rede Piloto de Plataformas Hidrológicas de Coletas de Dados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, inaugurada em novembro último em Guaratinguetá (SP), permitirá monitorar as águas do rio Paraíba através de satélites desenvolvidos pelo Inpe, que enviarão a cada 100 minutos informações às diversas entidades que participam da iniciativa. O monitoramento auxiliará em casos extremos de poluição e enchentes, funcionará como sistema de alerta para acidentes com cargas perigosas e possibilitará a coleta noturna dos dados.

Acaba de ser lançado um iogurte orgânico de soja, o Yosoy, voltado para o público que sofre de intolerância à lactose. O novo produto é 100% orgânico, tem colesterol e lactose zero, além de baixo teor de gordura saturada. Produzido pela empresa Ecobras, o Yosoy contou com recursos do Rio Inovação, programa de fomento da Faperj que visa induzir a aproximação entre as instituições de pesquisa e as empresas fluminenses. O iogurte de soja deverá estar disponível para o consumidor até o início de 2006 nos sabores morango, mel com baunilha e natural.



Gabriel Medina

Centro Internacional de Pesquisa Florestal (PA)



Castanheiros x grileiros: conflito na última fronteira florestal do Pará

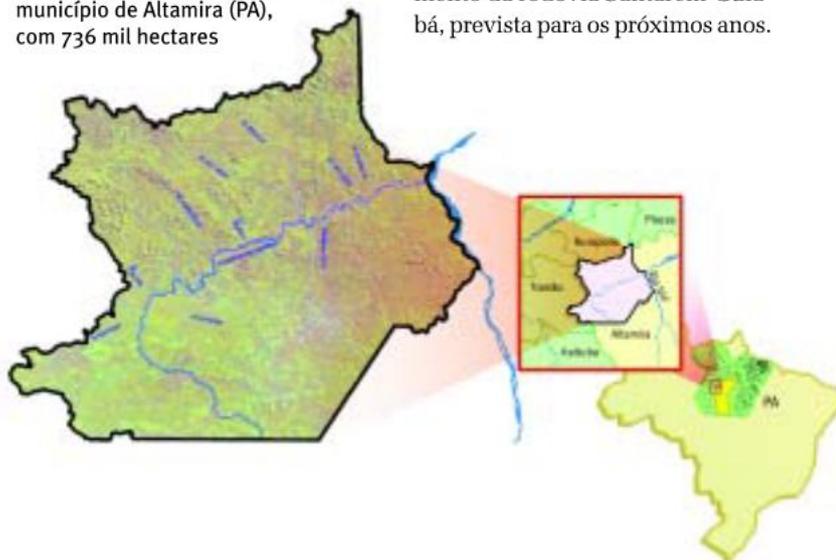
Na última década, os coletores de castanha da região conhecida como Terra do Meio, um dos últimos refúgios de floresta não explorada do estado do Pará, ganharam novos e poderosos vizinhos: grileiros que trabalham para madeireiros e agropecuaristas de outras regiões do país. A recém-criada reserva extrativista Riozinho do Anfrísio garantiu à população local o direito de uso de uma área de 736 mil hectares, assegurando a manutenção de uma economia baseada na exploração equilibrada e solidária dos recursos naturais, uma alternativa essencial para o desenvolvimento da Amazônia.

A reserva extrativista Riozinho do Anfrísio é a parte mais bem conservada da Terra do Meio, com 8 milhões de hectares. Há mais de um século suas margens são ocupadas por descendentes de indígenas (xipaias, araras e jurunas) e seringueiros (brancos vindos do Nordeste por volta de 1910 para coletar látex). A área se manteve protegida graças à dificuldade de navegação de seus rios, rompida apenas no inverno pelos regatões (comerciantes) em viagens de barco que levam de três a quatro dias até a cidade mais próxima, Altamira (PA). Os regatões so-

bem os rios para trocar mercadorias como sal e óleo pela produção extrativa das famílias (castanha, óleos vegetais e peixe salgado).

Esse isolamento foi quebrado na última década com a construção de duas estradas que chegam ao Riozinho – uma faz ligação com a rodovia Santarém-Cuiabá e a outra com a rodovia Transamazônica. As estradas foram construídas por grileiros, que se apossavam das terras não tituladas mediante falsas escrituras de propriedade e as vendiam para fazendeiros, madeireiros e plantadores de soja, em sua maioria de Mato Grosso. Além da extração de madeira, o maior objetivo dos grileiros era a especulação fundiária, antecipando-se ao asfaltamento da rodovia Santarém-Cuiabá, prevista para os próximos anos.

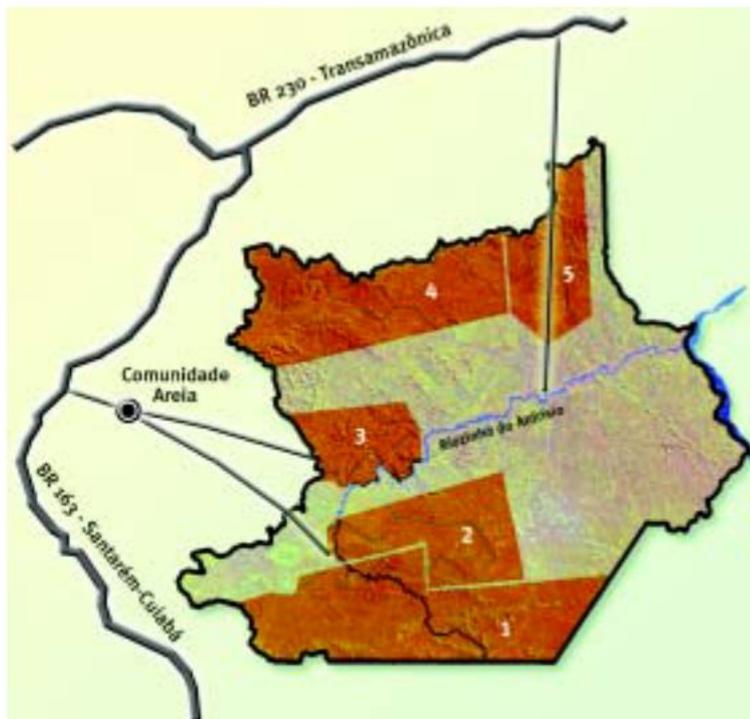
O mapa mostra a reserva extrativista Riozinho do Anfrísio, criada em novembro de 2004 no município de Altamira (PA), com 736 mil hectares



Só recentemente os moradores perceberam que a grilagem havia chegado às suas áreas. Três jovens que saíram para caçar encontraram um ramal de 1,5 m de largura, indicando que, dali para frente, a área tinha um novo dono. A suspeita foi confirmada por uma família que descobriu seu castanhal dividido por um pique (ramal) cuja largura indicava que em pouco tempo se transformaria em estrada.

De acordo com os moradores, cinco grileiros trabalhavam na região. A maior área foi grilada por uma cooperativa de empresários do município mato-grossense de Sinop que demarcou uma extensão de 75 km na margem direita do Riozinho. O segundo grileiro demarcou uma área menor e agora trabalha para o primeiro; na margem esquerda, outra área foi grilada para um fazendeiro de Mato Grosso. A quarta área foi demarcada pelo madeireiro conhecido como 'rei do mogno da Amazônia', que construiu piques que se estendiam até o rio Iriri. A grilagem só parou porque no caminho os grileiros encontraram outra abertura, feita por um madeireiro de Rurópolis.

Muitos moradores do Riozinho colaboraram com os processos de grilagem, seduzidos pelas recompensas oferecidas pelos grileiros, sempre generosas na perspectiva de pessoas fragilizadas e sem o apoio do governo brasileiro. Os grileiros compravam os fundos das colocações (sistema de organização territorial baseado em castanhais antigos) e prometiam trazer estradas, mercadorias mais baratas, postos de saúde e escolas. Os moradores que recusavam as ofertas eram intimidados por meio de coação simbólica: cada gri-



O mapa mostra as cinco áreas griladas antes da criação da reserva Riozinho do Anfrísio. A região conhecida como Terra do Meio (PA), onde fica a reserva, é cercada por três fronteiras principais: as rodovias Transamazônica (ao norte) e Santarém-Cuiabá (a oeste), e o município de São Félix do Xingu (a sudeste)

leiro tinha uma equipe de pistoleiros para proteger suas áreas, também usados para 'impressionar' os moradores. Segundo o castanheiro Chico Costa (o nome é fictício para proteger o informante), as pessoas eram obrigadas a negociar; se não aceitassem, os grileiros ficavam bravos. "Todos andavam com pistoleiros armados, tinham avião e muito dinheiro."

Foram identificados dois casos de moradores que apoiavam a grilagem. Nos últimos dois anos,

16 jovens do Riozinho trabalharam para a cooperativa de Mato Grosso, abrindo piques e pilotando barcos. O salário era de R\$ 800 mensais, mais cesta básica. Em outro contexto, dois irmãos venderam os fundos de suas colocações e ajudaram a abrir picadas para a grilagem, que ultrapassou os limites de suas áreas.

Várias famílias receberam propostas para a venda de suas terras, mas não aceitaram. Na iminência ▶



FOTO GABRIEL MEDINA
Balsas transportam sementes de capim para plantio em fazendas criadas no lugar de antigos castanhais em áreas vizinhas à reserva Riozinho do Anfrísio

Picada aberta na floresta por madeireiros antecipa a construção de uma estrada que chegaria de Rurópolis, na rodovia Transamazônica, ao Riozinho



FOTO GABRIEL MEDINA

de lotes entre os moradores. Em muitos casos os castanhais ficam distantes das colocações e são acessados de canoa através de igarapés e grotas afluentes do Riozinho do Anfrísio, que enchem durante o inverno. Cada família tem de um a quatro castanhais. O dono de um castanhal é aquele que abriu os piques de coleta na mata ou o herdou de um antigo morador.

A manutenção do sistema de produção extrativista é fundamentada no uso não predatório dos recursos florestais. Os piques de acesso aos castanhais são limpos anualmente, e há iniciativas de plantio de sementes de castanha nos quintais. Para evitar incêndios, nenhuma roça é feita em áreas próximas aos castanhais.

Outros produtos, como óleos vegetais, são coletados de árvores que estão dentro dos castanhais e em áreas de uso comum ricas em copaibeiras e andirobeiras, na cabeceira do Riozinho. O óleo de andiroba é produzido a partir do cozimento e fermentação das sementes coletadas sob as árvores. O óleo de copaíba é obtido a partir de um furo feito no tronco da árvore, posteriormente fechado para permitir sua exploração nos anos seguintes.

À esquerda, morador de Riozinho do Anfrísio mostra um ouriço de castanha.

À direita, nos fundos de seu castanhal, outro morador exhibe uma semente de mogno, a madeira mais valiosa da Amazônia

de perdê-las, começaram em 2003 a articular-se com o movimento social local, que teve o apoio do Ministério do Meio Ambiente e culminou com a criação, em 8 de novembro de 2004, da reserva extrativista Riozinho do Anfrísio, de 736 mil hectares. Com a criação da reserva, o exército brasileiro montou um acampamento na área para dar suporte às atividades da Polícia Federal e do Ibama. Todos os grileiros saíram ou foram retirados da área.

A reserva garantiu às famílias a possibilidade de manter seu modo de vida em uma região que tradicionalmente lhes pertence e permitiu o restabelecimento da economia local baseada no extrativismo de produtos florestais. A área é rica em castanhais (*Bertholletia excelsa*), e a venda da

castanha passou a ser a principal fonte de crédito junto ao regatão após a queda nos preços da borracha a partir da década de 1950. As famílias produzem anualmente de 90 a 350 caixas de castanha, cada uma com 22 kg, trocada com regatões pelo equivalente a R\$ 12.

Para complementar a renda, muitas famílias também extraem óleo de andiroba, copaíba e patauí, coletam sementes de cumaru e pescam. O sustento diário é garantido pela fartura de peixes, pela caça de subsistência e por pequenas roças de mandioca, milho e arroz. As famílias geralmente têm um quintal com mais de 20 espécies plantadas (laranja, café, banana, abacaxi, cacau, mogno, andiroba, castanha etc.).

Historicamente não há divisão

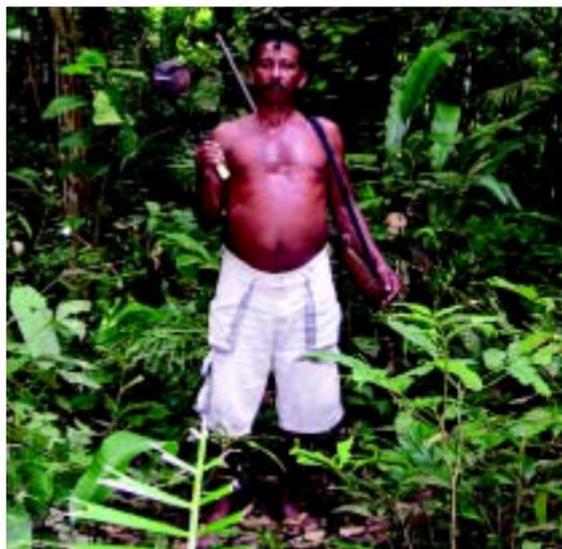


FOTO CLÓVIS MIRANDA



FOTO GABRIEL MEDINA

As políticas públicas para o desenvolvimento da Amazônia sempre favoreceram os empreendimentos externos. Pouca atenção tem sido dada às estratégias desenvolvidas por populações indígenas e caboclas sobre a gestão dos recursos naturais e a repartição das riquezas. Como resultado, a Amazônia registra taxas recordes de desmatamento e um dos maiores índices de exclusão social do país. Quase toda a população do Riozinho do Anfrísio é analfabeta funcional, 81% das pessoas em idade escolar não sabem assinar o nome, 59% dos moradores não têm documento de identificação, e foram identifica-

dos casos de malária nas 31 famílias visitadas (43 famílias vivem na reserva).

O desmatamento tem alarmado ecologistas internacionais, que pressionam o governo para criar unidades de conservação (UCs). Mas os índices de desmatamento dizem pouco sobre o que acontece no campo e não revelam a importância das UCs para as populações amazônicas: a manutenção do direito de uso de seu território frente ao avanço da grilagem. Para alguns casos, as reservas extrativistas (modelo de UC que prevê o manejo dos recursos naturais por seus moradores) têm sido a opção de organização fundiária mais viável.

Após a criação das reservas Riozinho do Anfrísio e Verde para Sempre (esta no município de Porto de Moz, também no Pará) no final de 2004, o governo decretou, no início de 2005, a cria-

ção de mais 5 milhões de hectares de UCs na Amazônia. Tais medidas têm contrariado setores econômicos interessados em destinar essas áreas para a exploração pecuária e madeireira, e para o plantio de soja. Áreas vizinhas à reserva Riozinho do Anfrísio têm sido saqueadas por madeireiros e transformadas em pastagens. Cerca de 70 mil hectares foram queimados às margens do rio Iriri em uma área conhecida por reunir uns dos castanhais mais produtivos da região.

O levantamento feito na reserva – por pesquisadores encarregados de realizar um estudo socioeconômico e analisar o potencial de produção florestal como fundamento para elaboração de um plano de manejo – ilustra a viabilidade de modelos alternativos de desenvolvimento baseados na inclusão dos grupos locais em sistemas produtivos de gestão

dos recursos florestais a longo prazo. A expedição foi encomendada pelo Ministério do Meio Ambiente e organizada por movimentos sociais, com articulação de Tarcísio Feitosa, da Comissão Pastoral da Terra, e Anderson Serra, da Fundação Viver, Produzir e Preservar.

Pautar-se em um único modelo de desenvolvimento é um equívoco a que todos estão sujeitos quando não há perspectiva de alternativas concretas. A principal lição dada pelas famílias do Riozinho talvez seja mostrar que outras possibilidades de progresso são possíveis e devem ser conhecidas. Ali o desenvolvimento se baseia na inclusão dos grupos locais, na solidariedade na distribuição dos recursos entre a população e no uso comedido dos recursos naturais como garantia de reprodução das estratégias produtivas. ■

GEOLOGIA Brasil perde bilhões de dólares ao ano em consequência de processos erosivos

Socorro à camada superficial do solo

Álvaro Rodrigues dos Santos*

Ex-diretor de planejamento do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (SP) e consultor em geologia de engenharia, geotecnia e meio ambiente

Conservar intacta a camada superficial de solos, evitando revolvê-la ou removê-la: no âmbito da geologia de engenharia e da agronomia, talvez não haja recomendação técnica mais simples e importante do que essa para orientar as atividades humanas no meio rural, agrícola ou pecuário, e no meio urbano.

Ainda que de forma resumida e superficial, cabe esclarecer uma questão terminológica. Os geólogos de engenharia e os agrônomos usam termos diferentes para classificar as camadas dos solos tropicais. Os primeiros adotam a seguinte série para o que denominam de *camadas*: solo orgânico (camada fina e rica em matéria orgânica superficial, que possui de um a alguns decímetros); solo superficial (camada bastante afetada pelo intemperismo e pelos processos de laterização e pedogênese, cuja espessura varia de 0,5 m a 2 m); solo saprolítico ou de alteração de rocha (camada de solo com minerais pouco alterados quimicamente e que guarda várias feições herdadas da rocha original, com espessuras extre-

mamente variáveis, desde decímetros até mais de uma dezena de metros); finalmente, rocha pouco alterada ou sã, com profundidade praticamente ilimitada. Já os agrônomos, que em vez de *camada* usam o termo *horizonte*, classificam a mesma sequência com as seguintes denominações: horizonte A, horizonte B, horizonte C e rocha, agregando às propriedades descritas características próprias do comportamento agrônomo desses solos.

Em regra, a camada de solo superficial (horizonte B agrônomo) tem uma composição bem mais argilosa do que as camadas inferiores (solo saprolítico – horizonte C agrônomo), especialmente considerando o perfil de solos típico do embasamento geológico cristalino (rochas magmáticas e metamórficas), o que lhe confere uma coesão entre partículas muito maior, tornando-a, por conseguinte, mais resistente aos processos erosivos de superfície. Vale lembrar que a argila é o tipo de solo formado por minerais com a granulometria mais fina (o diâmetro das partículas é inferior a 0,005 mm), o que lhe confere uma propriedade altamente ligante, ou seja, a argila dá coesão aos grãos minerais formadores do solo.

É interessante a explicação do motivo pelo qual há mais minerais argilosos na proximidade da superfície dos terrenos. Os minerais das rochas primárias (mag-

Diferenciação nítida entre a camada superficial de solo, mais argiloso, laterizado e resistente à erosão, e a camada inferior silto-arenosa em terrenos cristalinos do planalto Paulistano



FOTOS: ALVARO R. SANTOS

máticas ou metamórficas) se formaram em condições extremas de temperatura e pressão. Ou seja, são ambientalmente compatíveis com essas condições extremas e, portanto, francamente desarmônicos com as condições ambientais hoje vigentes na superfície do planeta. O processo de alteração de uma rocha é, assim, um processo que caminha em direção à produção de novos minerais, mais compatíveis com o meio ambiente da superfície. Desses novos minerais, os mais equilibrados com esse novo ambiente são os argilosos.

Além do intemperismo (desagregação e alteração físico-química dos minerais da rocha), dois outros fenômenos são importantes na formação dos solos superficiais e influem em suas características. A pedogênese, que envolve alteração bioquímica dos minerais, e a laterização, que implica a migração de íons no interior do solo. Ambos os fenômenos contribuem para a produção de minerais argilosos e para a cimentação das partículas por diversas classes de óxidos, o que concorre também para a maior ligação entre as partículas desses solos. Graças a esses fatores, os solos superficiais (horizonte B agrônomico) de rochas cristalinas e de muitas rochas sedimentares chegam a ser 30 vezes mais argilosos do que os solos das camadas inferiores e até 100 vezes mais resistentes à erosão.

No meio rural há um problema adicional grave: o revolvimento contínuo dos solos superficiais e a não adoção de técnicas conservacionistas de cultivo, entre outros procedimentos, fazem com que os principais elementos nutritivos desses solos sejam lixiviados (carreados por percolação interna de água) e removidos, tornando-os progressivamente estéreis para a agricultura. Tal deficiência em parte só pode ser compensada mediante expressivo gasto com fertilizantes, corretivos e defensivos agrícolas. Entre as técnicas conservacionistas de cultivo, destacam-se o emprego de curvas de nível, o plantio direto e a rotação de culturas.

Do ponto de vista econômico, os processos erosivos em áreas rurais e urbanas brasileiras acarretam prejuízos da ordem de bilhões de dólares ao ano para o país. A perda média de solos por erosão superficial nas áreas rurais usadas para atividades agropecuárias no Brasil é estimada em 25 toneladas de solo por hectare em um ano. Isso significa a perda de algo próximo a um bilhão de toneladas de solo por ano, o que, para tornar o desastre ainda maior, promove intenso assoreamento de cursos d'água, lagos e várzeas.

Na área urbana o problema não é menor. Na região metropolitana de São Paulo, por exemplo, a perda média de solos por erosão é estimada entre 10 e 15 toneladas de solo por hectare ao ano, levando à liberação de até 3,5 milhões m³/ano de sedimentos,



Solos superficiais mais resistentes à erosão em terrenos sedimentares da bacia do Paraná, nas imediações de Piracicaba (SP)

que irão assorear a rede de drenagem natural e construída. Esse fenômeno é hoje responsável por enormes problemas para a infra-estrutura urbana, como a degradação de áreas residenciais periféricas e o agravamento do porte e da intensidade das enchentes. Nas cidades, o principal fator de remoção da camada superficial de solos está na danosa cultura da terraplenagem, implementada de forma intensa, extensa e despropositada nas frentes de expansão urbana, em geral removendo por completo os solos superficiais e expondo à erosão os solos mais sensíveis das camadas inferiores. As extensas terraplenagens são parte de um irresponsável procedimento tecnológico em que se busca adaptar a natureza às disposições de projetos-padrão, em vez de, criativamente, adaptá-los às condições naturais (no caso, o relevo) das áreas onde são implantados.

Os prejuízos para a sociedade brasileira advindos da remoção e do revolvimento de solos superficiais no meio rural e urbano são de tal magnitude que exigem uma verdadeira cruzada tecnológica em favor de sua preservação. Tal campanha deverá ser promovida pelo poder público, em todos os níveis, e pelos empreendimentos privados diretamente envolvidos com o problema. Certamente, a primeira iniciativa caberá ao meio técnico-científico do país.

* *Autor de Geologia de engenharia: conceitos, método e prática (São Paulo, IPT/ABGE, 2002) e A grande barreira da serra do Mar (São Paulo, O Nome da Rosa, 2004).*

ECOLOGIA Estudos de campo permitem conhecer melhor o gambá e espécies aparentadas

Marsupiais na mata atlântica



FOTO MAIA KAJIN

Os marsupiais que vivem na mata atlântica, como o gambá, as cuícas e as catitas, diferem entre si na aparência, no tamanho e no uso das diferentes 'camadas' da mata (chão, sub-bosque e copas). Observações

informais do comportamento de algumas espécies, feitas em pesquisas de campo, levaram a descobertas sobre a ecologia dessas espécies, contribuindo para o desenvolvimento de futuros estudos e para a preservação da mata atlântica. Por **Ana Cláudia Delciellos, Diogo Loretto e Vanina**

Zini Antunes, do *Laboratório de Vertebrados da Universidade Federal do Rio de Janeiro*.

Figura 1. Filhotes de gambá (*Didelphis aurita*) com cerca de 30 dias, sendo amamentados no marsúpio

No Brasil, ao perguntarmos a alguém o que sabe sobre marsupiais, a resposta normalmente está relacionada aos cangurus, e portanto à Austrália. Poucas pessoas sabem que em nosso país existem em torno de 46 espécies desse grupo, distribuídas nos diferentes biomas terrestres nacionais. Somente na mata atlântica podem ser encontradas 23 espécies de marsupiais, em função da complexa e heterogênea estrutura desse bioma, que apresenta grande diversidade de micro-habitats, ou seja, áreas com características físicas e biológicas particulares.

As espécies de marsupiais são importantes na dinâmica das comunidades da mata atlântica. Alguns desses animais, como o gambá (*Didelphis aurita*), a

cuíca-lanosa (*Caluromys philander*) e a cuíca *Micoureus travassosi*, são eficientes dispersores de sementes. Outros, entre eles o gambá, podem atuar como controladores das populações de roedores silvestres.

Mas o que é um marsupial? A principal característica que diferencia esse grupo dos mamíferos placentários (como o homem) é a gestação, que dura apenas alguns dias porque uma placenta verdadeira não é formada. Os filhotes nascem em um estágio precoce de formação e completam seu desenvolvimento em uma bolsa (denominada 'marsúpio') ou em pregas de pele que a fêmea tem no ventre (figura 1). Existem diferenças também em aspectos fisiológicos, morfológicos, ecológicos e evolutivos.



FOTO MAIA KAJIN

Figura 2. Armadilha utilizada no trabalho de captura-marcação-recaptura, contendo um gambá (*Didelphis aurita*)



PAULA APREGIANO

Figura 3. A cuíca-marrom (*Metachirus nudicaudatus*) é a única espécie com características especializadas para a locomoção no solo

FOTO MANA KAJIN

Estudos comportamentais feitos no campo são em geral demorados, porque dependem da localização e do acompanhamento do animal durante suas atividades, sem que o observador interfira em sua rotina. As dificuldades aumentam se a espécie estudada é pequena, noturna e vive nas árvores, como a maioria dos marsupiais. A técnica de captura-marcação-recaptura, usada com pequenos mamíferos, mostrou-se uma alternativa para observações comportamentais de marsupiais. Ela consiste em capturar os animais com armadilhas no chão e na copa das árvores (figura 2), marcá-los com brincos de identificação e soltá-los. Essa técnica é empregada pela equipe do Laboratório de Vertebrados da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que monitora, desde 1996, as populações de sete espécies de marsupiais em uma área do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, no município de Guapimirim (RJ).

O momento da manipulação mostrou-se oportuno para observações quanto à docilidade ou agressividade, vocalizações e características corporais particulares de cada espécie. Já o momento da soltura permitiu observações informais (ou seja, sem metodologia específica) sobre alguns aspectos da locomoção desses animais, como uso de suportes, realização de saltos nas copas e outros.

Para animais que vivem nas árvores (ou seja, de hábito arborícola), como muitas espécies de marsupiais, a vegetação da mata atlântica apresenta caminhos descontínuos, formados por suportes frágeis e instáveis, através dos quais eles se locomovem em busca de alimento, abrigo e parceiros para reprodução e para fugir de predadores. O presente trabalho teve como objetivo observar, de modo informal, o comportamento de sete espécies da mata atlântica do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. A seguir, são descritas algumas relações entre essas espécies e as camadas (estratos) da vegetação.

No solo

O solo da mata atlântica, com restos de vegetação acumulados junto às plantas rasteiras, raízes e plântulas (indivíduos jovens de árvores), está longe de ser um espaço livre onde os pequenos mamíferos possam locomover-se facilmente. Mas a cuíca-marrom (*Metachirus nudicaudatus*) (figura 3), ao ser solta, desloca-se velozmente pelo chão, de maneira única entre os marsupiais brasileiros: aos saltos, semelhante a um canguru. O animal é capaz de saltar a até 1 m do chão, e estudos mostram que isso é possível devido a adaptações morfológicas, entre elas os membros traseiros alongados. Também consegue escalar árvores porque, como a maioria dos marsupiais brasileiros, o dedo polegar (nas quatro patas) é oposto aos demais, como acontece na mão do homem, permitindo segurar objetos com firmeza.

RICARDO FINOTTI



Figura 4. Entre os marsupiais da região neotropical, o gambá (*Didelphis aurita*) é o mais conhecido dos brasileiros

A cuíca-marrom pesa entre 300 e 450 g e se caracteriza pela coloração do pêlo, pelo cheiro adocicado que os machos exalam durante a estação reprodutiva e pelo som que emite batendo os dentes quando manipulada ou acuada. Além disso, constrói seus ninhos e abrigos no chão, com folhas mortas entrelaçadas, formando um casulo, geralmente em terreno inclinado e apoiado em troncos caídos ou pedras.

Dois outras espécies também são encontradas com frequência no solo: o gambá (figura 4) e a cuíca-cinza-de-quatro-olhos (*Philander frenatus*) (figura 5). O primeiro, o marsupial mais conhecido dos brasileiros, também ocorre em áreas urbanas e é uma caça apreciada nas áreas rurais, devido à sua carne saborosa. Muitos o confundem com uma grande ratazana, ou com o cangambá dos desenhos animados (aquele com a faixa branca nas costas, um mamífero placentário).

O gambá tem pelagem longa, que varia do preto ao grisalho. Seu mau cheiro e o comportamento de 'fingir-se de morto' (tanatose) podem funcionar como eficiente defesa contra predadores, já que parecem indicar que ele seria impróprio para consumo. A tanatose facilita o trabalho dos pesquisadores com essa espécie, protegendo-os de mordidas. Seu peso, em torno de 1,5 kg, impede que use todos os estratos

Figura 5. A cuíca-cinza-de-quatro-olhos (*Philander frenatus*) revelou-se a espécie mais agressiva entre as sete observadas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos



Figura 6. A catita *Marmosops incanus* é bastante ágil na estrutura frágil do sub-bosque da mata atlântica



da mata. Considerado semiterrestre, o gambá foge andando ou correndo pelo solo, muitas vezes mostrando-se indiferente à presença do pesquisador. Quando jovens, porém, esses animais escalam cipós e outros suportes para fugir para a parte superior da mata. Seus ninhos são feitos, em geral, em buracos no solo, em emaranhados de cipós nas copas das árvores e em ocos de troncos.

A cuíca-cinza-de-quatro-olhos pesa entre 300 e 500 g e tem pelagem cinza e curta com duas manchas acima dos olhos (o que motivou seu nome popular). De hábito semiterrestre, às vezes é encontrada no sub-bosque. Quando soltos, os indivíduos, em sua maioria, saem correndo imediatamente em grande velocidade, sempre pelo chão da mata. Na área estudada, os caminhos percorridos por essa cuíca estão associados a riachos com muitas rochas, e seus ninhos são encontrados em buracos formados por vãos entre pedras. Entretanto, estudos em laboratório sobre a locomoção da espécie (ver 'Hábitat si-



Figura 7. A base da cauda da cuíca *Micoureus travassosi* é coberta de pêlos

Hábitat simulado

O comportamento locomotor dos marsupiais pode ser estudado em laboratório por meio de testes de desempenho. Coordenados pelo ecólogo Marcus Vinícius Vieira, esses testes, desenvolvidos no Laboratório de Vertebrados, procuram representar as características (solo, troncos, cipós e outros suportes) do ambiente desses animais, usando para isso superfícies, tubos (de variados diâmetros e em diferentes posições) e cordas. O animal é colocado sobre uma extremidade do suporte e encorajado a correr ou pular para a outra extremidade pela aproximação de um observador. A locomoção ao longo dos suportes é gravada com uma câmera de vídeo e depois analisada digitalmente para avaliações de desempenho locomotor (velocidade, seqüência de movimentação dos membros, comportamento postural etc.) de cada espécie.

mulado') demonstraram sua grande habilidade arborícola potencial, que lhe permitiria o uso do estrato arbóreo com maior freqüência que o observado em campo. É uma cuíca agressiva, com grande flexibilidade corporal, como as espécies arborícolas.

No sub-bosque

O sub-bosque é o estrato da mata entre o solo e as copas das árvores (dossel). Na área estudada, é constituído por árvores de até 9 m de altura, palmeiras, cipós e trepadeiras. A estrutura densa e por vezes frágil dessa vegetação, constituída de suportes finos, restringe a locomoção dos marsupiais de maior tamanho, como o gambá. Assim, as espécies menores são as que mais utilizam o sub-bosque, como a catita *Marmosops incanus* (figura 6) e a cuíca *Micoureus travassosi* (figura 7), com pesos em torno de 65 g e 150 g, respectivamente.

A primeira caracteriza-se pela coloração acinzentada no dorso e amarelada no ventre (durante a estação reprodutiva). Sua cauda é uma das mais preênsais (com capacidade para agarrar-se aos suportes) entre os marsupiais. Uma das espécies mais ágeis, *M. incanus* realiza saltos entre os ramos terminais finos. Entretanto, outro estudo do Laboratório de Vertebrados sobre a locomoção dessa espécie revelou que ela não é exclusiva do sub-bosque: nunca atinge os estratos mais altos da floresta e realiza a maioria dos seus deslocamentos no chão. A maioria dos ninhos e tocas também é encontrada em altura inferior a 2 m.

A cuíca *M. travassosi* tem pelagem cinza até a base da cauda e grandes garras que a ajudam a agarrar suportes. Embora seja considerada uma espécie

FONTE: LABORATÓRIO DE VERTEBRADOS/UFPR

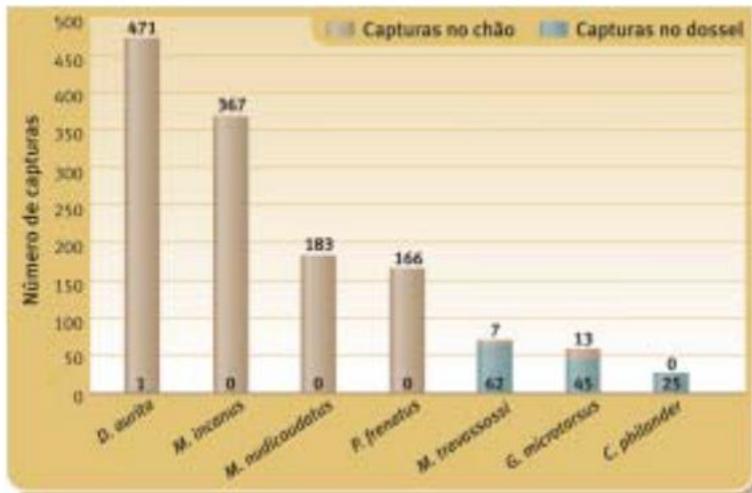


Figura 8. Números de capturas no chão e no dossel das sete espécies de marsupiais estudadas, obtidos a partir da técnica de captura-marcação-recaptura

de sub-bosque, usa ocasionalmente os outros estratos da mata (figura 8). Ágil, realiza pequenos saltos entre ramos das árvores, como a catita *M. incanus*. Seus locais de abrigo são pouco conhecidos, mas emaranhados de cipós, bases de folhas e ocos de palmeiras são geralmente apontados como os preferidos.

No dossel

O dossel é formado por galhos horizontais, ramos terminais finos e a cobertura de folhas da copa das árvores, que na área estudada alcançam até 30 m de altura. Uma queda dessa altura seria fatal e, por isso, as espécies que utilizam o dossel apresentam características já citadas, como grande flexibilidade, cauda preênsil e grandes garras que as ajudam a escalar e manter-se seguras nos suportes.

FOTOS DE MAIA KAHN



Figura 9. Os olhos da cuíca-lanosa (*Caluromys philander*) são proeminentes e frontais, como os dos primatas

chão. É tão ágil quanto *M. incanus*, mas é ainda mais rápida que esta em suportes verticais, como cipós.

Já a bela cuíca-lanosa tem pelagem marrom-avermelhada, com uma faixa marrom-escura que se estende dos olhos ao focinho. Seus olhos são proeminentes e frontais, como os dos primatas. Mostra grande ferocidade quando manipulada, emitindo um som semelhante ao do instrumento musical de mesmo nome. A espécie é considerada estrita do dossel, tendo sido capturada apenas nesse estrato, mas seus ninhos já foram encontrados a 2,5 e 5 m do solo, indicando que ocasionalmente usa os estratos inferiores. Sua locomoção nos ramos terminais finos da copa é lenta e cuidadosa, provavelmente em função de sua morfologia (como a constituição das costelas e disposição das vértebras) e de seu grande tamanho (cerca de 200 g) entre as espécies arborícolas. Para passar de uma árvore a outra ela não salta, mas escolhe cuidadosamente os galhos que usa, mantendo sua cauda presa o tempo todo. Assim, permanece sempre com quatro 'membros' agarrados nos suportes, o que reduz o risco de queda.

As pesquisas científicas desenvolvidas pelas universidades brasileiras na mata atlântica são incipientes. Por isso, os conhecimentos obtidos sobre a ecologia de organismos desse bioma, como os marsupiais, são de fundamental importância para a preservação de seus remanescentes. Este estudo mostrou-se eficaz porque, através de observações informais, permitiu descrever comportamentos locomotores nunca percebidos antes e identificar mecanismos de defesa dessas espécies quando manipuladas. Além disso, visa incentivar outros pesquisadores a divulgarem, para o meio científico e o público leigo, observações feitas no dia-a-dia de seus estudos. ■



Figura 10. A pequena catita *Gracilinanus microtarsus* é facilmente reconhecida por sua 'máscara' escura

BIOLOGIA MARINHA Microrganismos produzem substâncias que ajudam a despoluir ambientes

Biodetergentes para limpeza de petróleo

O petróleo é uma importante fonte de energia e matéria-prima. Grande parte da produção brasileira vem de poços situados no mar. Para o óleo atingir o ambiente, bastam pequenas falhas na exploração, no transporte ou no processamento. Após um derrame, a melhor estratégia de recuperação é a que causa o menor impacto e facilita o restabelecimento do ecossistema. Isso pode ser obtido com a ajuda de algumas bactérias que, quando estimuladas, produzem substâncias detergentes, acelerando a regeneração ambiental. Por **Natascha Krepsky** (doutoranda), **Frederico da Silva Sobrinho** (doutorando) e **Mirian Araújo C. Crapez**, do Programa de Pós-graduação em Biologia Marinha da Universidade Federal Fluminense.

O primeiro derrame de petróleo no ambiente amplamente divulgado no Brasil aconteceu em 1975 na baía de Guanabara (RJ) e envolveu o cargueiro iraquiano Tarik Ibn Ziyad. Cerca de seis toneladas de óleo vazaram no canal central de navegação da baía, atingindo praias nas cidades do Rio de Janeiro e Niterói, dentro e fora da baía. Nesse acidente, o óleo provocou incêndios nos manguezais ao

redor da baía e afetou várias comunidades animais (ver 'Biorremediação', em *CH* n° 179). Outros importantes acidentes ocorreram ao longo da costa do Brasil nos últimos anos, afetando inúmeros ecossistemas, principalmente manguezais (ver 'Derrames no Brasil').

A capacidade de recuperação dos ambientes marinhos depende de fatores como a concentração e composição do óleo, a forma como chegou ao ambiente, a forma em que está (em solução, suspensão ou ligado a matéria orgânica), o tempo de exposição ao óleo, o número de níveis nutricionais afetados, a existência de organismos juvenis e adultos no local, o histórico da exposição dos organismos ao óleo, o estresse ambiental (como presença de esgoto, variações de temperatura e salinidade e outros fatores), o tipo de habitat afetado e os meios usados para a retirada do óleo (sistemas de tratamento de efluentes e de descarte e/ou operações de limpeza).

No Brasil, grande parte das refinarias de petróleo situa-se perto de saídas de rios e baías abrigadas – locais com baixa hidrodinâmica, onde se formam mangues, alagados e enseadas (figura 1). O sedimento nesses ambientes, muito fino e rico em matéria orgânica, é facilmente contaminado por hidrocarbonetos e outras substâncias do petróleo, muitas



Figura 1. As principais refinarias do Brasil, indicadas pelos pontos vermelhos, estão situadas próximas a manguezais (áreas em amarelo no mapa, ao longo da costa)

Derrames no Brasil

Na última década, ocorreram no Brasil em torno de 30 acidentes mais sérios com vazamento de petróleo ou derivados. Os piores foram:

- **MAIO DE 1994** – Rompimento de duto e vazamento de 2,7 milhões de litros de petróleo em São Sebastião (SP), poluindo 18 praias.
- **MARÇO DE 1997** – Rompimento de duto da refinaria Duque de Caxias (RJ) e vazamento de 2,8 milhões de litros de petróleo, atingindo 4 mil m² de mangues da baía da Guanabara.
- **JANEIRO DE 2000** – Rompimento de duto da refina-

ria Duque de Caxias (RJ) e vazamento de 1,3 milhão de litros de óleo combustível na baía da Guanabara, afetando uma área de 40 km².

- **JULHO DE 2000** – Rompimento de duto da refinaria Getúlio Vargas (PR) e vazamento de 4 milhões de litros de petróleo nos rios Birigui e Iguazu (maior desastre ambiental com petróleo e derivados no país).
- **NOVEMBRO DE 2004** – Explosão do navio chileno Vicuña no porto de Paranaguá (PR) e vazamento de 1,5 milhão de litros de óleo combustível, afetando boa parte da baía, inclusive áreas de preservação ambiental.

delas tóxicas. Tais substâncias podem ser liberadas lentamente por anos, o que pode desestabilizar a comunidade de organismos do fundo marinho, reduzindo o oxigênio disponível, a degradação de poluentes realizada por bactérias e retardando a própria recuperação ambiental.

O petróleo nos organismos

Os organismos marinhos acumulam em seus tecidos poluentes como metais, pesticidas e hidrocarbonetos do petróleo, dependendo de sua disponibilidade e da concentração na água do mar. A acumulação é crescente na cadeia alimentar, sendo máxima nos animais do topo dessa cadeia – processo denominado biomagnificação. A incorporação do poluente pode ocorrer durante a alimentação com partículas ou água contaminada. Peixes e invertebrados tendem a acumular óleo nos tecidos ricos em lipídeos, como fígado e gônadas, e a concentração pode ser elevada, o que pode ser perigoso para o homem se esses organismos forem usados como alimento.

Organismos que vivem no fundo do mar, como mexilhões e outros invertebrados, têm grande potencial para acumular os hidrocarbonetos de petróleo que se depositam no sedimento. Após um derrame de óleo, organismos oportunistas (como poliquetos e bactérias degradadoras de petróleo), capazes de usar esses compostos como fonte de carbono e com rápida taxa de geração, têm suas populações aumentadas em relação a outras espécies.

Todos os organismos vivos são suscetíveis aos efeitos dos hidrocarbonetos de petróleo, que podem atacar células e outras estruturas (figura 2). Derrames de petróleo podem destruir totalmente as comuni-

Figura 2. Efeitos da contaminação por hidrocarbonetos de petróleo em indivíduos de diferentes organismos: vegetais (V), invertebrados (I), peixes (P), anfíbios e répteis (A/R), aves (Av.) e mamíferos (M). Vegetais têm sua taxa de fotossíntese alterada e vegetais, peixes e aves também sofrem mudanças populacionais e alterações na estrutura da sociedade

dades marinhas da região afetada. Com isso, sofrem sérios riscos em atividades como a pesca, muito importante em regiões costeiras. Durante um período que pode durar anos, após um derrame, o ambiente será repovoado por espécies oportunistas ou não. Como esse processo é muito lento, espécies nativas ou endêmicas podem desaparecer.

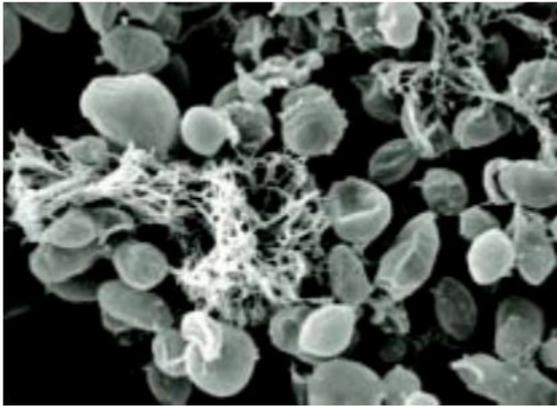
Bactérias devoradoras de petróleo

Alguns microrganismos, como bactérias e fungos, podem utilizar hidrocarbonetos como fonte de carbono e energia, eliminando com o tempo esses poluentes. Em áreas sujeitas a poluição crônica por óleo e em águas costeiras e estuarinas existem muitas bactérias (livres na água ou aderidas ao sedimento e a outras estruturas) que resistem às altas concentrações de hidrocarbonetos ou são capazes de biodegradá-los. Esses microrganismos apresentam alterações, como mudanças nas proteínas da membrana celular, que permitem a remoção dos hidrocarbonetos da membrana, evitando danos à célula. Assim, se especializaram na degradação de hidrocarbonetos.

O estudo desses organismos tornou possível propor uma nova ferramenta para a recuperação de ▶

Efeitos	V	I	P	A/R	Av.	M
Morte						
Reprodução alterada						
Crescimento reduzido						
Comportamento alterado						
Malformação congênita						
Sistema imune afetado						
Circulação afetada						
Respiração afetada						
Tumores e lesões						
Câncer						

Obs.: Adaptado de Crapez, 'Efeito dos hidrocarbonetos de petróleo na biota marinha', in Efeitos dos poluentes nos organismos, 2001



ambientes contaminados: a biorremediação. Essa tecnologia propõe o uso intencional dos processos bioquímicos bacterianos para degradar contaminantes ambientais ou atenuar seus efeitos. A biodegradação depende da temperatura e da salinidade, da taxa de oxigênio dissolvido, da disponibilidade de nutrientes, do tipo de óleo e do ambiente afetado. Tais óleos são uma rica fonte de matéria orgânica e seus hidrocarbonetos podem ser consumidos e transformados por uma variedade de microrganismos. Essa transformação é importante na natureza e pode ser utilizada em tratamento de água, na produção de gás natural e na biorremediação.

A vida em sociedade

Bactérias são organismos muito pequenos, menores que 1 micrômetro (1µ), ou seja, um bilionésimo do metro. Para contornar as dificuldades desse tamanho mínimo, as bactérias são capazes de aderir a superfícies inertes ou biológicas, sintetizando uma matriz composta de proteínas, carboidratos e/ou lipídeos. A partir dessa estrutura, o biofilme, outras bactérias e microrganismos passam a constituir uma comunidade, que exibe taxas metabólicas, crescimento e atividade genética peculiares (figura 3).

No ambiente marinho, os biofilmes bacterianos aderem às superfícies e/ou a outros organismos, colonizando, por exemplo, sedimentos depositados e superfícies de partículas minerais e orgânicas. Do ponto de vista ecológico, essa colonização é vantajosa, pois direciona, através de sinalização química, mi-

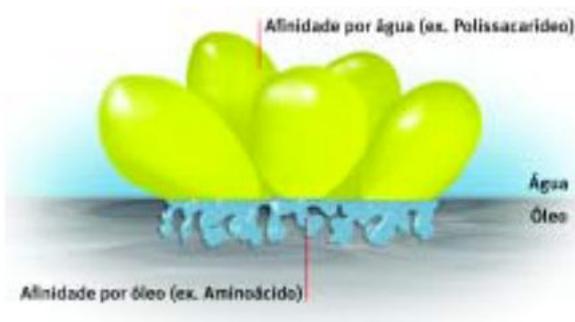


Figura 3. Consórcios de bactérias (as formas arredondadas) podem se agrupar em biofilmes – como mostra a imagem em microscopia eletrônica de varredura (aumento de 10 mil vezes). Na imagem, os resíduos de uma estrutura em forma de rede (pouco preservada na preparação das amostras para microscopia) são da substância que envolve e protege as bactérias no biofilme

FOTO: N. KREPKIN E ULISSÉS LINS

croorganismos para locais específicos. Assim, a adesão de uma primeira espécie pode atrair e facilitar a chegada de outras, estimulando relações simbióticas tão comuns na natureza. Os produtos do metabolismo de um organismo podem servir para o crescimento de outros, tornando o poder de degradação do agregado maior que o de cada organismo isolado.

No ambiente é comum a formação de populações heterogêneas de bactérias com metabolismos variados – o chamado consórcio bacteriano. Alguns organismos do consórcio podem formar biofilme, o que dá às bactérias fácil acesso às enzimas responsáveis pela decomposição de substratos (dissolvidos e particulados) e também de compostos que poderão ser usados para respiração alternativa, se faltar oxigênio. Essa estratégia garante a sobrevivência dos organismos dos consórcios em condições extremas como elevada acidez ou alcalinidade, aumento de temperatura, presença de radicais livres, poluição por hidrocarbonetos e outras.

Para as bactérias que degradam substâncias como o petróleo, é fundamental a ação de enzimas capazes de quebrar moléculas grandes, gerando partes menores que poderão entrar nas células através de suas membranas. No entanto, para serem degradadas pelas bactérias, tanto as substâncias com afinidade por óleo (hidrofóbicas) quanto aquelas com afinidade por água (hidrofílicas) devem ser misturadas em água. E as próprias bactérias encontraram um modo de fazer isso.

Os biodetergentes

Microrganismos como bactérias e fungos produzem, quando estimulados, certas substâncias que agem como detergentes naturais. Entre esses organismos estão bactérias dos gêneros *Candida*, *Pseudomonas*, *Bacillus* e outros. Os biodetergentes promovem a mistura (emulsão) de compostos como água e óleo, o que normalmente não acontece devido à alta tensão de superfície da água. Esses produtos biológicos são conhecidos como biossurfactantes (o termo surfactante

Figura 4. Atuação de biodetergente na interface de uma solução contendo óleo e água: a parte hidrofóbica da molécula (aminoácidos, por exemplo) interage com o óleo, enquanto a parte hidrofílica (polissacarídeos, por exemplo) interage com a água, o que permite a emulsão das duas fases, até então incapazes de se misturar

foi criado a partir de partes da expressão inglesa *surface active agents* – agentes ativos na superfície.

A produção desses biodetergentes pelas bactérias degradadoras de petróleo é fundamental para o crescimento de sua população em locais atingidos por derrames e facilita a biorremediação de hidrocarbonetos não solúveis em água. A molécula do biodetergente tem duas partes, uma com afinidade por água e a outra por óleo (figura 4), e a superfície da bactéria se altera com a produção dessa substância, facilitando a aderência ao hidrocarboneto sem danificar a membrana. Além disso, o biodetergente estabiliza a gota de óleo emulsificada, aumentando a área da bactéria exposta a este. Uma vez aderidas ao óleo através do biodetergente, as bactérias podem formar emulsões muito pequenas na membrana externa ou consumir o poluente.

Em laboratório é possível selecionar e estimular a produção de biodetergentes por consórcios bacterianos obtidos em ambientes atingidos por petróleo ou outros poluentes (figura 5). Em 2002, o Laboratório de Microbiologia Marinha da Universidade Federal Fluminense, com apoio financeiro da Agência Nacional do Petróleo, iniciou o estudo de processos para estimular essa produção, e todos os consórcios isolados em sedimento de mangue atingido por óleo apresentaram produção de biosurfactantes.

Um biodetergente é considerado eficiente na promoção da mistura 'óleo-água' quando reduz a tensão de superfície da água a um nível que permita a emulsão do óleo em temperatura ambiente. A concentração de sal no meio de cultura, a quantidade de nutrientes disponível e o local de coleta dos microrganismos foram fatores fundamentais para o sucesso dos experimentos.

Verificou-se que a capacidade de emulsificar derivados de petróleos independe da idade dos consór-

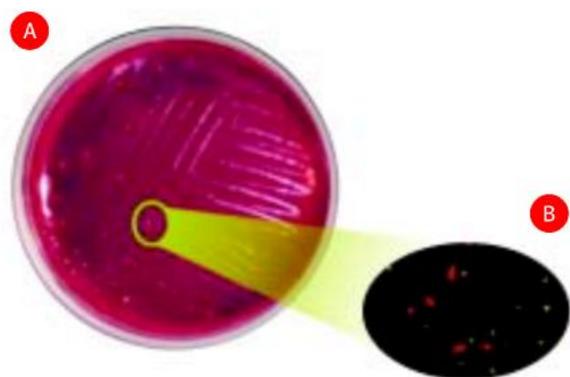
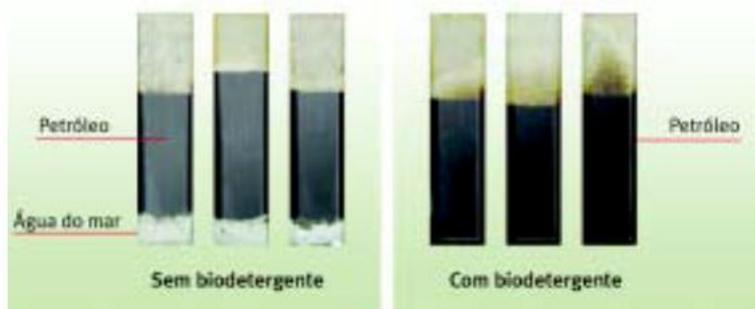


Figura 5. Placa de Petri contendo meio de cultura que permite a seleção de colônias de bactérias produtoras de biodetergentes (A). Essa mesma colônia, quando observada com aumento de mil vezes em microscópio de epifluorescência (B), apresenta vários tipos (cocos e bastonetes), caracterizando um consórcio bacteriano



cios. Além disso, um mesmo detergente foi capaz de emulsificar de diferentes formas compostos com diferentes densidades. Por exemplo, a gasolina e o querosene apresentaram 'emulsões água-no-óleo', enquanto o petróleo 'árabe leve' apresentou emulsificação 'óleo-na-água' (figura 6).

Os estudos mostraram ser possível isolar consórcios bacterianos produtores de biodetergentes capazes de misturar óleo e água de diferentes formas. A diversidade de ação é importante, pois permite o uso desses detergentes em locais onde o tipo de óleo poluente é desconhecido, e em acidentes que envolvam tanto a água (coluna d'água e lençóis freáticos) quanto o sedimento.

Muitas aplicações

Além do emprego para recuperação ambiental já citado, os biodetergentes são usados ainda na retirada de metais pesados do ambiente, na perfuração e exploração de poços de petróleo, na manipulação e transporte de combustíveis e em variadas indústrias (alimentos, medicamentos, cosméticos, materiais de construção e outras) para formar e estabilizar emulsões e como detergentes, dispersantes, umectantes, espumantes e antiespumantes.

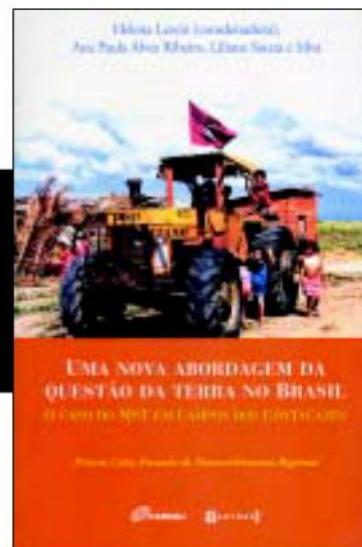
O uso de biodetergentes na recuperação de desastres ambientais já foi adotado em várias ocasiões e é uma tendência mundial. No Brasil, é um recurso fundamental para a remediação de ambientes delicados como as baías da Guanabara e de Paranaguá. A maior dificuldade para isso é o alto custo da produção em grande escala desses detergentes. Tendo isso em mente, nosso grupo de pesquisa buscou adaptar a metodologia de isolamento e seleção de bactérias produtoras de surfactante à realidade dos laboratórios brasileiros, usando recursos baratos e acessíveis (água do mar, carboidratos e consórcios bacterianos isolados do ambiente contaminado). No entanto, para que o Brasil possa competir internacionalmente, empregando uma tecnologia de ponta com menores danos ao meio ambiente e maior eficiência de limpeza, é necessário o constante investimento do governo e de empresas ligadas ao petróleo nesse tipo de pesquisa aplicada. ■

Figura 6. A eficiência do biodetergente foi verificada adicionando petróleo do tipo árabe leve em água do mar sem e com o biodetergente. Na presença do biodetergente houve a total emulsificação do petróleo na água do mar, mesmo após 24 horas de experimento

A questão agrária sob novos olhares

Uma nova abordagem da questão da terra no Brasil: o caso do MST em Campos dos Goytacazes

Helena Lewin (coord.), Ana Paula A. Ribeiro, Liliane Souza e Silva
Rio de Janeiro, 7 Letras/Faperj, 176 pp., R\$ 30



Este livro traz contribuições importantes para os estudos sobre reforma agrária, movimentos sociais no campo e assentamentos rurais no Brasil. Com linguagem simples e sem perder o rigor teórico-metodológico, as autoras alcançam seu objetivo, mesmo diante de desafios como a análise de um acontecimento em movimento; a articulação de diversas variáveis analíticas – movimentos sociais, em particular o Movimento dos Sem-Terra (MST), órgãos do Estado responsáveis por assentamentos rurais, assentados e representantes de uma usina desapropriada para fins de reforma agrária –; o uso de técnicas de pesquisa denominadas ‘observação em movimento’; e a cuidadosa análise histórica de acontecimentos sociais, políticos e econômicos recentes no Brasil e, em particular, no município estudado, Campos dos Goytacazes (RJ), marcado historicamente pela produção de açúcar.

O livro traz, de início, uma discussão teórica sobre os movi-

mentos sociais no Brasil. Em seguida, situa historicamente o surgimento do MST, remontando às Ligas Camponesas e à imposição, pela ditadura militar, do modelo de modernização da agricultura que resultou na expulsão de milhares de parceiros, arrendatários, sitiantes, colonos e trabalhadores residentes nas fazendas. Isso permite uma nova leitura em relação às origens do MST: trata-se de um movimento de luta pela terra e também pela cidadania e pelo reenraizamento socio-cultural e identitário. Também é lembrado o papel das Comunidades Eclesiais de Base e da Comissão Pastoral da Terra (CPT) da Igreja Católica.

As autoras defendem que a dicotomia rural-urbano mascara as reais condições de reprodução do capital e que, por isso, as análises não podem se ater apenas ao capital agrário, devendo incluir a renda urbana e o capital financeiro, comercial e industrial. Assim, o movimento, ao focar os sem-terra, na verdade identifica os milhões de pessoas desgarradas dos mínimos

direitos de sobrevivência material e social.

A análise volta-se, a seguir, para a região açucareira de Campos, a história das usinas e a estrutura de poder e mando gerada por essa atividade econômica, e estuda em profundidade o caso da usina São João, cujas terras foram desapropriadas mais tarde para reforma agrária. O livro expõe o *modus faciendi* das práticas do MST – o cadastramento sigiloso dos futuros assentados, a data da ocupação das terras, a formação de equipes para controle e organização do acampamento e as articulações com o poder local e a sociedade civil para garantir alimentação, educação e saúde aos acampados. Nesse momento são gestados os princípios básicos de uma sociedade alternativa, fundada em valores como solidariedade, confiança e ressignificação da terra como ‘terra de trabalho’, capaz de garantir a sobrevivência material e identitária do grupo. A análise das venturas e desventuras desse processo de busca de nova alternativa de vida social

é o ponto-chave da pesquisa. Muitos abandonam essa rota, enquanto outros teimosamente permanecem imprimindo novas trilhas ao processo da reforma agrária, novos direcionamentos às suas vidas.

A dinâmica e a complexidade da instalação do assentamento impõem, mostram as autoras, a entrada em cena de políticos e técnicos de agências governamentais, até então ausentes, e os interesses divergentes desses distintos atores sociais levam a conflitos. Nesse cenário deslegitimado, aos poucos, a representatividade política do MST no assentamento recém-criado. No assentamento estudado, ao que tudo indica, o próprio projeto de educação alternativa, 'educação diferente', um dos pilares da ideologia do movimento, também não foi adiante.

O livro deixa ao leitor algumas indagações. A pesquisa de campo foi feita entre 1997 e 2001, e a partir daí não há informação sobre o que ocorreu no assentamento. Pesquisas sobre assentamentos rurais têm apontado para a falência de muitos projetos. Meus estudos na região de Ribeirão Preto (SP), dominada pelo agronegócio sucroalcooleiro, têm revelado que muitos assentados aderiram ao plantio de cana, transformando-se em 'rentistas' e deixando para trás o projeto de uma nova sociedade presente na ideologia dos movimentos de luta pela terra. A conversão dos assentados em rentistas contribuiu para abortar o projeto de reforma agrária e acirra os conflitos entre os que aderem ao plantio da cana e os que se opõem a este.

Refletir sobre essas questões é hoje essencial. Em especial na atual conjuntura política, em que as promessas do governo de Luiz Inácio Lula da Silva relativas à reforma agrária estão aquém da realidade dos assenta-

dos e dos milhares de acampados no país. É preciso que os intelectuais orgânicos deste governo re- flitam sobre as dificuldades materiais, sociais e culturais pelas quais passam milhares de famílias que seguiram as trilhas de um novo mundo para si e para seus descendentes.

Apesar das indagações acima citadas, o livro tem o mérito de apontar questões cruciais para a eficácia da reforma agrária. A linguagem simples e cuidadosa, outro mérito, permite que seu conteúdo seja compreendido por um público amplo, além dos muros acadêmicos. Ao centrar sua análise no MST, as autoras trazem para o debate as conquistas e os limites desse movimento. Trata-se de um livro que merece ser lido por todos aqueles interessados em contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e menos desigual.

Maria Aparecida de Moraes Silva*

Programa de Pós-graduação em Geografia (professora visitante), Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, e Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista

* Autora dos livros *Errantes do fim do século* (1999) e *A luta pela terra – experiência e memória* (2004), publicados pela editora da Unesp

Visualização cartográfica e cartografia multimídia

Cristiane da Silva Ramos
São Paulo, ed. Unesp, 184 pp., R\$ 34

Hoje é possível, apenas com um computador conectado à internet, pesquisar rotas e localizar com precisão as áreas mais remotas e variadas do planeta, por meio de mapas interativos, visualmente atraentes e com animações. Porém, embora o sistema multimídia já esteja presente na vida de muitos brasileiros, poucas são as pesquisas no país que abordam os desdobramentos tecnológicos na elaboração de mapas. Visando orientar cartógrafos sobre como aplicar os novos recursos em seu trabalho, esta obra apresenta desde conceitos básicos da representação gráfica até as perspectivas futuras da cartografia digital, passando por discussões teóricas e explicações técnicas. As ilustrações e a linguagem simples usadas pela autora – licenciada em geografia e informática – permitem que o conteúdo seja compreendido por principiantes e curiosos.



Gestão integrada da zona costeira: ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral

Fábio Perdigão Vasconcelos
Fortaleza, Premius, 88 pp., R\$ 12

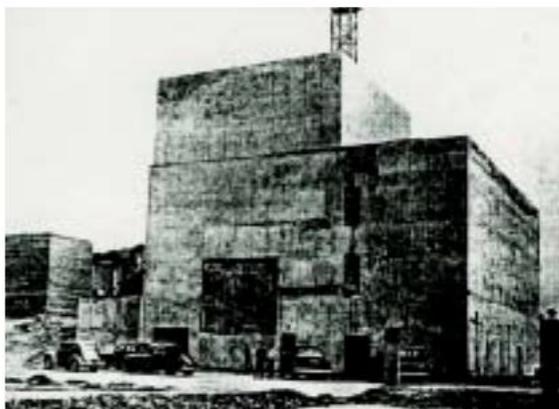
Que danos as grandes cidades construídas à beira do mar já provocaram com a ocupação desordenada? Como solucioná-los? Em torno dessas questões gira este sucinto guia para administradores públicos e todos os que buscam compreender a interação das ações humanas com o ecossistema costeiro. O autor, professor de oceanografia e hidrografia continental da Universidade Estadual do Ceará, defende a gestão integrada da zona costeira (GIZC), um conjunto de medidas que inclui, por exemplo, a criação de áreas de proteção ambiental e a implantação planejada de redes de esgotos. As soluções propostas partem de um estudo pioneiro que considera aspectos ambientais, econômicos e de sustentabilidade de Fortaleza, mas as sugestões podem ser aproveitadas pelas demais metrópoles litorâneas de países em desenvolvimento.



HÁ 50 ANOS ERA INSTALADO NO BRASIL O PRIMEIRO REATOR NUCLEAR DE PESQUISA

Marco da ciência nacional

Embora considerado um meio de propaganda da Guerra Fria, o programa Átomos para a Paz, proposto na década de 1950 pelo então presidente norte-americano Dwight Eisenhower (1890-1969), beneficiou a pesquisa brasileira na área de física nuclear. Após a Segunda Guerra Mundial, o governo dos Estados Unidos prometeu doar um reator para o país que primeiro fosse capaz de instalá-lo. Graças ao talento de físicos brasileiros como Marcello Damy de Souza Santos (1914-), encarregado de presidir a comissão formada com o objetivo de fundar o Instituto de Energia Atômica (IEA) – hoje Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) – e escolher o tipo de reator a ser ali construído, o Brasil venceu a competição. Em 1956, o IEA foi oficialmente criado, e o reator IEA-R1 começou a ser construído.



Fachada do prédio do reator IEA-R1 em construção

O final da Segunda Guerra Mundial ficou marcado pelo início da era nuclear. O chamado teste Trinity, o primeiro dessa era, foi realizado em Jornada del Muerto, um vale deserto no então local de provas de bombas convencionais de Alamogordo, onde hoje está a reserva White Sands para experimentos de mísseis balísticos no sul do estado do Novo México, Estados Unidos. Mas o mundo só tomou conhecimento da era nuclear após os ataques norte-americanos às cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, em 1945. A mística de perigo e segredo que acompanha até hoje a atividade nuclear teve sua origem nesses ataques e no fato de o Projeto Manhattan ter se desenvolvido no mais absoluto sigilo durante a guerra.

O nome de código inicial era Projeto DSM, possivelmente uma abreviação de District of Syracuse Marshall. O coronel James C. Marshall, primeiro militar responsável pelo projeto, servia no Syracuse Engineering District e mais tarde foi transferido para o Manhattan Engineering District, que ocupava um complexo de salas no Empire State Building, na ilha de Manhattan, em Nova York. O projeto ficou conhecido pelo nome de código Projeto Manhattan, que foi útil para despistar as operações em curso em Los Álamos, Oak Ridge e outros locais dos Estados Unidos.

Nos primeiros dias de 1947, os Estados Unidos criaram uma comissão de energia atômica com o objetivo de desenvolver conhecimentos nucleares de interesse militar, isolando-se nuclearmente do resto do mundo. Esse auto-isolamento durou alguns anos, até que em 1953 o presidente Dwight Eisenhower propôs a criação do programa Átomos para a Paz. O estabelecimento de salvaguardas nucleares sobre instalações civis de energia nuclear e o germe da futura Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) estão, de certa forma, ligados a essa iniciativa de Eisenhower.

Antes da criação da AIEA, a ex-União Soviética já acompanhava de perto os esforços feitos por outras nações em pesquisas nucleares e mostrou ao mundo sua competência ao explodir um artefato nuclear com sucesso em 1949. Oficialmente, o esforço da União Soviética no campo da energia nuclear era em geral justificado com palavras semelhantes às de Valentin Falin, ex-presidente da Comissão de Relações Internacionais do Soviete Supremo: “A Segunda Guerra Mundial ainda não estava completa-

Há 50 anos



Assinatura do contrato para aquisição do reator nuclear de pesquisa IEA-R1 pela Comissão de Energia Atômica do CNPq. O físico Marcello Damy de Souza Santos, fundador do Instituto de Energia Atômica (IEA), hoje Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), está sentado próximo à cabeceira da mesa, de terno claro e gravata-borboleta

mente terminada, suas cinzas ainda estavam quentes e a tinta das assinaturas de obrigações solenes de manter a paz ainda úmida, quando Washington se lançava em preparativos para a Guerra Fria, planejada para estabelecer o domínio da América sobre o mundo. O Pentágono trabalhava nos detalhes de um plano para um ataque nuclear contra a União Soviética.” A visão de Falin talvez tenha sido algo distorcida, mas não pode ser considerada totalmente falsa.

Há quem afirme que as origens da Guerra Fria estão relacionadas com o fato de o Plano Baruch-Lilienthal ter sido abandonado no nascedouro, devido às inconciliáveis diferenças entre Estados Unidos e União Soviética. Inicialmente chamado Plano Baruch, por ter sido elaborado sob a supervisão de Bernard M. Baruch (1870-1965), representante norte-americano na Comissão Atômica da ONU em 1946, passou a chamar-se Plano Baruch-Lilienthal, em homenagem a David E. Lilienthal (1899-1981), primeiro presidente da Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos, que foi capaz de resumir a parte mais relevante do Plano Baruch, que previa renúncia às armas nucleares. O plano propunha a criação da Autoridade Internacional de Desenvolvimento Atômico, com amplos poderes para controlar todas as instalações nucleares potencialmente perigosas para a segurança mundial.

O plano Baruch-Lilienthal foi aprovado por 10 membros da Comissão Atômica das Nações Unidas, inclusive o Brasil, representado pelo então comandante Álvaro Alberto da Motta e Silva (1889-1976). Mas não chegou a ser levado à consideração

da sessão plenária do Conselho de Segurança das Nações Unidas. A rejeição do plano Baruch-Lilienthal não só marcou o início efetivo da Guerra Fria, como consagrou o manto de segredo que encobre os programas nucleares das nações que os desenvolvem.

Alguns anos após a recusa do plano, o comandante Álvaro Alberto, já promovido a almirante e presidente do então Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), comprou para o Brasil três ultracentrífugas experimentais que haviam sido utilizadas na Alemanha, durante a guerra, pelo físico Wilhem Groth (1904-1977). Mas as ultracentrífugas de Groth não puderam ser embarcadas para o Brasil devido à interferência, de última hora, das forças de ocupação dos Estados Unidos na Europa.

A partir desse episódio, um tom nacionalista passou a dominar os setores da área nuclear no Brasil. No clima de efervescência política que o país vivia em 1955, ano da eleição de Juscelino Kubitschek (1902-1976), o nacionalismo na área nuclear se exacerbou. Foi quando os Estados Unidos, através do programa Átomos para a Paz, prometeram doar um reator para o país que primeiro fosse capaz de instalá-lo.

O IEA e o IEA-R1

O físico Marcello Damy de Souza Santos foi encarregado de presidir a comissão criada com o objetivo de fundar, no Brasil, o IEA e escolher o tipo de reator a ser ali construído. Damy, que estudara na Universidade de Cambridge, Inglaterra, teve o apoio do CNPq e da Universidade de São Paulo (USP). Seu ▶



O presidente Juscelino Kubitschek observa uma caneta dosimétrica na sala de controle do reator IEA-R1. À sua esquerda, Paulo Saraiva de Toledo (de avental) e o reitor da USP, Gabriel Silvestre de Carvalho. À direita, o físico Marcello Damy de Sousa Santos (de gravata-borboleta) e o professor Ivan Nascimento

retorno ao Brasil ocorreu devido à importância que o então chanceler Oswaldo Aranha (1894-1960) deu à capacidade do físico de auxiliar a Marinha nacional durante a guerra.

Presidida por Damy e formada pelos físicos Joaquim da Costa Ribeiro (1906-1960), Luiz Cintra do Prado (1904-1984), José Leite Lopes (1918-) e José Goldemberg (1928-), a comissão incumbida de escolher o tipo de reator a ser instalado no IEA optou por um equipamento do tipo piscina. A escolha se deveu ao fato de esse tipo de reator ser mais barato, mais seguro, produzir alto fluxo de nêutrons (o que favorecia a pesquisa em física de reatores) e funcionar tanto com urânio enriquecido a 90% (o enriquecimento inicial), quanto a 20%, caso sofresse as modificações adequadas.

O Brasil venceu a competição empreendida pelos Estados Unidos, e o contrato de aquisição do reator nuclear de pesquisa IEA-R1 foi assinado. Em

funcionários do IEA, entre os quais Ewa Cybulska (1929-), Fausto Walter de Lima (1920-) e Paulo Saraiva de Toledo (1920-1999), mais tarde o primeiro chefe de operação do reator. O IEA-R1 foi inaugurado no dia 25 de janeiro de 1958, na presença do presidente Juscelino Kubitschek e do governador de São Paulo, Jânio Quadros, sendo Marcello Damy diretor do IEA. A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) nasceu pouco depois, ainda durante o governo Juscelino. Mas o IEA só passou a integrá-la em 1963.

Graças ao IEA-R1, gerações de cientistas brasileiros e estrangeiros puderam desenvolver pesquisas em física nuclear em São Paulo. Os experimentos nele realizados permitiram acelerar o projeto de construção do primeiro reator nuclear brasileiro, desenvolvido pela Marinha. O equipamento já sofreu diversas reformas com a finalidade de modernização, inclusive para aumentar sua segurança operacional. Os convênios do Ipen com diversas instituições são facilitados devido às condições de operação do reator.

Embora alguns o considerem um corolário da Guerra Fria, o IEA-R1 é um marco da ciência brasileira, e os 50 anos do início de sua construção merecem comemoração condigna pela comunidade científica nacional. Contudo, pioneiros da ciência no Brasil, alguns deles aqui citados, foram, mais que o IEA-R1, os motores que impulsionaram o desenvolvimento da física nuclear, da engenharia nuclear e de suas aplicações em nosso país.

Anselmo S. Paschoa

Consultor convidado do Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais, Universidade do Estado do Rio de Janeiro



Os físicos Fausto Walter de Lima e Paulo de Saraiva Toledo (de avental) durante construção do reator IEA-R1

Fisiologia vegetal

Gostaria de parabenizar os autores do artigo 'Avanços na fisiologia vegetal' (CH 219), no qual apresentam de forma clara os avanços na área de fisiologia vegetal alcançados a partir dos estudos sobre a fotossíntese desenvolvidos por [Frederic Blackman](#).

MARCOS ANTONIO BACARIN
PRESIDENTE DA SOCIEDADE
BRASILEIRA DE FISILOGIA VEGETAL
CAMPINAS, SP



Elogio na Bahia

Temos a honra de comunicar o registro feito pelo conselheiro Luís Henrique Dias Tavares na sessão plenária desse colegiado no dia 18 de outubro (...), aprovado por unanimidade: "Ao registrar a circulação dessas revistas, não esqueço *Ciência Hoje*, que se mantém com a sua atualidade e seriedade. Nada se perde em sua leitura, sejam as seções ou os trabalhos com o nível dos que vou destacar nesse número de setembro: 'A evolução da fecundidade no Brasil', 'Tendências das migrações internas' e 'Brasileiros longe de casa'".

EUSTÓRGIO L. CAVALCANTI
SECRETÁRIO-GERAL DO CONSELHO
ESTADUAL DE CULTURA DA BAHIA
SALVADOR, BA

Universidade paga

Em carta à CH 220, o leitor Carlos Fernando Galvão de Queirós tece algumas críticas ao meu artigo 'Por uma universidade pública, paga e de qualidade' (CH 218). O leitor se engana quando diz que há muitas universidades públicas não pagas nos Estados Unidos. Não existe nenhuma. (...) É imperativo que eu responda algumas de suas críticas. O leitor começa dizendo que eu deveria explicar a ra-

zão de as universidades particulares não cumprirem a Lei de Diretrizes e Bases da Educação. Não acho que deveria. Jamais insinuei que cobrança de mensalidades resolve todos os problemas da educação nacional. Ele mesmo afirma que "o ensino pago não é garantia de qualidade, e a gratuidade também não". Há uma clara confusão por parte do leitor entre universidade particular e universidade paga. A Petrobras, por exemplo, é uma empresa pública e nem por isso gasolina é gratuita. Como deixei claro no título de meu artigo, não defendo a privatização das universidades. Ele afirma ainda que "se limitarmos a gratuidade apenas a cursos de licenciatura estaremos criando uma reserva de mercado dos altos postos do poder social". Aparentemente, não leu meu artigo até o fim, onde deixei claro que as pessoas que não pudessem pagar deveriam ter condições de tomar dinheiro emprestado ao Estado e, ao se formar, começar a pagar. Não inviabilizaria o estudo de ninguém. Apenas tiraria dos ombros de toda a sociedade tal responsabilidade, além de transferir para a universidade parte do dinheiro que o aluno

irá ganhar devido à sua formação. Termina dizendo que minha idéia, equivocada, é bastante disseminada, repetida e aceita. Esse foi seu engano final. No meio acadêmico nacional, a idéia de universidade pública gratuita é dominante. Por esse motivo, a universidade pública nacional está falindo, como reconhece a diretora da Coppe/UFRJ, Angela Uller, em uma edição recente do *Jornal da Ciência*, ao afirmar: "A UFRJ é vítima de um modelo de financiamento que se esgotou. Ou somos um orgulho para o Brasil ou alguma coisa está errada." Falta apenas identificar o que está errado.

DAVI CORREIA
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA-CHAMPAIGN, ILLINOIS
(ESTADOS UNIDOS)

Erro de revisão

Ainda tinha a ingenuidade de que a CH podia ser um bastião da perfeição, dentre tantas publicações deploráveis no mercado nacional, mas minha esperança terminou na página 23 da CH 220 (...), no artigo 'A crise republicana e o estado de exceção', ao encontrar a palavra cláusula com a separação silábica 'clá-usula'. Percebi que nem mesmo nessa casa há um revisor gramatical. Lamentável e mesmo imperdoável.

FRANCISCO JOSÉ MORGADO
LANFREDI

POR E-MAIL

✉ *Respeitamos a opinião do leitor, mas esclarecemos que a CH não pretende ser infalível, e tem revisores. Erros – principalmente pequenos erros formais – são encontrados em quase todas as publicações, por maior que seja o empenho em evitá-los.*

Correções

- Na nota 'Sintonia fina', da seção Mundo de Ciência (CH 221), é dito que "o câncer cervical mata cerca de 290 mulheres por ano no mundo". Na verdade, são 290 mil vítimas anuais.
- Nas 'sugestões para leitura' do artigo 'O magnífico laser' (CH 222), o primeiro item ('Os fundamentos da luz laser') é na verdade um artigo publicado na revista *A física na escola* (v. 2, nº 2, outubro de 2001), editada pela Sociedade Brasileira de Física.

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

E-MAIL:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

O monge iluminado

Marco Moriconi

Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense



P rimeiros dias de 2006. Um monge, em busca de iluminação e paz de espírito, decide meditar no topo de uma montanha. Parte logo cedo, às 6h, e percorre uma estradinha tortuosa e longa que o leva até o cume, onde chega duas horas depois. Nosso amigo monge fica lá o resto do dia, meditando, pensando sobre a vida, em busca da iluminação. No dia seguinte, exatamente às 6h, dá início à viagem de volta. Em certo ponto do caminho, nota algo que o enche de felicidade: quando percebe que horas são e onde ele está, verifica que, no dia anterior, ele se encontrava exatamente naquele mesmo lugar e na mesma hora! Eis o sinal que ele buscava!

O monge chega ao mosteiro com um grande sorriso, mostrando sua felicidade face ao acontecimento recente. Um visitante, Martin, não deixa de percebê-lo e pergunta:

Martin: “Por que tal felicidade, caro monge?”

Monge: “Ora! Acabou de acontecer algo mara-

vilhoso. Ontem, subi uma montanha, passei o dia no topo e, no dia seguinte, voltei pelo mesmo caminho. Na descida, passei por um certo local exatamente na mesma hora em que havia passado por ele no dia anterior, durante a subida! Era o sinal que eu estava buscando!

Martin (murmurando): “Hummm...Você partiu à mesma hora nos dois dias?”

Monge: “Sim!”

Martin: “E voltou pelo mesmo caminho?”

Monge: “Sim...”

Martin sorriu. O monge ficou curioso.

Por que Martin sorria? Eis a explicação.

Martin: “Tal coisa devia acontecer. É um caso dos chamados ‘teoremas de ponto fixo’.”

Monge: “Como é possível? São tantas as maneiras de se percorrer um mesmo caminho, tantas possibilidades! Tal momento tem que significar algo...”

Martin: “Bem, imaginemos o seguinte: suponha que, no momento da partida de sua viagem de volta, às 6h, um ‘clone’ seu começou a subir a montanha, exatamente como você fez no dia anterior. Essa cópia sua andarás precisamente como você andou em sua viagem de ida, passo a passo. Como cada um de vocês partiu à mesma hora, 6h, é claro que vocês dois acabarão se encontrando em algum ponto. Vocês dois têm de necessariamente se encontrar! Como se passou o mesmo tempo para você e seu clone e como ambos estão no mesmo lugar, esse é o local que você percebeu como ‘especial’. Mas a verdade é que esse momento ‘especial’ tinha de acontecer!”

O monge continuou sorrindo. Na verdade, seu sorriso até aumentou. Martin pensou que ele estivesse zombando dele. Muito pelo contrário.

Monge: “Eu sabia! Eu sabia que aquele momento devia significar algo! E é essa a revelação! O teorema do ponto fixo! Que belíssima maneira de se começar o ano.”

E partiu o monge, mais iluminado.



SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Os três sábios olham uns aos outros, mas nenhum deles pode dizer se o respectivo chapéu tem uma bolinha ou não. Porém, quando o rei diz que “pelo menos um deles tem uma bolinha”, cada sábio raciocina da seguinte maneira: os que não têm nada no chapéu vêem a bolinha do terceiro. Já o que tem a bolinha não vê nada e, portanto, conclui que ele tem uma bolinha no chapéu! Aqui vai um desafio dentro do desafio: e, se no início, o rei tivesse marcado dois chapéus, dissesse que havia pintado pelo menos uma bolinha e ficasse perguntando “alguém já sabe se tem bolinha?” repetidamente? O que aconteceria?

DESAFIO

Pegue duas cartelas de bingo. Amasse uma delas do jeito que você quiser e, depois, a coloque (também do jeito que você quiser) sobre a outra. Será que existem dois números iguais que ficam um sobre o outro?

Nota Cara leitora, caro leitor, escreva para este colunista, invente soluções melhores, proponha novos desafios! Estou aguardando!
Feliz 2006 para todo mundo!

Contatos com esta coluna: moriconi@cienciahoje.org.br