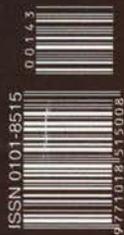


ciência hoje

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA/VOL. 24 Nº 143/OUTUBRO 1998/R\$ 7,00



Um deserto sob o Brasil

**Retrocesso
na lei ambiental**

**Comércio ameaça
fósseis do país**



Você sabe o que é a Fundação Bradesco?



- ✓ 42 anos de investimento na educação de crianças, jovens e adultos.
- ✓ Escolas em 23 dos 26 Estados brasileiros, além do Distrito Federal.
- ✓ Mais de 97 mil alunos sendo atendidos em 1998.
- ✓ Cursos de Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio-Profissionalizante, Educação de Jovens e Adultos e Educação Profissional Básica.
- ✓ Ensino, material escolar, alimentação, assistência médica e odontológica.
Tudo gratuitamente.



Fundação Bradesco

Um passo atrás na **legislação ambiental**

A Medida Provisória 1.710, baixada em agosto pelo governo federal, representa enorme retrocesso para a legislação ambiental brasileira. Ao suspender a efetividade da Lei de crimes ambientais – idealizada para dar instrumentos jurídicos à sociedade na proteção do meio ambiente –, a medida legaliza a impunidade na área. Revogando a validade de uma lei que passou por sete anos de discussão democrática antes de ser aprovada em fevereiro, a Presidência da República premia os degradadores reincidentes e exime os funcionários dos órgãos ambientais de cumprirem suas obrigações constitucionais. Perdem a saúde pública e o patrimônio ambiental brasileiros (p. 45).

Outro alerta a ser registrado é o comércio ilegal de fósseis que vem ocorrendo na Chapada do Araripe, no Nordeste – patrimônio nacional protegido por lei, que reúne grande quantidade de peixes, insetos e plantas fossilizados, além de pegadas de dinossauros. Milhares de exemplares saem do país todo ano, caindo nas mãos de colecionadores, curadores de museus e cientistas estrangeiros. Detalhes sobre a venda que ameaça o precioso sítio do Araripe na página 52.

Poucos imaginam que há cerca de 150 milhões de anos grande parte do território brasileiro era ocupado por uma imensa área desértica. Ventos e cursos d'água acumularam grande volume de areia numa região geológica – a bacia do Paraná – que hoje abrange o Centro-Oeste, o Sudeste e o Sul do país. Mas um dos maiores processos de vulcanismo dos últimos 500 milhões de anos acabou com esse extenso areal, dando origem a uma negra paisagem rochosa, com planícies e planaltos de lava. Na página 36, pesquisadores da USP e da Unicamp contam como surgiu e desapareceu o paleodeserto de Botucatu.

Situações inusitadas na física clássica são perfeitamente plausíveis para as leis que regem o mundo microscópico. Segundo a física quântica, por exemplo, uma partícula pode estar em dois lugares ao mesmo tempo. Esse e outros fenômenos aparentemente estranhos incomodaram por décadas cientistas como Albert Einstein. Em 1935, o físico austríaco Erwin Schrödinger chegou a propor um experimento mental para mostrar os paradoxos dessa nova área. Mais de meio século depois, a proposta de Schrödinger ainda é usada para estudar as sutilezas do mundo quântico. Sutilezas que, para o físico Luiz Davidovich, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, podem transformar nossa forma de entender o universo (p. 26).

A redação

PROJETO CIÊNCIA HOJE

Responsável pelas publicações de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Compreende: revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*, *CH on line* (internet), *Ciência Hoje na Escola* (volumes temáticos) e *Ciência Hoje das Crianças Multimídia* (CD-ROM). Mantém intercâmbio com as revistas *Ciencia Hoy* (Corrientes 2835, Cuerpo A, 50 A, 1193, Buenos Aires/Argentina, tels.: (00541)961-1824/962-1330) e *La Recherche* (Paris/França); e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/CNPq) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

CONSELHO DIRETOR

Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF/CNPq);
Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/UFRJ);
Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ);
Reinaldo Guimarães (UERJ)/Membro convidado;
Roberto Lent (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ);
Fernando Szklo
Maria Elisa da C. Santos
Fernando Szklo
Ciências Humanas – Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRJ)
Ciências Ambientais – Olaf Malm (Instituto de Biofísica/UFRJ)
Ciências Exatas – Ronald Cintra Shellard (CBPF e PUC-RJ)
Ciências Biológicas – Débora Foguel (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ)

Secretária
Diretor Executivo
Editores Científicos

CIÊNCIA HOJE • SBPC

REDAÇÃO

Editora Executiva Alicia Ivanissevich
Secretária de Redação Valquíria Daher
Editor de Texto Ricardo Menandro
Setor Internacional Micheline Nussenzeveig
Repórteres Danielle Nogueira e Fernando Paiva
Revisoras Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa
Secretária Theresa Coelho
Colaboraram neste número Bernardo Esteves e Roberto de Sousa Causo (reportagem) e Cássio Leite Vieira (edição e reportagem)

ARTE

Diretora de Arte Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Programação Visual Claudia Fleury (E-mail: ampersand@uol.com.br)
Computação Gráfica Carlos Henrique Viviane e Raquel P. Teixeira
Secretária Luiz Baltar
Irani F. de Araújo

SUCURSAIS

BELO HORIZONTE

Coordenador Científico Ângelo Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG)
Correspondente Roberto Barros de Carvalho (E-mail: ch-mg@icb.ufmg.br)
End.: Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG
Caixa postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG.
Telefax: (031) 443-5346

SÃO PAULO

Correspondente

Vera Rita da Costa (E-mail: chojesp@sbpcnet.org.br)
End.: Prédio da Antiga Reitoria da USP, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, travessa J, sala 232, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP.
Tel.: (011) 814-6656 e Telefax: (011) 818-4192

REPRESENTAÇÕES

BRASÍLIA

Coordenadora Científica

Maria Lúcia Maciel (UnB)
End.: Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65,
Campus Universitário/UnB, Caixa postal 0423,
CEP 70910-900, Brasília, DF, telefax: (061) 273-4780

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.: (071) 247-2033, fax: (071) 235-5592

PUBLICIDADE

Diretor Comercial
Supervisora de Operações
Contato Comercial

Ricardo Madeira (E-mail: rmadeira@dialdata.com.br)
Sandra Soares
Marcos Martins (E-mail: marconiz@dialdata.com.br)
End.: Rua Maria Antônia 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP.
Telefax: (011) 258-8963

REPRESENTANTES COMERCIAIS

BRASÍLIA

PROJETO NORDESTE

Deusa Ribeiro – Tel.: (061) 577-3494/989-3478, Fax: (061) 273-4780
Rudiger Ludemann – Telefax: (071) 379-7716

ADMINISTRAÇÃO

Gerente Financeira
Produtora
Pessoal de Apoio

Lindalva Gurfield
Maria Elisa da C. Santos
Luiz Títo de Santana, Pedro P. de Souza, Ailton B. da Silva, Luiz Cláudio Tito,
Marly Onorato, Cathia Leiras, Neusa Soares e Flávia de Souza

ASSINATURAS

Gerente de Circulação
Assistente
Pessoal de Apoio

Adalgisa Bahrí
Maria Lúcia Pereira
Francisco R. Neto, Luciene de Azevedo, Selma Azevedo Jesus, Delson Freitas,
Márcio de Souza, Elomar Santana, Sérgio Pessoa e Márcia Silva

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Fotolito
Impressão
Distribuição em Bancas

Open Publish Soluções Gráficas
Gráfica JB S/A
Fernando Chinaglia Distribuidora S/A – ISSN: 0101-8515

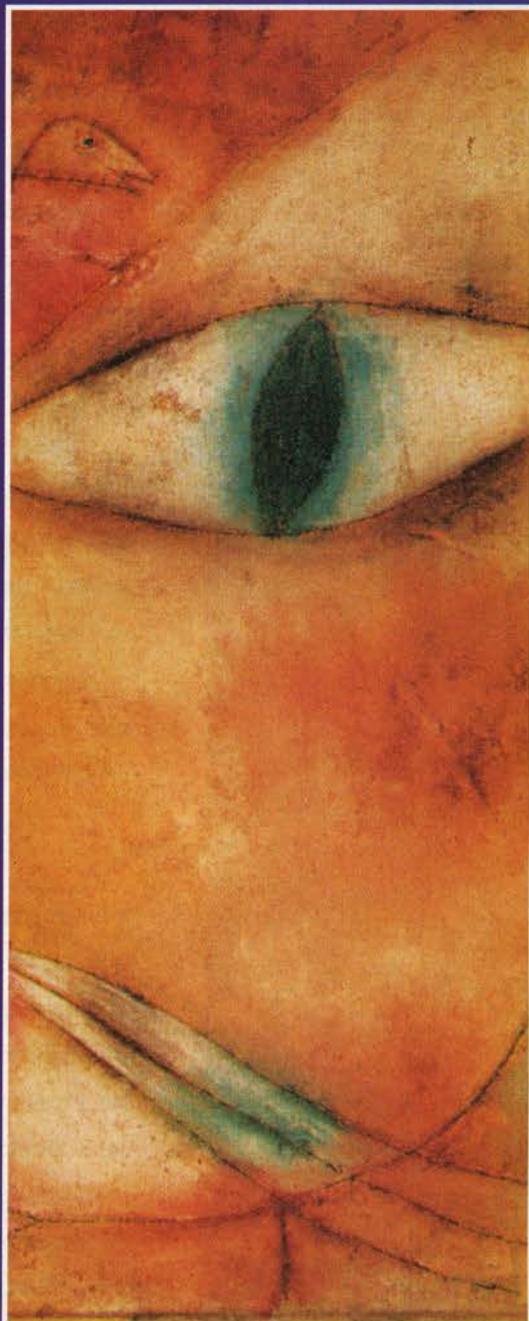
CIÊNCIA HOJE

Redação

Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ
Tel.: (021) 295-4846 – Fax: (021) 541-5342
E-mail: chojered@sbpcnet.org.br

**O gato de Schrödinger
Do mundo quântico
ao mundo clássico**

Situações frequentes no mundo microscópico, como partículas que podem estar em duas posições ao mesmo tempo, não têm equivalente no mundo macroscópico. A relação entre essas duas realidades vem sendo mais bem entendida nos últimos tempos, o que pode mudar nossa maneira de ver o universo.
Por Luiz Davidovich



**ATENDIMENTO AO
ASSINANTE E
NÚMEROS AVULSOS**

TEL.: 0800 264846

CH on-line:

<http://www.ciencia.org.br>

REVISTA FINANCIADA COM RECURSOS DO

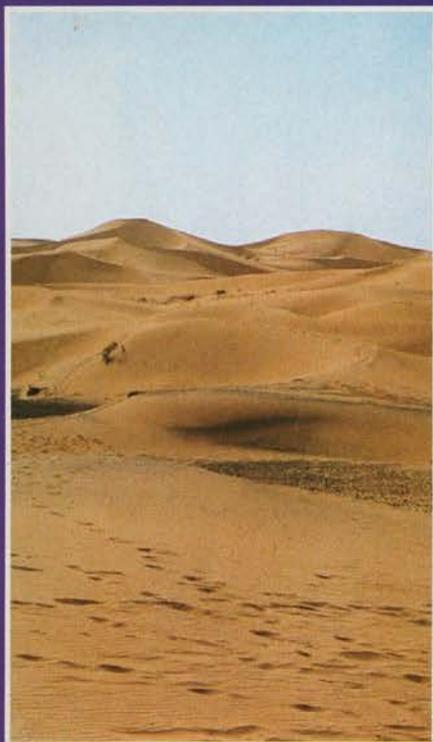
Programa de Apoio a Publicações Científicas

MCT

CNPq

FINEP

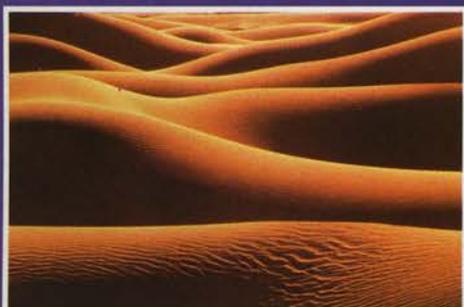
IVZ
INSTITUTO VENCENSLAU DE CIÊNCIAS



Botucatu O grande deserto brasileiro 36

Em nenhum lugar do Brasil há hoje uma área realmente desértica, mas no passado grande parte do território do país era coberta por imenso deserto, depois recoberto por um dos maiores processos de vulcanismo já ocorridos no planeta.

Por Fernando Flávio Marques de Almeida e Celso Dal Ré Carneiro



Capa: foto Randy Well/
agência Stock Photos

O LEITOR PERGUNTA

- Existe um planeta chamado Barnard, vulgarmente conhecido como *Hercolubus*? 6
- Qual a origem (ou o significado) do chamado 'ponto antiprincipal' nas lentes esféricas? 6
- O horário de alimentação de um atleta pode influenciar seu rendimento físico? 7



ENTREVISTA

Roald Hoffmann

Encontro entre ciência e poesia



8

MUNDO DE CIÊNCIA

Um salto nas técnicas de clonagem

22

HUMOR

44

OPINIÃO

Um tiro na Lei de crimes ambientais

45



EM DIA

Serra do brigadeiro, santuário ecológico

48

Fósseis do Araripe à venda

52

As 1.001 utilidades dos vaga-lumes

55

Construindo um corpo virtual

56

Saúde na mesa

62



EM FOCO

63

PRIMEIRA LINHA

Uma curiosa viagem à Antártida

64

Um inventário 'verde' para o Brasil

68



RESENHA

Sobre um mundo constantemente inconstante

72

MEMÓRIA

Determinação no céu

74



FICÇÃO

A aventura da ficção científica no Brasil

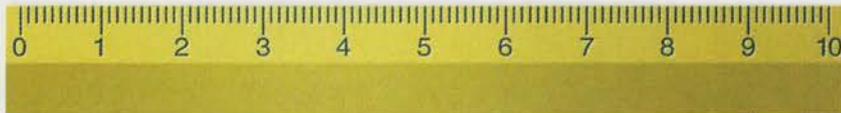
78

CARTAS

80



1º PRÊMIO VICTOR CIVITA Professor Nota 10



Uma Homenagem a Quem Constrói O Futuro do Brasil, Aluno por Aluno

A Fundação Victor Civita convida todo o país a dizer obrigado aos profissionais da sala de aula que, a despeito de todas as dificuldades, transmitem às nossas crianças a magia do saber e o prazer de aprender.

A partir deste ano, o **Prêmio Victor Civita – Professor Nota 10** irá selecionar anualmente professores responsáveis por experiências eficazes e inovadoras em diferentes áreas do Ensino Fundamental, em todo o país.

Em 1998, a primeira edição do prêmio vai destacar os criadores das 14 melhores experiências publicadas pela revista NOVA ESCOLA de 1995 a 1998, escolhidas por um júri de especialistas. No dia 15 de outubro, "Dia do Professor", os ganhadores receberão cada um R\$ 10 mil. E o reconhecimento da nação brasileira.

NOVA ESCOLA há 13 anos faz parte da vida de mais de 500 mil professores brasileiros, participando com eles da fascinante tarefa de construir o futuro do Brasil a partir da sala de aula, aluno por aluno.



Entrega Dia 15 de Outubro de 1998

Maiores informações sobre o regulamento do Prêmio na edição de outubro da Revista NOVA ESCOLA ou no site www.novaescola.com.br



apoiada pela  **Abril**

? Existe um planeta chamado Barnard, vulgarmente conhecido como *Hercolubus*? Ele teria sido estudado pelo astrônomo norte-americano Edward Barnard (1857-1923) no fim do século passado. Sua força gravitacional poderia agir no eixo de rotação e translação da Terra, já que seria 30 vezes maior que Júpiter?

JORGE DE OLIVEIRA FONTÃO, SÃO JOÃO DA BOA VISTA/SP

Se por acaso esse hipotético *Hercolubus* existisse e tivesse uma massa 30 vezes a massa de Júpiter, esse astro não seria uma estrela e sim uma anã marrom. As anãs marrons são estrelas que não conseguem desenvolver reações nucleares de maneira estável; são objetos limítrofes entre estrelas, com queima estável de hidrogênio no núcleo, e planetas, sem qualquer tipo de reação nuclear. Esses três objetos (estrelas, anãs marrons e planetas) são formados a partir do colapso gravitacional de uma nuvem de gás e poeira.

O parâmetro que define o *status* do objeto formado é a sua massa: objetos com massas maiores que 80 massas de Júpiter (M_J) terão condições de iniciar a queima de hidrogênio

e se tornarão estrelas.

Se a massa do objeto for menor que 13 M_J, teremos um planeta. E se ela for maior que 13 M_J e menor que 80 M_J, teremos uma anã marrom.

Mas se o tal *Hercolubus* fosse uma anã marrom, certamente já teria sido detectado através das perturbações que provocaria na órbita da estrela de Barnard. A estrela de Barnard é uma anã vermelha, pouco mais fria que o Sol, variável, da constelação de Ofiúco. Sua distância do Sol é de 5,98 anos-luz ou, aproximadamente, 60 trilhões de km. Uma peculiaridade da estrela de Barnard é apresentar alta velocidade na sua linha de visada (velocidade radial), igual a 110 km/s, se aproximando

do Sol. Além disso, ela é dotada do maior movimento próprio conhecido até agora: 10 segundos de arco por ano, o que dá mais ou menos 1 grau em 350 anos. Dentro de uma região de raio aproximadamente igual a 20 parsecs ou 600 trilhões de km em torno do Sol, chamada 'vizinhança solar', essa estrela é a que apresenta maior movimento próprio. Porém, apesar de essa estrela fazer parte dos programas de busca por planetas extra-solares e anãs marrons, até o momento nenhum objeto companheiro (anã marrom ou planeta) foi detectado.

Mesmo que existisse algum planeta se libertando gravitacionalmente da estrela

? Qual a origem (ou o significado) do chamado 'ponto antiprincipal' nas lentes esféricas?

LUIZ JOÃO MOLINARI, CURITIBA/PR

Em um sistema ótico centrado, que é um conjunto de superfícies refratoras esféricas todas centradas num eixo comum (tipicamente, sistemas de lentes), na aproximação em que só se consideram raios luminosos próximos do eixo, definem-se como planos principais dois planos conjugados para os quais o aumento linear é igual a 1. Assim, a

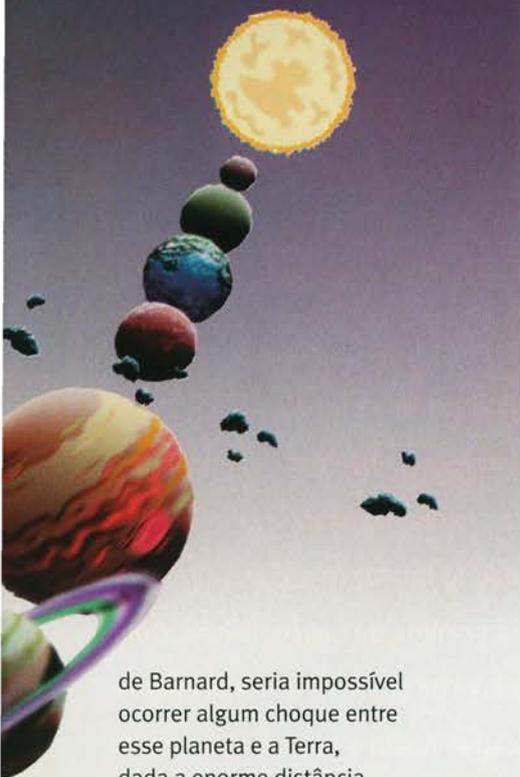
imagem de uma pequena chave perpendicular ao eixo situada no plano principal objeto é uma chave idêntica no plano principal imagem.

Chamam-se planos antiprincipais dois planos conjugados para os quais o aumento linear é igual a -1: a imagem da chave no plano antiprincipal objeto é a chave invertida no plano antiprincipal imagem. No

caso particular de uma única lente, os planos principais se confundem com o plano central da lente, e os planos antiprincipais cortam o eixo nos pontos antiprincipais.

Moysés Nussenzeig

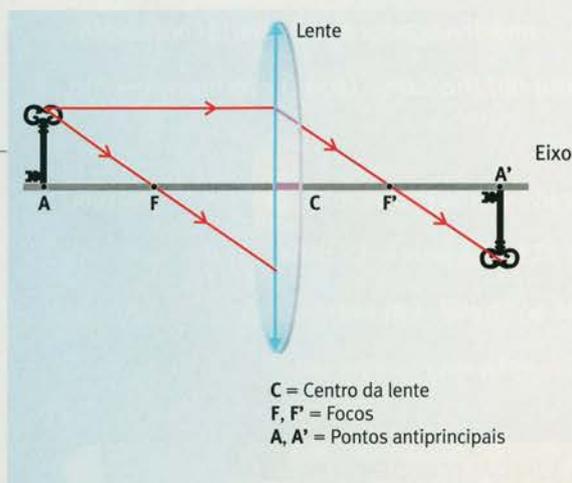
Instituto de Física,
Universidade Federal do
Rio de Janeiro



de Barnard, seria impossível ocorrer algum choque entre esse planeta e a Terra, dada a enorme distância que a estrela de Barnard se encontra de nós, apesar do seu relativamente alto movimento próprio. A influência do hipotético *Hercolubus* sobre a Terra também seria nula já que a força gravitacional do Sol sobre a Terra é 5 trilhões de vezes maior que a do tal *Hercolubus*.

Simone Daflon

Serviço 'Pergunte a um astrônomo',
Observatório Nacional, RJ



? Minha massa muscular aumentou junto com meu nível de gordura corporal — fazia musculação, comendo carboidratos pela manhã e proteínas à noite. Decidi então comer de acordo com meu **biorritmo** (mais proteínas quando estava mais ativo e carboidratos durante a noite) e minha massa muscular continuou crescendo mas parei de engordar. O horário de alimentação de um atleta pode influenciar

seu **rendimento físico**?

DANILO CHIANTIA (POR E.MAIL)

O leitor não esclarece o que quer dizer com “comer de acordo com o biorritmo” nem informa se fez mudanças nos horários em que pratica exercícios, o que interferiria no resultado. Mas, em geral, as pessoas atingem o máximo desempenho físico por volta das 18h. Sem dúvida, há influência do horário das refeições sobre o metabolismo dos nutrientes. Franz Halberg, um dos fundadores da Cronobiologia, dizia que “não somos apenas *o que comemos* mas *quando comemos*”. Isso ocorre porque diversas substâncias relacionadas ao metabolismo dos alimentos apresentam ritmicidade circadiana. A secreção de enzimas digestivas, os níveis de insulina, glucagon, cortisol e hormônio de crescimento são alguns exemplos. Uma das conseqüências é que alimentos que servem de ‘combustível’ para o organismo, como os carboidratos, são ‘queimados’ mais facilmente quando ingeridos pela manhã e ‘armazenados’ mais facilmente quando ingeridos à tarde.

Isso explicaria o fato de o leitor ter ganhado mais peso após passar



a ingerir carboidratos à tarde e à noite, mas não explicaria a diferença no tipo de massa corpórea adquirida. Inúmeros outros fatores podem interferir nesse processo e existem significativas diferenças individuais na expressão da ritmicidade circadiana (por exemplo, no horário de pico dos hormônios e enzimas).

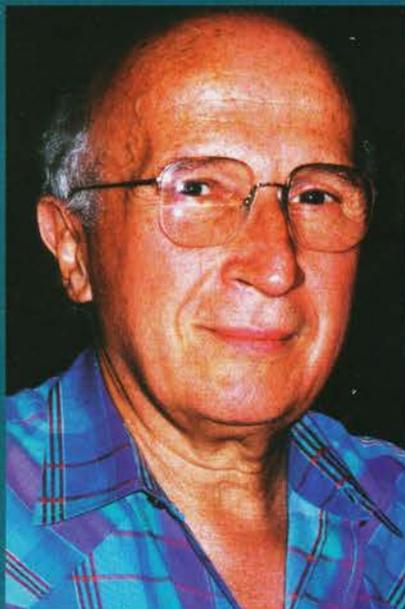
Fernando M. Louzada

Núcleo de Neurociências
e Comportamento,
Universidade de São Paulo

CARTAS À REDAÇÃO
Av. Venceslau Brás, 71 fundos
casa 27 • CEP 22290-140
Rio de Janeiro • RJ
E-mail: chojered@sbcnet.org.br

Roald Hoffmann

Encontro entre ciência e poesia



É difícil entender de onde Roald Hoffmann, 61 anos, químico polonês, naturalizado norte-americano, tira a tranquilidade que flui de suas poesias. Em 1941, tropas nazistas invadiram sua cidade natal, Zloczow, e o pequeno Roald, com cinco anos, foi levado com sua família para um campo de concentração. Dois anos depois, seu pai arranhou a fuga da mulher e do filho, mas foi morto mais tarde ao tentar escapar. Roald e sua mãe passaram 15 meses escondidos num sótão de uma escola da Ucrânia. Foi lá que ele aprendeu a ler a primeira das várias línguas que fala.

Passado e presente estão atados na vida de Hoffmann com força similar à que une os átomos de carbono num diamante. Difícil dissociá-los. Talvez, tenha se iniciado em sua infância a reação química que forjou o elemento puro em pedra de alta dureza. Hoje, como a superfície de um cristal lapidado e multifacetado, Hoffmann reflete várias imagens. O traço comum que permeia os vários Hoffmanns é a inquietude intelectual. Há o Hoffmann-cientista, prêmio Nobel de Química de 1981 e único a ganhar os prêmios máximos em química orgânica e inorgânica da Sociedade Norte-americana de Química. Em seu currículo, está também uma menção à medalha Priestley, a mais alta honraria que essa sociedade confere. Cerca de 450 trabalhos e outros prêmios completam as páginas do catedrático da Universidade de Cornell (EUA). O Hoffmann-poeta é autor de *The metamict state* (1987), *Gaps and verges* (1990) e *Memory affects*, este último no prelo. Como divulgador da ciência, já contemplou o público com *Chemistry imagined* (1993), *The same and not the same* (1995) e, o mais recente, *Old wine, New flasks*, sobre ciência e religião.

Mas um só homem executa as tarefas impostas pelos vários Hoffmanns, que ainda arranhou tempo para atuar na série de TV *O mundo da química*. O lançamento da série, recém-traduzida pela Associação Brasileira de Química, trouxe o Nobel ao Brasil. Em entrevista a *Ciência Hoje*, Roald Hoffmann fala sobre ciência, arte, seu passado e seus livros mais recentes.

ENTREVISTA CONCEDIDA A Cássio Leite Vieira (ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE/R)

Os processos mentais para criar em poesia e ciência são semelhantes?

As pessoas escrevem poesia de modos diferentes. Alguns dizem que caminham numa praia, e a poesia lentamente vem à mente deles. Para mim, isso não funciona assim. Não crio poesia a partir de uma idéia, mas sim de uma frase ou poucas palavras que, ao se juntarem, ganham algum conteúdo poético além do simples significado. Deixo as palavras fluírem para ver aonde elas vão me levar. Geralmente, conduzem-me a uma idéia.

Em ciência, o processo é diferente. Acredito em ir do específico para o geral e não em resolver grandes problemas, que não me interessam. Talvez, aqui haja uma relação com a poesia, isto é, com aquele processo de poucas palavras levando a uma idéia. Em ciência, tenho uma crença pessoal: acredito que todas as coisas no mundo estão ligadas umas às outras.

Como essa crença funciona na prática?

Olho artigos na literatura e vejo, por exemplo, que alguém sintetizou uma molécula interessante. Em princípio, não entendo o que mantém aqueles átomos unidos. Então, primeiramente, tento descobrir o 'como' dessa questão. Como teórico, tento idealizar uma segunda molécula, em princípio sem liga-

frase. Inicialmente, não sei qual será o significado final. Construo significados para poder me comunicar com outras pessoas. Para mim, escrever não é uma forma de terapia. Quero que as pessoas leiam minhas poesias, assim como meus artigos científicos. Às vezes, o significado tem valor, e o poema cumpre sua função; às vezes, o significado é desprovido de valor. Com frequência, tenho a impressão de que cheguei a um resultado muito mais amplo do que aquele que imaginei a princípio, isto é, o resultado é mais amplo do que a simples soma das partes. Acho que o mesmo vale para os artigos científicos.

É mais difícil escrever poesia ou fazer um trabalho científico?

Escrever poesias dá mais trabalho. Em média, levo mais de um mês para escrever um poema. Individualmente, eles são muito mais sucintos que um artigo científico, mas, para chegar à versão definitiva, acabo passando por muitas versões preliminares.

Em sua última visita ao Brasil, o senhor mostrou, numa palestra, a foto de uma estrutura metálica muito alta, construída no Canadá. Em seguida, apresentou a imagem da estrutura tridimensional

Construo significados para poder me comunicar com outras pessoas. Para mim, escrever não é uma forma de terapia. Quero que as pessoas leiam minhas poesias, assim como meus artigos científicos



ção com esta última, e passo a trabalhar com ela, tentando também entender o que deixa seus átomos coesos. Com base nessa crença pessoal, acho que, de algum modo, essas duas moléculas estão conectadas entre si. Se encontro essa relação, parto, então, para um quadro mais amplo. E é nessa situação mais ampla que tento enxergar as conexões entre quadros inicialmente distintos. Em meus 30 anos de experiência, tenho conseguido ver essas conexões. Como disse, talvez, nesse sentido, haja uma conexão entre o modo de se fazer ciência e o de escrever poesia.

Lutar com as palavras para construir um significado não é um processo semelhante ao de juntar moléculas e cálculos para construir uma nova teoria?

Na poesia, tento construir um significado para, no final, ter um poema, que começou com uma simples

de uma molécula. Eram muito semelhantes, mas a escultura foi criada antes. Esse seria um exemplo de que a arte está à frente da ciência?

Não acho que a arte esteja à frente ou atrás da ciência. Podemos, porém, achar muitas similaridades ou sincronidades, isto é, coisas que acontecem ao mesmo tempo. Por exemplo, a teoria da relatividade de Einstein foi desenvolvida quase ao mesmo tempo em que [Georges] Braque [1882-1963] e [Pablo] Picasso [1881-1973] estavam inventando o Cubismo [movimento artístico do início do século]. O artigo sobre a relatividade foi feito em 1905, e em 1908 nasceu o Cubismo. Acho que, de certo modo, essas idéias estavam no ar, naquela espiritualidade cultural. Parece que, culturalmente, essas idéias afetam tanto os artistas quanto os cientistas.

Braque e Picasso mostraram que era possível ter uma percepção mais aprofundada de um objeto observando-o em seu mesmo campo visual a partir ▶

de vários pontos de vista, e que a percepção de um objeto ou uma pessoa dependia do olhar, história e psicologia do observador. A teoria da relatividade mostrou que a consequência de a velocidade da luz ser constante era a contração ou a rotação dos objetos. Nela, comprimento e tempo estão numa forma simétrica.

Os cientistas em geral negam que sejam influenciados pelas artes, não?

Sim. Mas acredito que há alguma coisa que faz tanto

ganhou o prêmio Nobel de Química em 1965]. O que fizemos tem a ver com cadeias de moléculas se juntando para formar um anel. Nesse sentido, foi um trabalho arquitetônico.

Mas, ao finalizá-los, o senhor percebeu que era uma grande idéia?

Não, mas o Woodward percebeu o alcance dos resultados. Ele era mais experiente. Naquele tempo, eu tinha 27 anos. Era meu décimo artigo científico... Quando terminamos, os trabalhos tinham uma cer-



De certa forma, artistas e cientistas estão pensando sobre a unidade das coisas, tentando construir imagens do mundo para se comunicarem com outras pessoas. Ao escrever poesia ou artigos científicos, acho que minha psique está se mostrando, tentando aparecer

cientistas quanto artistas olharem para a mesma coisa ao mesmo tempo. Em geral, só mais tarde é que vamos reconhecer essas similaridades. Não sei exatamente o que é, mas acho que há uma influência mútua. Os cientistas sempre negam que as artes os influenciem, mas, de alguma maneira, essa influência existe. Não quero dizer que o fato de escrever poesia me torne um cientista melhor, mais bem capacitado. Só faz me sentir melhor a respeito de mim mesmo e do ser humano. Enfim, vejo similaridades e não uma relação causal entre arte e ciência.

De certa forma, artistas e cientistas estão pensando sobre a unidade das coisas, tentando construir imagens do mundo para se comunicarem com outras pessoas. Ao escrever poesia ou artigos científicos, acho que minha psique está se mostrando, tentando aparecer. Sinto-me privilegiado por ter tido a oportunidade de escrever poesia. De certa forma, isso me assusta um pouco, porque, ao escrever poesia, exponho-me muito mais do que ao redigir artigos científicos. Além do mais, ninguém lhe paga para escrever poesia (*risos*).

Que tipo de imagem veio à sua mente quando o senhor chegou aos resultados que lhe valeram o Nobel de Química de 1981?

Foi ao mesmo tempo um trabalho matemático e arquitetônico. Não tive um sonho ou algo semelhante com os cálculos ou as idéias que usamos. Foram contribuições teóricas ao longo de uma série de artigos, não apenas um artigo. Esses trabalhos foram feitos com Robert Woodward, um cientista sênior e renomado que morreu mais tarde [Woodward

ta unidade, explicando uma série de fenômenos, e isso nos deu muita satisfação. Não achei que iriam causar o impacto que causaram. Mas Woodward percebeu que tínhamos produzido algo importante. Ele sabia disso pelo modo como tratou os artigos para publicação. Ele foi meu mentor, me guiou nessas descobertas. A regra de Woodward-Hoffmann, como é hoje conhecida, podia ser aplicada à química de várias maneiras. Fizemos certas previsões que, em poucos anos, foram comprovadas. Num certo sentido, tenho tentado ter o mesmo tipo de sensação, mas não consigo recriá-la.

Como o senhor se sentiu quando recebeu o telegrama ou o telefonema com o anúncio do prêmio Nobel?

Na verdade, eu soube através do rádio. Ninguém me telefonou. A Academia Sueca costuma dar a informação à imprensa duas horas antes do anúncio para que a mídia tente entrevistas exclusivas com os premiados. Mas, no meu caso, alguma coisa falhou, e os jornalistas não me ligaram. O anúncio público apareceu no rádio. Woodward e eu sabíamos que tínhamos feito algo bom. Não precisávamos ganhar o Nobel para perceber que o resultado era interessante e valioso. Os trabalhos tinham sido feitos 15 anos antes da premiação e foram reconhecidos de imediato pela comunidade científica. Na época, recebemos prêmios e convites para escrever artigos, entre outras coisas.

Há uma psicologia interessante que as pessoas deveriam conhecer sobre esse prêmio. Primeiramente, ocorre o processo de nomeação, no qual milhares de pessoas são indicadas. Mas há também

algo pior, a política do processo. Recebi o Nobel com um cientista japonês, Kenichi Fukui, uma pessoa maravilhosa, que morreu em fevereiro deste ano. Ele fez um trabalho com um enfoque semelhante ao nosso e não competiu conosco. Woodward havia morrido em 1979, então quem acabou ganhando o prêmio fomos Fukui e eu. Alguns países, como a França e o Japão, têm comitês para assegurar que seus cientistas tenham chance de ganhar o Nobel, porque sabem que podem tirar proveito da publicidade. Então, um grupo de cientistas japoneses foi até Woodward e disse: "Tudo bem se indicarmos os três – Woodward, eu e Fukui – para o Nobel?" Woodward concordou e me contou o episódio rindo. Portanto, sabíamos que havíamos sido indicados 10 anos antes da premiação. Nos primeiros dois anos, fiquei muito entusiasmado e nervoso. Percebi que havia uma chance real, mas não sabia o que ia acontecer. Mas, respondendo à sua questão, estava em casa no dia que fui premiado. Não estava mais nervoso. Muitos anos já haviam se passado desde a indicação, e eu sabia que, com a morte de Woodward em 1979, as chances eram menores. Estava na garagem, consertando o pneu furado da minha bicicleta, com o rádio ligado. Foi quando escutei a notícia.

Qual foi a primeira coisa que o senhor fez?

Liguei para a minha mãe, porque sabia que nas próximas horas o telefone iria tocar sem parar. Afinal, prêmios Nobel são para as mães (*risos*). Foi muito bom. Eu era relativamente novo, tinha 44 anos.

Há uma psicologia interessante que as pessoas deveriam conhecer sobre o prêmio Nobel. Primeiramente, ocorre o processo de nomeação, no qual milhares de pessoas são indicadas. Mas há também algo pior, a política do processo

O senhor e sua mãe passaram cerca de um ano e meio escondidos num sótão de uma casa na Ucrânia, fugindo das tropas nazistas.

O senhor foi alfabetizado por sua mãe?

Sim. Minha mãe é ainda viva. Ela tem 87 anos e vive em Nova York com minha irmã. É uma mulher muito forte, sobreviveu a muitas coisas. Os últimos 15 meses da Segunda Guerra passamos escondidos em uma pequena vila de 200 pessoas, num falso sótão de uma escola. A única luz vinha de uma janela, que havia sido coberta. Podíamos ver muito pouco do lado de fora.

É uma história semelhante à de Anne Frank, não?

Sim, muito semelhante. Nasci em 1937, e isso ocorreu em 1943. Estava com cinco anos e meio, e essa situação perdurou até quando eu tinha quase sete.

Quantos viviam nesse sótão?

Cinco pessoas. Eu, minha mãe, um tio, uma tia e, no final, outra tia, que se juntou a nós. O homem que nos escondia, um professor, nos trazia comida uma vez por dia e levava os rejeitos. Era a época de eu começar a estudar. Minha mãe começou a me ensinar a ler com a ajuda de dois livros em polonês, um atlas e um livro do qual não me lembro. Ela tinha que me manter quieto numa casa onde estavam vivendo pessoas que não sabiam que estávamos escondidos no sótão. No final da guerra, havia até soldados alemães morando no térreo. Minha mãe tinha que inventar jogos infundáveis para que eu ficasse quieto. Em geral, eram brincadeiras que envolviam temas sobre geografia.

Qual foi sua primeira língua?

Polonês. Depois, aprendi ídiche, ucraniano, russo, hebreu, alemão, inglês, francês e sueco – esta última porque minha mulher, na época, era sueca. Esqueci algumas e só falo bem poucas delas. O inglês foi minha sexta língua. Agora, estou aprendendo um pouco de português.

Quando o senhor chegou a Nova York?

Tinha 11 anos. Foi em 1949. Não falava inglês, mas hoje é minha primeira língua. Não consigo escre-

ver em muitas das línguas que aprendi. Quando estive na Europa, tive problemas para escrever poesia, porque rapidamente, como os europeus, comecei a pensar em várias línguas e não pude escrever em inglês.

O senhor escreveu algum livro depois de *The same and not the same*?

Sim. O título é *Old Wine, New Flasks*, em co-autoria com uma israelense. É um livro sobre ciência e tradição religiosa judaica. Na verdade, é mais geral, é sobre ciência e religião. A co-autora é uma enge-



nheira norte-americana que estudou religião. Ela é muito religiosa. Eu sou judeu, mas não sou religioso. É um livro que poderia chamar de pós-moderno. Em muitos capítulos não é ficcional, mas há algo de ficção nele, e é isso que quero dizer com pós-moderno. A forma de escrever os capítulos é diversificada.

Como está indo o livro?

Estou feliz com ele. Não tem tido muitas resenhas nos Estados Unidos. Acho que é porque se concentra em assuntos que dizem respeito aos judeus. Mas ele também trata de assuntos mais gerais. Haverá uma tradução para o espanhol, pelo Fundo de Cultura Econômica. Há no livro fotografias feitas por uma jovem brasileira que vive em Nova York.

E quanto a livros de poesia?

Há um que está para sair. O título é *Memory Affects*. Tenho outros projetos em mente. Tenho idéias para um filme e para isso estou pensando em fazer uma viagem a Carajás. Muitas das minhas idéias atuais nasceram no Brasil. Penso também num livro em colaboração com um fotógrafo. Gosto de colaborações.

O senhor não pensa em escrever romances?

Não. Nunca tentei. Tenho medo (*risos*). Mas estou um pouco cansado de escrever sobre assuntos judaicos. Agora, quero escrever sobre jesuítas (*risos*). Tenho lido alguma coisa sobre o padre Antônio Vieira e pretendo escrever sobre ele. Estou falando sério (*risos*). ■

OF THE LAND

To enter your landscape
I must reject flatness,
as the sun does burning

off in the hills. And
when I have turned the red
sheep of Brazil back into

the termite mounds they are,
I will climb, with vultures,
each valley painting in

the green of another crest.
I will live on berries, yes,
I will fish, and find the way

to reach you, the imaginative
road winding mood-like
in the dust, under trees.

The bamboo thicket sways,
in block clicks. Living on the
landscape we've framed.

ROALD HOFFMANN

DA TERRA

Para penetrar sua paisagem
devo repelir toda monotonia
como faz o sol dissipando

a bruma nas colinas. E
ao restituir as ovelhas
vermelhas do Brasil aos

cupinzeiros que elas são,
escalarei, com os abutres,
cada vale pintado

em verde de um outro cume.
Viverei de cerejas, sim, eu
vou pescar e achar o jeito

de alcançar você, estrada
imaginária que serpenteia feito humor
na poeira, sob as árvores.

A moita de bambu balança,
e assovia em bloco. Vivendo da
paisagem que emolduramos.

TRADUÇÃO DE ROBERTO BARROS DE CARVALHO

A PERFEIÇÃOAMENTO PROFISSIONAL



Melhorar para crescer e conquistar o mercado. Dentro desse conceito de ascensão profissional, a palavra-chave é ESPECIALIZAÇÃO. As perspectivas de crescimento — para qualquer ramo de atividade — passam necessariamente pelos cursos de extensão e pós-graduação oferecidos nas diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Horas de estudo e dedicação que garantem não um mero título no currículo do profissional, mas uma posição competitiva no mercado de trabalho. Tempo investido é tempo ganho. É neste encarte que a atualização permanente encontra resposta.

PÓS-GRADUAÇÃO NA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Criatividade e mobilidade fazem da UERJ uma Universidade sintonizada com a realidade de seu tempo. E essas características estão presentes em seus 63 cursos de especialização, 35 de mestrado e 14 de doutorado. A Universidade conta, em seu quadro de professores, com 508 doutores e 760 mestres. São mais de cem grupos de pesquisa estabelecidos, em diversas áreas do conhecimento.



INFORMAÇÕES:
587-7488, depg@uerj.br,
<http://www.uerj.br>

CENTRO BIOMÉDICO

Mestrado (m) e Doutorado (d) - Biologia (m/d), Enfermagem (m/d), Medicina - Cardiologia (m), Endocrinologia (m), Nefrologia (m), Urologia (m), Fisiopatologia Clínica e Experimental (m); Microbiologia(m), Morfologia(m), Odontologia (m/d) e Saúde Coletiva (m/d)

Especialização

♦ **Biologia** - Ensino de Ciências; Histologia e Embriologia ♦ **Enfermagem** - Administração de Serviço de Enfermagem; Enfermagem Ginecológica; Enfermagem da Mulher e Obstetrícia Social; Enfermagem Neonatal; Enfermagem Intensivista; Enfermagem na Saúde da Família e da Comunidade ♦ **Medicina** - Angiologia; Cirurgia Geral; Cirurgia Plástica; Dermatologia; Médico de Família; Neurologia; Psicologia Médica; Psiquiatria; Tisiologia e Pneumologia; ♦ **Medicina Social** - Administração Hospitalar ♦ **Nutrição** - Nutrição e Atividade Física ♦ **Odontologia** - Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial; Dentística Restauradora; Endodontia; Odontopediatria; Ortodontia; Periodontia e Prótese Dental

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS

Mestrado (m) e Doutorado (d) - Ciências Contábeis (m), Ciências Sociais (m), Direito (m), Filosofia (m), História (m) e Serviço Social (m)

Especialização

♦ **Direito** - Direito Especial da Criança e do Adolescente; Administração Pública; Treinamento em Serviço - Modalidade de Residência Jurídica ♦ **Filosofia e Ciências Humanas** - Filosofia Contemporânea; História das Relações Internacionais; Sociologia Urbana ♦ **Serviço Social** - Serviço Social e Saúde; Políticas Sociais

CENTRO DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES

Mestrado (m) e Doutorado (d) - Ciências do Desporto (m), Educação (m/d), Letras (m/d), Psicologia(m), Psicanálise (m)

Especialização

♦ **Baixada Fluminense** - Metodologia do Ensino de 1º e 2º graus ♦ **Educação** - Educação nas Áreas Administração/Planejamento e Supervisão/Orientação; Educação e Reeducação Psicomotora; Altas Habilidades; Dificuldade de Aprendizagem; Prevenção e Reeducação; Teoria da Arte: Fundamentos e Práticas Artísticas; Educação com Aplicação da Informática; Metodologia do Ensino Superior ♦ **Comunicação** - Comunicação e Espaço Urbano; Jornalismo

Cultural; Pesquisa de Mercado e Opinião Pública

♦ **Faculdade de Formação de Professores** - Língua Inglesa; Língua Portuguesa e História do Brasil ♦ **Letras** - Língua Inglesa; Língua Portuguesa; Língua Espanhola Instrumental para Leitura; Língua Italiana; Linguística; Literatura Brasileira; Literatura Portuguesa; Literaturas de Língua Inglesa; Teoria da Literatura; Língua Francesa-Tradução ♦ **Psicologia** - Psicopedagogia Clínica; Psicologia Jurídica e Clínica Psicanalítica

CENTRO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS

Mestrado (m) e Doutorado (d) - Análise de Bacias: Formação, Preenchimento e Tectônica Modificadora (m), Engenharia de Computação (m), Física (m), Modelagem Computacional (m/d), Design (d)

Especialização

♦ **Química** - Química Ambiental ♦ **Geologia** - Projeto de Análise de Bacias ♦ **Geociências** - Políticas Territoriais no Estado do Rio de Janeiro ♦ **Matemática/Estatística** - Aprendizagem em Matemática; Computação Gráfica e Multimídia ♦ **Engenharia** - Engenharia Econômica e Organização Industrial; Engenharia Mecatrônica e Engenharia Sanitária Ambiental

Cia. Santista

Universidade
Santa Cecília



PÓS GRADUAÇÃO UNISANTA

LATO SENSU

Gestão da Qualidade e Produtividade

Computação e Sistemas Digitais

Engenharia de Segurança do Trabalho

Controle e Gestão Ambiental

Avaliação e Perícia em Engenharia

Logística

Tecnologia de Comunicação na Educação

Gerenciamento de Manutenção

STRICTO SENSU

Sistema Elétrico de Potência [Convênio com a Politécnica da USP]

Engenharia Civil [Convênio com a Politécnica da USP]

Engenharia Mecânica [Convênio com a Escola Federal de Itajubá]

Odontologia [Convênio com a Escola Federal de Medicina da USP]

INFORMAÇÕES & INSCRIÇÕES

UNISANTA - UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA E DIR. DE PÓS GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO
RUA OSWALDO CRUZ, 255 - SANTOS - SP - TEL.: (013) 220-7104/ 220-7114/ 220-7115

PÓS-GRADUAÇÃO UNIMEP

STRICTO SENSU

MESTRADO E DOUTORADO EM EDUCAÇÃO

O Programa de Pós-Graduação em Educação está estruturado em dois eixos temáticos: **a)** teorias educacionais e processos pedagógicos; **b)** política e história da educação. Estes dois eixos se realizam em núcleos de estudos:

- Educação em Ciências
- História da Educação no Brasil
- Políticas e Gestão da Educação
- Processos Cognitivos e Linguagens Pedagógicas

MESTRADO EM DIREITO

- Filosofia do Direito
- Direito, Estado e Sociedade

MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

- Gerência da Produção

MESTRADO EM INFORMÁTICA

- Gerenciamento de Sistema de Informação
- Tecnologia da Informação

STRICTO SENSU M.A.

MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO DE NEGÓCIOS INTERNACIONAIS

- Curso oferecido em parceria com o Emory & Henry College
- Estágio Internacional – 3 meses de imersão nos Estados Unidos

LATO SENSU

ESPECIALIZAÇÃO, APERFEIÇOAMENTO, ATUALIZAÇÃO

- Administração: Finanças – Controladoria e Estratégias de Financiamento e Investimento
- Administração: Marketing Estratégico Setorial
- Análise de Sistemas
- Análises Clínicas
- Direito
- Direito Civil e Processual Civil
- Docência no Ensino Superior
- Educação Especial
- Engenharia de Materiais Poliméricos
- Engenharia de Segurança no Trabalho
- Farmácia Homeopática
- Filosofia e Psicanálise
- Fisiologia do Esforço
- Fisioterapia Desportiva
- Fonoaudiologia: área de linguagem
- Gerência da Produção
- Gerontologia Social
- Gestão Escolar
- Gestão Ambiental e Energética
- Gestão de Negócios: Desafios da Globalização e Desenvolvimento
- Processos de Fabricação: análise de produção e custos
- Saúde Pública
- Sistemas de Qualidade
- Sistemas de Produção e Automação da Manufatura

UNISO Pós-Graduação

ESPECIALIZAÇÃO

Mais de **10** cursos em
DIVERSAS ÁREAS

MESTRADO em Educação de Ciências



Av. Dr. Eugênio Salerno, 140
Telefax (015) 221-0052
Cx. postal 578 e 587
CEP 18035-430 - Sorocaba

UNIVERSIDADE
DE SOROCABA

www.uniso.br
uniso@uniso.br

MESTRADO em DIREITO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DIREITOS SOCIAIS E POLÍTICAS PÚBLICAS

Inscrições: 01/10 a 20/11/98 • Seleção: 26 e 27/11/98
Início do curso: março/99 • Vagas: 22

MESTRADO em DESENVOLVIMENTO REGIONAL

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SÓCIO-CULTURAL; TECNO-AMBIENTAL;
ECONÔMICO-ORGANIZACIONAL E POLÍTICO-INSTITUCIONAL

Inscrições: 03/08 a 30/09/98 • Seleção: 06 a 09/10/98
Início do curso: março/99 • Vagas: 24 (6 cada área)

ESPECIALIZAÇÃO em ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE

Período de realização: 09/04/99 a 07/04/00
Inscrições: 15/02 a 15/03/99 • Seleção: 17 a 19/03/99
Matrículas: 29 a 31/03/99

ESPECIALIZAÇÃO em EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Período de realização: janeiro/99 a maio/2000
Inscrições: 16 a 30/11/98 • Seleção: 01 e 02/12/98
Matrículas: 16 e 17/12/98

OFERTAS DE
ESPECIALIZAÇÕES
NAS MAIS DIVERSAS ÁREAS

INFORMAÇÕES: (051) 717-7343

UNISC
UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL

E-mail: info@unisc.br - Internet: http://www.unisc.br

I N F O R M A Ç Õ E S

Universidade Metodista de Piracicaba  UNIMEP
COORDENAÇÃO GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO

Rod. do Açúcar, Km 156 • CEP 13400-901 Piracicaba, SP • Telefone (019) 422-1515 (ramal 448)
Telefone/Fax (019) 422-1900 • E-mail: posgrad@unimep.br • Homepage: www.unimep.br



**Universidade do Sagrado
Coração - Bauru SP**

PÓS-GRADUAÇÃO

MESTRADO

Os cursos de Pós - Graduação - Stricto Sensu, Mestrado, que a Universidade do Sagrado Coração está oferecendo são para graduados nas áreas de Ciências Biológicas, Medicina, Odontologia, Enfermagem, Biomédicas e Farmácia.

• Ciências Biológicas

Área de Concentração: Morfologia
Sub-áreas: Biologia Molecular e Celular, Histologia/Embriologia e Fisiologia.

• Saúde Coletiva

Área de Concentração: Saúde Pública
Sub-áreas: Saúde Ambiental e Epidemiologia.

Área de Concentração: Toxicologia
Sub-áreas: Toxicologia Ocupacional e Toxicologia Ambiental.

• Odontologia

Área de Concentração: Implantologia
(único curso oferecido no Brasil).

LATO SENSU

- Enfermagem e Obstetrícia**
- Cosmetologia - Tecnologia e Controle de Qualidade**
- Citologia Esfoliativa - Oncótica e Hormonal**

Informações: Setor de Pós-Graduação,
(014) 235 7259, falar com Maria Lucia
ou (014) 235 7312, falar com Regina.
Universidade do Sagrado Coração
Rua Irmã Arminda, 10-50 - Bauru SP

MOSESA

ESPECIALIZA

O CAMINHO DO APERFEIÇ

Até o final da década de 1960, os cursos de pós-graduação e extensão no Brasil estavam restritos a um número pequeno de estudantes e a alguns poucos centros universitários. Às vésperas da virada do milênio, esse conceito está completamente ultrapassado: ao longo de mais de 20 anos, houve um investimento efetivo na formação de pessoal especializado. Hoje, há consenso de que educação não tem idade e de que o aprendizado contínuo é o melhor caminho para evitar o atraso científico e tecnológico do país.

Mesmo os chavões de nossos tempos – como qualidade total, reengenharia, globalização e multimídia – apontam para a necessidade vital da especialização e atualização profissional, qualquer que seja a área de atuação.

Encontrar soluções criativas, enfrentar cenários desconhecidos, identificar as melhores

ÇÃO

AMENTO PROFISSIONAL

oportunidades e dialogar através dos mais diversos meios são alguns dos inúmeros desafios do momento.

Diplomas de especialização não representam apenas algumas linhas a mais no currículo. São passos certos na direção da estabilidade na carreira e das vantagens financeiras. Profissionais qualificados são disputados por empresas nacionais e estrangeiras que investem em tecnologias inovadoras. Definir metas é a primeira medida para quem sabe que o conhecimento é um atalho para o crescimento profissional. Ter uma visão ampla da carreira e reconhecer quais as reais necessidades do mercado são as bases para chegar à escolha certa de um curso de pós-graduação ou especialização.

Este encarte apresenta um mar de oportunidades para os visionários que já perceberam o espírito do momento: crescer para avançar.

PÓS-GRADUAÇÃO
LATO SENSU
STRICTO SENSU - MBA

LATO SENSU
Áreas de Concentração

- **Administração**
 - Gerência Financeira
 - Gerência de Marketing
 - Gerência de Recursos Humanos
 - Gerência Empresarial
 - Gestão da Qualidade Total e da Produtividade
- **Educação**
 - Didática do Ensino Superior
 - Psicopedagogia
- **Direito**
Áreas Específicas
 - Contratos e Obrigações Comerciais
 - Direito do Trabalho
 - Direito Civil x Processo Civil
 - Direito Penal x Processo Penal
 - Direito Internacional (Público e Privado)
 - Direito Econômico
- **Contábeis**
 - Auditoria
 - Controladoria

STRICTO SENSU - MBA
Administração de Negócios - Áreas de Concentração

- Gerência Mercadológica (Marketing)
- Gerência de Recursos Humanos
- Gerência Contábil
- Sistemas Computacionais
- Gerência de Auditoria e Controladoria
- Gerência Organizacional
- Gerência Empresarial
- Gerência da Qualidade e da Produtividade

UNIVERSIDADE IBIRAPUERA
A sua melhor escolha

Rua José de Magalhães, 340
V. Mariana - Cep: 04026-090
Fones: (011) 570-5742
570-7778 / 570-2121
Internet: www.unib.br

UNIB

*Matrículas Abertas
Novas Turmas*

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas

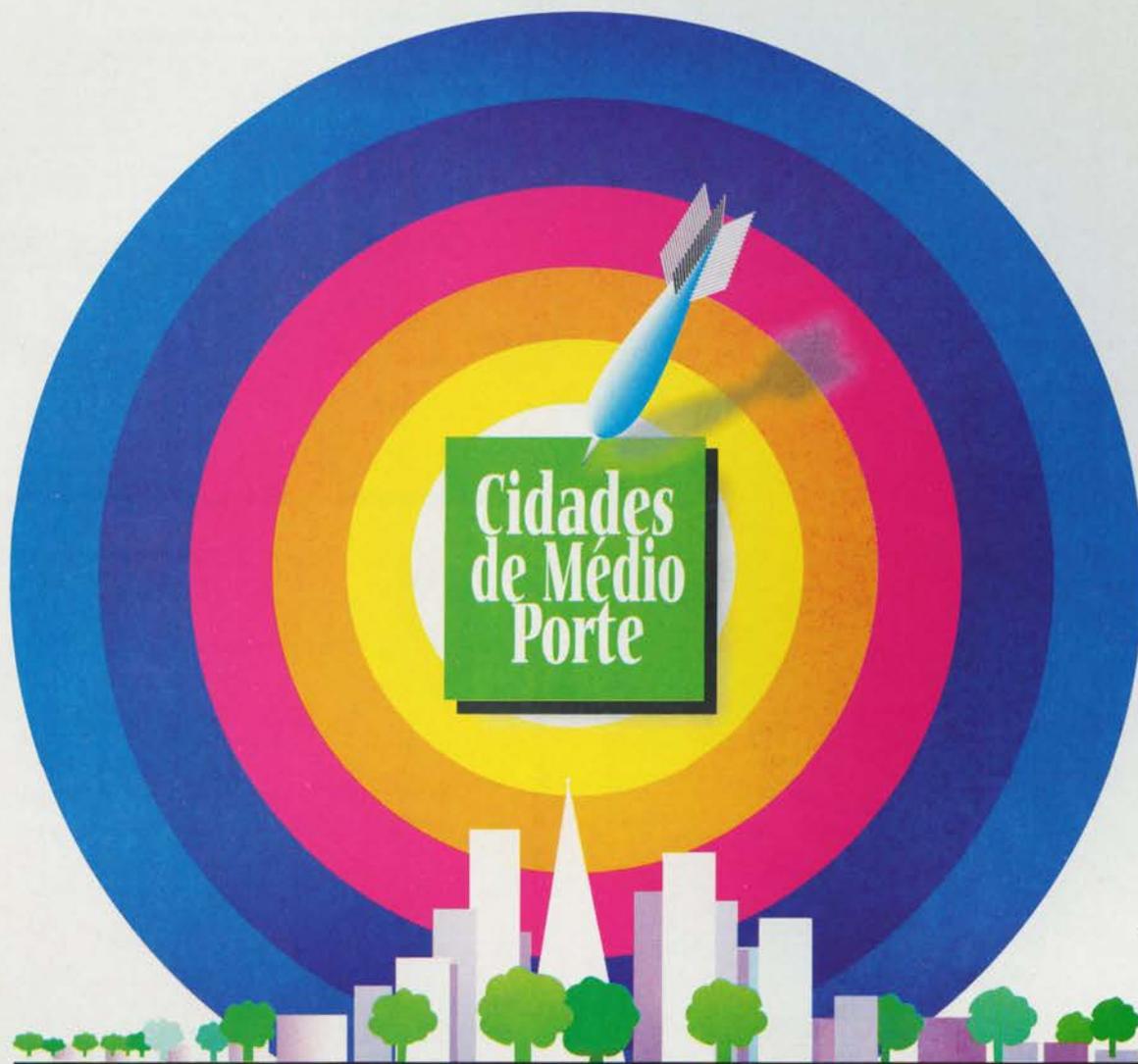
Curso de Mestrado e Doutorado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade

SELEÇÃO/98

- **MESTRADO**
Inscrição: 05 a 30 de outubro de 1998.
Seleção: 07 a 11 de dezembro de 1998.
- **DOCTORADO**
Fluxo Contínuo

INFORMAÇÕES:
Coordenação de Programas de Pós-Graduação
Instituto de Biociências
Universidade Federal de Mato Gross
78060-900 - Cuiabá - MT
Fone/Fax: (065) 615.887
E-mail: ecologia@cpd.ufmt.br

6^a Reunião Especial da SBPC



28 a 31 de Outubro de 1998 - Maringá - PR
Universidade Estadual de Maringá



SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA

INVISTA EM VOCÊ E NO SEU FUTURO.

PÓS-GRADUAÇÃO "STRICTO SENSU"

DOCTORADO

• **PSICOLOGIA** - (019) 230-7180 - e-mail: mpsi@acad.puccamp.br

MESTRADO

- **BIBLIOTECONOMIA** - (019) 230-0981 - e-mail: mestbib@acad.puccamp.br
- **CLÍNICA CIRÚRGICA** - (019) 729-8425 - e-mail: eclinica@acad.puccamp.br
- **CLÍNICA MÉDICA** - (019) 729-8425 - e-mail: eclinica@acad.puccamp.br
- **DIREITO** - (019) 735-5899 - e-mail: fadi@acad.puccamp.br
- **EDUCAÇÃO** - (019) 230-5298 - e-mail: medu@acad.puccamp.br
- **EDUCAÇÃO FÍSICA** - (019) 756-7141 - e-mail: faefi@acad.puccamp.br
- **FILOSOFIA** - (019) 230-0787 - e-mail: mesti@acad.puccamp.br
- **INFORMÁTICA** - (019) 756-7162 - e-mail: mestrado@zeus.puccamp.br
- **URBANISMO** - (019) 756-7088 - e-mail: pgfau@acad.puccamp.br
- **PSICOLOGIA** - (019) 230-7180 - e-mail: mpsi@acad.puccamp.br



PUC
CAMPINAS
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA

PORTAL

Inscrições abertas a partir de outubro

Informações: Coord. Geral de Pós-Graduação (CGPS) - (019) 756-7037 - e-mail: cpgg@acad.puccamp.br



CURSOS de PÓS GRADUAÇÃO

INFORMAÇÕES:
SECRETARIA ACADÊMICA
7664 7658

MESTRADO

- Administração
- Ciências da Religião
- Comunicação Social
- Odontologia
- Psicologia da Saúde

DOCTORADO

- Comunicação Social
- Ciências da Religião

UNIVERSIDADE METODISTA DE SÃO PAULO

R do Sacramento 230 R Ramos SBCampo 09735-460 - E-mail: marketing@umesp.com.br - Internet: www.umesp.com.br

Tela

O CH On Line foi um dos sites escolhidos entre mais de 65 concorrentes em projetos de multimídia para representar o Brasil e a América Latina na última etapa do *Prêmio Möbius*, no final de outubro, em Paris. Este prêmio é patrocinado pela Unesco, pelo Ministério Francês da Cultura e pela União Européia e procura valorizar as iniciativas de criação com qualidade na área de multimídia.

Mais uma vez a SBPC, através da Ciência Hoje, mostra que a ciência brasileira vai apontando para o rumo certo, com um trabalho sério e competente, que só quem entende do que faz pode fazer!

Venha conhecer o nosso site!

www.ciencia.org.br

A visita é grátis e você é nosso convidado.

É essa mesma qualidade que você vai encontrar no CD-ROM Máquina Maluca da Ciência Hoje Multimídia. O CD-ROM Máquina Maluca dá uma verdadeira lição sobre o Universo e o planeta em que vivemos. Não deixe de visitar o site da Ciência Hoje e não deixe de comprar o CD-ROM Máquina Maluca.



Para maiores informações ligue grátis: 0800



Quente



Op-line CIÊNCIAHOJE

Rio de Janeiro, 29/8/1998 (23:59:17)

APROVADO
4º PRIX MÖBIUS BRASIL
Festival Internacional de Multimídia
APROVADO

revista

Artigos selecionados da revista
Ciência Hoje

crianças

Artigos da Ciência Hoje das
Crianças, jogos e fóruns

escola

Matérias especiais da Ciência
Hoje na Escola, agenda, fóruns

em dia

O dia-a-dia da ciência e da
tecnologia no Brasil e no mundo

tecnologia

Produção tecnológica das
universidades, serviços

serviços

links, eventos, sua opinião,
atualizações, assinaturas

[revista](#) • [crianças](#) • [escola](#) • [em dia](#) • [tecnologia](#) • [serviços](#)

346

ciênciahoje
Aventure-se no conhecimento

Departamento de Assinaturas
Av. Venceslau Brás, 71 - casa 27
CEP 22290-140
Botafogo - Rio de Janeiro/RJ
Tel.: (021)295-4846/ Fax:(021) 541-...
www.ciencia.org.br

Um salto nas técnicas de clonagem

Até há pouco tempo, os mamíferos – grupo que inclui os humanos – só podiam se reproduzir pelo método tradicional de união dos dois sexos. Isso mudou com o anúncio, em fevereiro de 1997, na revista científica *Nature*, da criação da ovelha Dolly, a partir da fusão do núcleo de uma célula diferenciada (de mama) com um ovócito do qual foi retirado o núcleo. Este ano, a mesma *Nature* (v. 394, nº 6.691, 23/7/98) voltou a trazer novidades importantes nessa área, ampliando as perspectivas para a produção de clones economicamente úteis.



Os participantes do processo de clonagem: em cima à esquerda, o doador do ovo; à direita, o doador do núcleo. Embaixo, o camundongo branco – a mãe de aluguel entre dois filhotes clonados do doador de núcleo.

A dificuldade de repetir a experiência que gerou a ovelha Dolly levou muitos cientistas a duvidarem da sua legitimidade. Essa dúvida, revela a *Nature*, acaba de ser desfeita: duas equipes de pesquisadores, uma com integrantes do grupo que criou Dolly (Instituto Roslin e entidades associadas), coordenados por Ian Wilmut, e outra da Universidade de Leicester (Reino Unido), onde atua Alec J. Jeffreys, criador do método das impressões digitais (*fingerprint*) moleculares, demonstraram, por esse método e por outro (microssatélites de DNA), que Dolly é realmente um clone.

A outra novidade é um produto de fatores essenciais à ciência: idéias não-preconcebidas, habilidade técnica e persistência. Dois japoneses são os principais personagens dessa história: Ryuzo Yanagimachi, cientista reconhecido na área da fertilidade, atualmente na Universidade do Havaí, e Teruhiko Wakayama, que faz estágio de pós-doutorado com o primeiro, mas é vinculado à Universidade de Tóquio. Estimulado por Yana-

gimachi a “pensar livremente”, Wakayama, que já é chamado de gênio da micromanipulação, desafiou a crença de que o camundongo cresce rápido demais para ser manipulado e conseguiu criar um método de introdução direta, para esse animal, do núcleo de uma célula somática (não-germinativa) em um ovócito do qual havia sido previamente retirado o núcleo.

A tarefa não foi fácil, mas a persistência de Wakayama foi recompensada. Como disse Yanagimachi: “Não sei quando ele dorme. Ele é solteiro, e portanto pode fazer isso.” Isso não significa que cientistas devam viver sem parceiras(os), mas sim que a dedicação ao trabalho é muitas vezes fator decisivo de sucesso.

A técnica de Honolulu, como agora é chamada, inclui três pontos básicos: (a) as células doadoras dos núcleos devem estar em estado ‘inerte’ (tecnicamente diz-se que estão nos estágios G0 ou G1 do ciclo celular, ou no estágio quiescente); (b) deve haver um intervalo de uma a seis horas entre a injeção do núcleo e a ativa-

ção química do ovócito para o início do desenvolvimento do embrião; e (c) a manipulação deve ser feita com uma pipeta especial, que reduz o trauma ao ovócito e ao núcleo doado – os métodos anteriores usam técnicas mais traumáticas, como eletrofusão, vírus Sendai ou polietileno glicol.

Nas experiências, foram usadas como doadoras de núcleos as células de Sertoli (dos túbulos testiculares), neurônios e cúmulos (células que envolvem o óvulo). Mas apenas os núcleos das últimas permitiram o desenvolvimento posterior de embriões, em laboratório e no útero de fêmeas. Os embriões, em estágios precoces, foram transferidos para fêmeas de linhagem diferente daquela das doadoras, as quais (as 'mães de aluguel') haviam sido previamente cruzadas com machos vasectomizados.

Em duas séries de experiências, foram transferidas 942 células para os úteros de 70 fêmeas, resultando no nascimento de 22 camundongos vivos. Outra série (298 transferências para 18 fêmeas, com seis nascimentos vivos) comprovou que os descendentes eram realmente clones. E 287 embriões obtidos desses clones foram implantados em 18 mães de aluguel, com oito nascimentos vivos. Portanto, gerações sucessivas de clones não sofreram mudanças que influenciassem o resultado do processo de clonagem.

Ficou claro, portanto, que a clonagem não ocorre com qualquer tipo de núcleo, e que há um contraste marcante entre a alta taxa de transferência (57-71%) e as baixas taxas de desenvolvimento fetal (5-16%) e de nascimentos vivos (2-3%). O primeiro camundongo clonado nasceu em 3 de outubro de 1997 e foi batizado de Cumulina, em uma referência ao tipo de célula doadora do núcleo que lhe deu origem.

Embora seja necessário continuar as pesquisas com tais clo-

nes, esses resultados abrem amplas perspectivas para um melhor conhecimento do processo de desenvolvimento do organismo e para aplicações práticas. As firmas vinculadas aos estudos que levaram ao nascimento de Dolly e Cumulina (PPL Therapeutics e ProBio America) já firmaram um protocolo de trabalho para clonar porcos modificados por engenharia genética, que tenham órgãos que possam ser transplantados para humanos. A idéia é criar, em grande escala, animais cujos órgãos não sejam rejeitados pelo sistema imunológico dos humanos.

As técnicas de clonagem podem ter outras aplicações: a preservação de animais úteis ou em extinção (como os pandas gigantes); o desenvolvimento de vacas (há um programa em curso no Japão) e ovelhas imunes a doenças como a síndrome da vaca louca e outras; a terapia gênica em vítimas da doença de Parkinson (clonando células cerebrais normais do paciente, ou células modificadas de outra espécie, capazes de produzir dopamina, deficiente nessas pessoas); a clonagem de células do pâncreas para os diabéticos e células sanguíneas para os leucêmicos. A clonagem de células tronco embrionárias poderia fornecer informações sobre mecanismos como o envelhecimento e o surgimento do câncer.

Em contraste com esse panorama otimista, existem pessoas alarmadas com as implicações éticas desse tipo de manipulação. Por isso é importante que a clonagem seja amplamente discutida por cientistas e pelo público leigo, estabelecendo-se normas que não prejudiquem o avanço científico e sejam compatíveis com a dignidade humana.

Luiz E. Henkes

Francisco M. Salzano

*Departamento de Genética,
Universidade Federal
do Rio Grande do Sul*

BIOLOGIA MARINHA

BIGODES QUE 'VÊM'

Um novo estudo alemão conseguiu desvendar o mistério de como as focas 'enxergam' suas presas à noite, em águas turvas ou profundas, quando a visibilidade é muito reduzida: elas usam seus bigodes para detectar a presença de peixes. A equipe de Guido Dehnhardt, da Universidade de Bonn (Alemanha), fez experiências, tampando os olhos e ouvidos de focas que eram recompensadas quando conseguiam detectar vibrações provocadas pelos pesquisadores na água. As focas usaram os bigodes para responder a estímulos extremamente pequenos, como as oscilações produzidas na água. Mas elas não mais conseguiam detectar as oscilações quando os pesquisadores colocaram focinheiras de arame que impediam a movimentação dos bigodes. É a primeira vez que um sistema sensorial hidrodinâmico é encontrado em mamíferos marinhos.

Nature, 16/7/98



ASTRONOMIA

CANIBALISMO CÔSMICO

Astrônomos holandeses e norte-americanos conseguiram flagrar pela primeira vez um pulsar na hora da captura de matéria de uma estrela vizinha. Pulsares são estrelas de nêutrons remanescentes da explosão de supernovas, que costumam girar rapidamente em torno de seu eixo. Alguns pulsares giram com extrema rapidez, atingindo até mil ro-

tações por segundo. Acredita-se que esses sejam pulsares mais antigos, cuja velocidade de rotação foi acelerada pela captura de material de uma estrela vizinha.

Duas equipes de astrônomos – uma das universidades de Amsterdã (Holanda) e Berkeley (EUA) e outra do Instituto de Tecnologia de Massachusetts of (EUA) –, detectaram raios X produ-

zidos por essa captura; com o auxílio de um novo satélite da Nasa. O pulsar de raios X, localizado perto do centro da Via Láctea, tem um período de rotação de 2,5 milissegundos. A descoberta, além de contribuir para a teoria da evolução dos pulsares, deverá permitir novos testes de teoria da relatividade geral de Einstein. *Nature*, 23/7/98

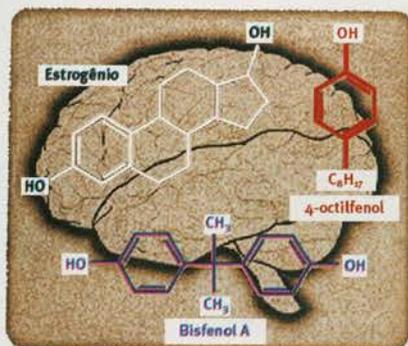
MEDICINA

POLUENTES AGEM SOBRE HORMÔNIOS

Substâncias químicas parecidas com o estrogênio podem alterar o desenvolvimento de neurônios que controlam o aparelho reprodutivo. O doutorando Mark Christian, da Escola de Medicina do Imperial College, em Londres (Inglaterra), estudou como certas substâncias agem em fetos de ratos, isolando células do hipotálamo, área do cérebro que regula a liberação dos hormônios de reprodução. Junto com sua orientadora, Glenda Gillies, Christian observou que o estrogênio natural agiliza o desenvolvimento dos neurônios. Eles verificaram que as células se comportam da mesma forma quando expostas a pequenas quantidades de poluentes parecidos com o estrogênio, como detergentes, pesticidas, herbicidas e alguns compostos industriais. Os pesquisadores também mostraram que o efeito desses poluentes pode ser anulado, bloqueando os receptores da célula à qual eles se ligam.

Os neurônios estudados encontram-se em partes do cérebro que são sensíveis ao estrogênio no início do desenvolvimento. Mas os cientistas ainda não sabem como os poluentes atravessam a placenta para atingir o cérebro do feto, já que o estrogênio materno não a penetra. Como as substâncias químicas estudadas têm estrutura diferente do hormônio natural, os pesquisadores estão empenhados em avaliar quais seriam seus efeitos se ingeridas por ratas grávidas.

New Scientist, 18/7/98



ELETRÔNICA

LIVROS NA TOMADA

No futuro, será possível adquirir um único livro em branco e transformá-lo em uma novela de Rubem Fonseca ou em uma obra como *Os Lusíadas*, conforme o humor, ligando-o a uma tomada. O que vai tornar essa ficção realidade é uma tinta eletrônica desenvolvida pelo físico Joseph Jacobson e por seus colaboradores, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos. A tinta é uma mistura de partículas brancas de dióxido de titânio, de dimensões nanométricas, e um corante escuro, encapsulada em microesferas transparentes, com diâmetro da ordem de dezenas de micrometros. As microesferas formam um sanduíche entre duas folhas de papel ou plástico, uma delas contendo uma fina rede de eletrodos metálicos.

A aplicação de um campo elétrico entre as duas folhas desloca as nanopartículas brancas dentro das microesferas. Quando se movem para a frente, são vistas como brancas, e quando andam para trás, mostram o fundo do corante escuro. Aplicando-se um campo elétrico a eletrodos diferentes, formam-se as palavras do texto desejado. O método é bem mais barato que os seus rivais – as telas de cristal líquido. Por enquanto, só está sendo usado em anúncios eletrônicos de grande formato, mas já existem várias companhias desenvolvendo outras aplicações.

Nature, 16/7/98

Science, 17/7/98

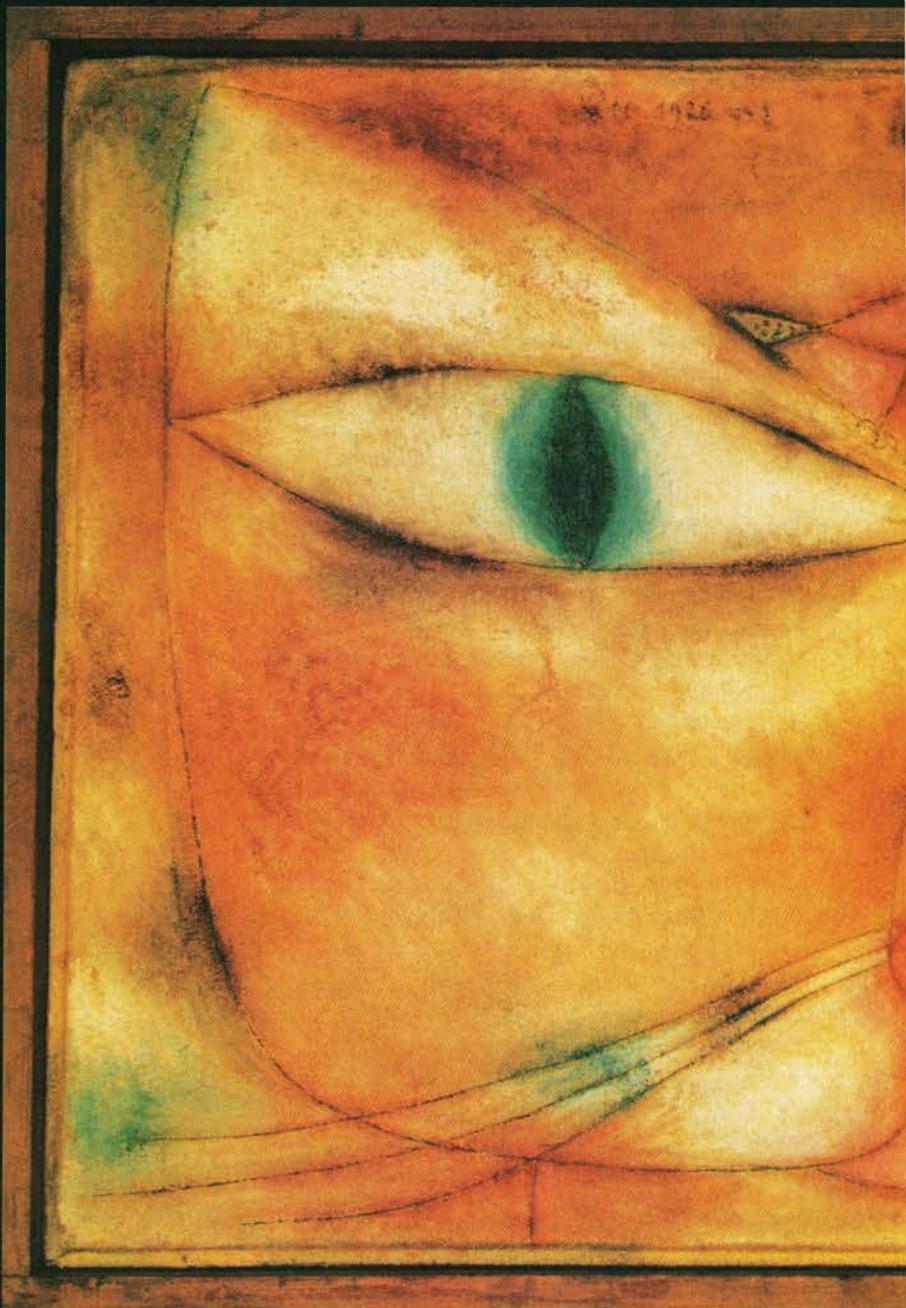


Um dos problemas mais sutis da física contemporânea é a relação entre o mundo macroscópico, descrito pela física clássica, e o mundo microscópico, regido pelas leis da física quântica. Situações freqüentes no mundo microscópico não têm equivalente no mundo macroscópico. É o caso de um dos fenômenos mais instigantes da física quântica: uma partícula microscópica pode estar em duas posições ao mesmo tempo! Esse tipo de fenômeno e seus desdobramentos incomodaram por décadas os cientistas da área. Em 1935, o físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961) propôs um experimento mental para mostrar que as leis da física quântica levavam a paradoxos. A proposta, conhecida como 'gato de Schrödinger', ganhou fama nas décadas seguintes e ainda hoje é um bom exemplo da relação sutil entre os mundos microscópico e macroscópico. Nos últimos anos, foi possível entender um pouco melhor essa relação e sujeitá-la a testes experimentais. Mas persistem ainda questões fundamentais. É possível que, por trás desses problemas, estejam latentes importantes transformações em nossa maneira de entender o universo.

Luiz Davidovich
Instituto de Física,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro

O gato de S

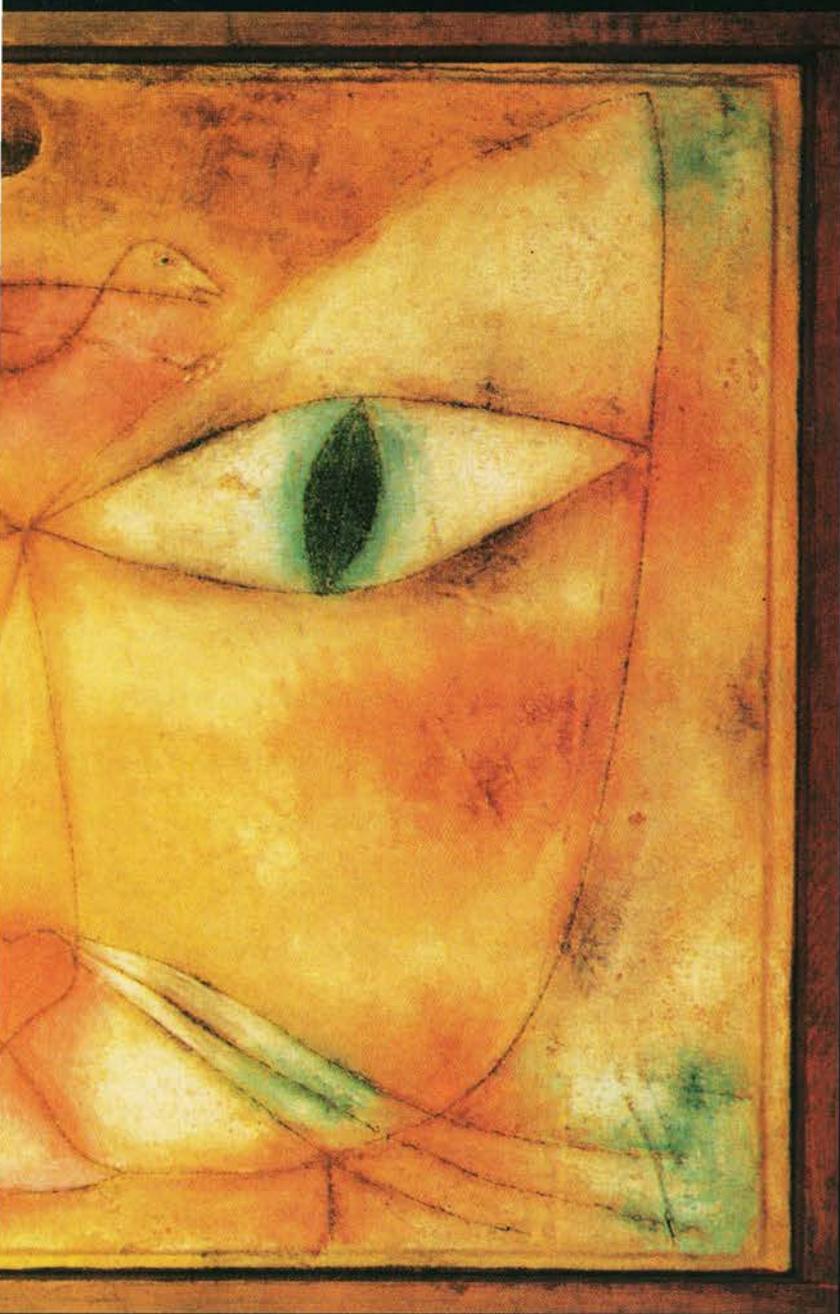
DO MUNDO QUÂ



GATO DE PASSARO, 1926 / PAUL KLEE

chrödinger

QUANTICO AO MUNDO CLÁSSICO



No microuniverso do mundo quântico, uma partícula subatômica pode ocupar dois lugares simultaneamente. No jargão da física quântica, dizemos que esse corpo microscópico tem “estados não localizados”. Devemos entender aqui a palavra “estado” como uma espécie de tabela (ou relatório) que permite prever os resultados de todas as observações realizadas sobre o corpo em determinado instante. Já o “não localizado” refere-se ao fato de que as possíveis posições dessa partícula estão concentradas em duas regiões distintas do espaço.

Uma manifestação microscópica desses estados não localizados ocorre, por exemplo, na experiência de Young, realizada em 1800 pelo físico inglês Thomas Young (1773-1829). Nela, foi demonstrado o fenômeno da interferência para um feixe de luz que, após atravessar duas fendas de um anteparo, produz sobre uma tela uma figura formada por franjas claras e escuras (figura 1) que lembra um pouco os códigos de barras que são usados atualmente nas embalagens de vários produtos.

Na época da experiência, o aparecimento dessa figura foi explicado com o auxílio da física clássica (os resultados de Young também ajudaram a reforçar, naquele momento, a teoria que propunha a luz como uma forma de onda). Basta supor que uma onda de luz é irradiada a partir de cada orifício do anteparo A e se propaga até a tela B. Como existem duas ondas se propagando a partir de cada orifício, elas acabam, no caminho ao anteparo B, se sobrepondo. Quando um vale de uma onda encontra o vale da outra, ocorre um ‘reforço’, como se as duas se somassem. O mesmo ocorre quando a crista de uma onda coincide com a de outra. Dizemos, então, que houve uma interferência construtiva. Mas, quando um vale encontra uma crista (ou vice-versa), ocorre uma interferência destrutiva.

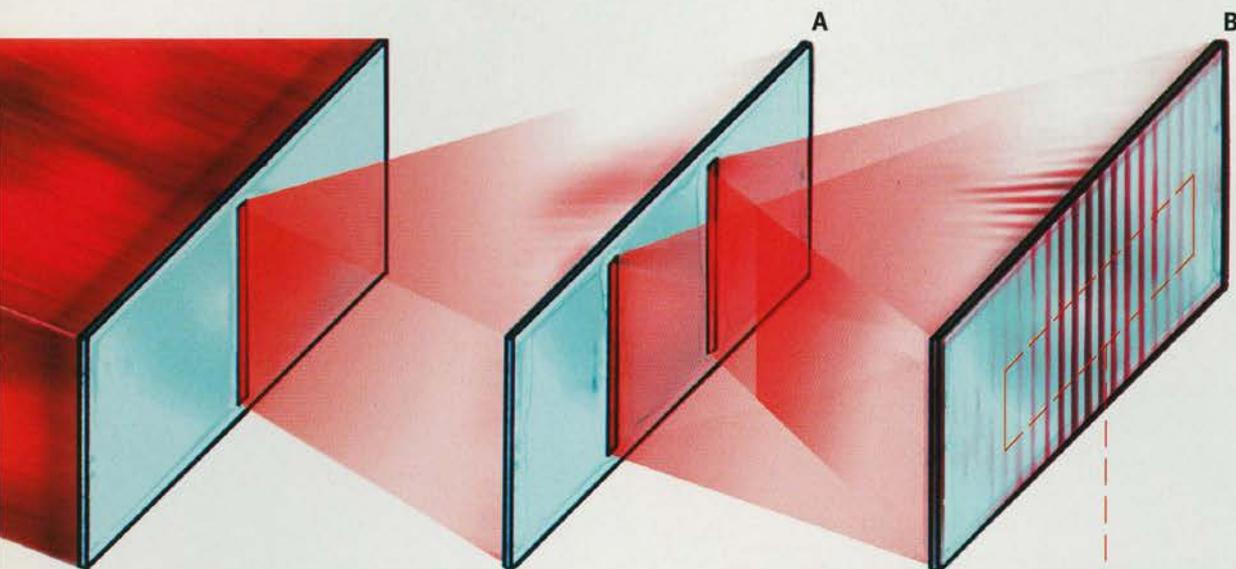
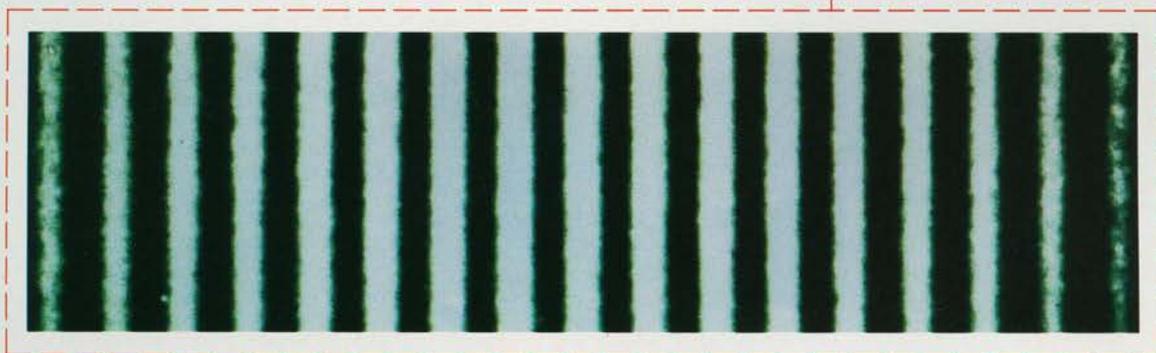


Figura 1. No experimento de Young, uma fonte de luz ilumina o anteparo A, que contém duas fendas. No anteparo B, aparecem franjas claras e escuras. A distância entre as duas fendas no anteparo A é da ordem de um milímetro. No detalhe, fotografia das franjas de interferência



Desse modo, podemos explicar o aparecimento das franjas claras no anteparo B. Elas seriam resultado de ondas que interferiram construtivamente, formando regiões iluminadas no anteparo. Já as franjas escuras seriam sinal de que naquela região as ondas estão interferindo destrutivamente, causando sombras no anteparo, como mostra a figura 2.

Um ingrediente fundamental para que se possa ver a interferência é que haja *coerência* entre as ondas que partem de cada orifício. Isso significa que existe um sincronismo entre as duas ondas, de modo que as regiões de interferência construtiva e destrutiva permanecem inalteradas com o tempo. Consegue-se isso produzindo-se as duas ondas com a mesma fonte, que ilumina o anteparo A. Caso não ocorra essa sincronia (dizemos então que as duas ondas são *incoerentes*), as franjas claras e escuras flutuam rapidamente de um lado para o outro no anteparo B, e não podemos ver a interferência.

Embora a teoria ondulatória da luz explique as franjas claras e escuras ilustradas na figura 2, desde o início deste século sabemos que a luz é constituída de corpúsculos, chamados fótons, como foi proposto pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955) num artigo de 1905. Além disso, a experiência de

Young foi repetida recentemente com átomos e resultados semelhantes foram encontrados. Então, com o explicar o aparecimento das franjas de interferência quando se trabalha com corpúsculos, como fótons e átomos, em vez de ondas?

Para responder a essa pergunta, é preciso voltar a 1925, quando o físico francês Louis De Broglie (1829-1987), ao publicar os resultados de sua tese de doutorado, mostrou que partículas subatômicas, como elétrons, prótons e nêutrons, entre outras, ora se comportam como corpúsculos, ora como ondas. Desde então, esse duplo comportamento ficou conhecido como dualidade partícula-onda. A luz é, talvez, o caso mais conhecido desse fenômeno (vale lembrar que a luz, além de ser uma onda eletromagnética, é constituída por fótons). Ela, conforme a experiência, comporta-se como onda ou corpúsculo.

O trabalho de De Broglie propôs que toda partícula microscópica tem associada a ela um tipo de onda, que, na época, o físico francês batizou de ondas-piloto. Um ano depois de os resultados de De Broglie serem publicados, o físico alemão Max Born (1882-1970) mostrou matematicamente que essas ondas associadas à matéria não tinham propriamente um significado físico, como, por exemplo, aquele

atribuído às ondas sonoras ou àquelas que se formam na superfície de um lago quando atiramos uma pedra. Na verdade, essa onda de matéria, que no jargão físico é denominada função de onda, não passa de uma ferramenta matemática, sem realidade física, com a qual é possível se calcular a probabilidade de a partícula ser encontrada em alguma região do espaço.

Voltando à experiência de Young, nela associa-se a cada fóton que passa pelo anteparo com as fendas uma função de onda que é a soma de duas outras, que se irradiam a partir de cada uma das fendas (e que podem ser associadas à passagem do fóton por uma fenda ou outra). Mesmo sem realidade física, essas funções de onda apresentam comportamento ondulatório, como as ondas na superfície de um lago, por exemplo. Quando uma dessas ondas se sobrepõe à outra, ocorre a interferência, exatamente como na teoria ondulatória da luz, desde que essas duas ondas sejam coerentes entre si, ou seja, que oscilem em sincronismo (dizemos então na física que o estado do corpúsculo é uma superposição coerente dos estados associados a cada uma das ondas). Só que a interpretação agora é diferente: uma amplitude maior da onda em uma região do espaço indica que é mais provável encontrar o corpúsculo naquela região.

POR ONDE PASSOU O FÓTON?

Se, na experiência de Young, tentarmos descobrir por qual fenda passou a partícula, observando atentamente as fendas, o que ocorre? Verificamos que cada corpúsculo passa sempre por uma fenda ou outra. Mas, as regras da mecânica quântica mostram que, ao tentarmos observar por qual fenda passou o fóton, acabamos destruindo o fenômeno da interferência, isto é, as franjas desaparecem quando tentamos localizar a partícula! Em outras palavras, ao determinarmos que o fóton passa por uma das duas fendas, mudamos a função de onda que descreve

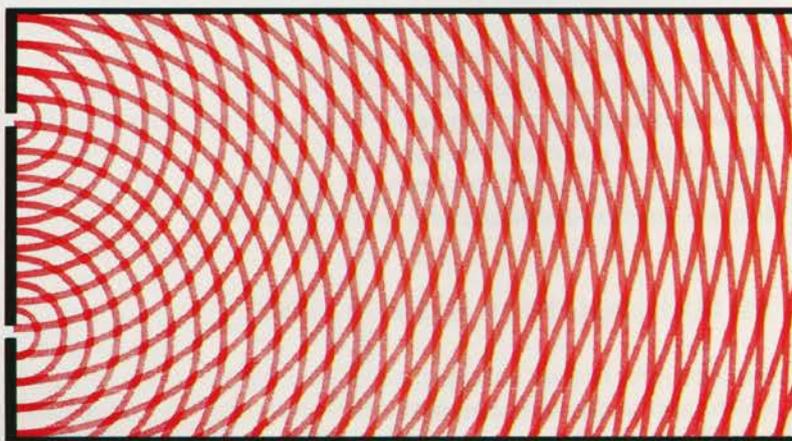
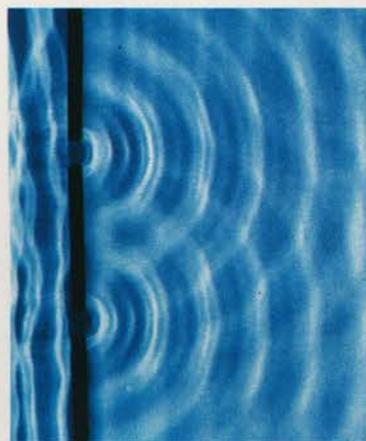
aquele corpúsculo: a nova função não é mais uma superposição coerente de duas contribuições, mas descreve agora um corpúsculo que foi localizado através da medida. Dizemos que a medida destrói a superposição coerente dos dois estados, e transforma o estado do corpúsculo em um estado localizado.

Esse efeito, que a princípio desafia o senso comum, está ligado ao chamado princípio da complementaridade, enunciado em 1927 pelo físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962). Segundo esse princípio, ou se observa por qual fenda passou a partícula, ou se observam as franjas de interferência. Em outras palavras, não é possível, num mesmo experimento, fazer com que, de forma simultânea, a luz mostre suas características corpusculares e ondulatórias. Quando tentamos observar por qual fenda passou o fóton, ou seja, observá-lo como uma partícula, destruímos a manifestação de suas propriedades ondulatórias, e a figura de interferência desaparece.

Esse princípio diz que propriedades complementares de sistemas quânticos, como suas características corpusculares e ondulatórias, são excludentes, isto é, ou se observa um ou outro, mas nunca os dois simultaneamente. Quando foi proposta, em 1927, a complementaridade causou certa polêmica entre os físicos. Entre os que se manifestaram contra a idéia estavam Einstein e Schrödinger. Mais tarde, este último propôs seu experimento mental do gato, para mostrar que, segundo esse princípio, o gato estaria vivo e morto ao mesmo tempo, o que, sem dúvida, do ponto de vista do mundo macroscópico, é um paradoxo.

Assim, segundo a física quântica, o fenômeno de interferência descrito acima implica que a partícula tem duas trajetórias distintas simultaneamente, como se ela houvesse passado pelas duas fendas ao mesmo tempo! Estranho, não? Mas, para o microuniverso das moléculas, dos átomos e das partículas subatômicas, esse é um fenômeno normal, correto.

Figura 2. Franjas claras e escuras no anteparo B podem ser entendidas como resultado da interferência de ondas, analogamente ao que ocorreria com ondas de água na superfície de uma piscina (ver detalhe abaixo à esquerda), produzidas por duas hastes que oscilam verticalmente, situadas nas posições dos orifícios do anteparo A e presas a um suporte comum. Na figura principal, ignoramos as ondas que seriam produzidas pelas hastes à esquerda da anteparo A



O intensidade →



A

B

Figura 3. Esquema do 'gato de Schrödinger', experiência mental proposta pelo físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961) para mostrar que a interpretação da mecânica quântica feita pela escola liderada pelo físico dinamarquês Neils Bohr (1885-1962) levava a paradoxos

CARA OU COROA?

Classicamente, poderíamos pensar em usar uma linguagem semelhante à utilizada na interpretação da experiência de Young para descrever uma moeda lançada ao chão: antes de observá-la, podemos dizer que ela se encontra em uma 'superposição' de dois estados, um que corresponde à cara e outro à coroa. Se a moeda é bem balanceada, cada um desses estados tem uma probabilidade de 50% de ocorrer.

Mas é importante ressaltar uma diferença fundamental nessa analogia, isto é, entre a superposição estatística clássica da moeda e a superposição quântica dos fótons da experiência de Young: com a moeda, não é possível realizar um experimento de interferência entre seus dois estados (cara e coroa). Já as funções de ondas que acompanham o fóton podem interferir entre si, daí o surgimento da figura da interferência, com suas franjas claras e escuras.

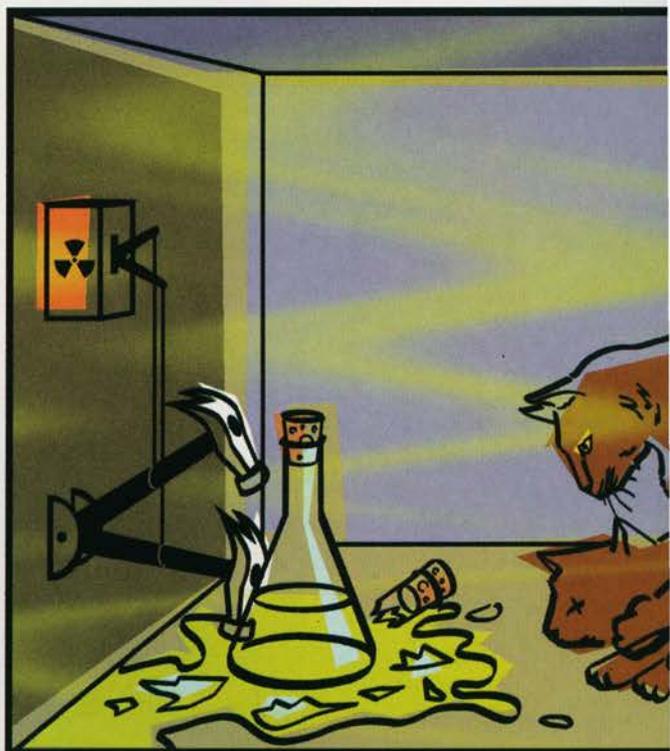
Essa distinção implica outra, ainda mais sutil: para a moeda, podemos dizer, antes de observá-la, que ela está com uma face ou outra para cima (desde que se despreze, claro, a possibilidade, altamente improvável, de ela ficar em pé!). Em teoria, seria possível descrever exatamente o estado da moeda em cada instante de sua trajetória, mas, na prática, esse cálculo se torna impossível, porque envolveria dados sobre a interação de cada molécula de ar com a moeda, a força exata que foi aplicada sobre ela, o quanto de energia ela está perdendo em cada instante ao interagir com o ar etc. Portanto, é impossível se obter toda essa gama de dados sobre o sistema moeda-ar. Assim, o aspecto probabilístico desse evento se deve à nossa ignorância sobre todos os detalhes envolvidos nesse experimento.

Já no experimento de Young o caráter probabilístico vem do fato de não ser possível dizer por qual fenda o fóton passou, já que o princípio da complementaridade, como vimos, nos impede de obter informação detalhada sobre um sistema quântico qualquer. Portanto, é importante ressaltar, nesse caso o caráter probabilístico é inerente à natureza do mundo quântico.

Para a física quântica, a observação das franjas exclui, conforme prevê o princípio da complementaridade, afirmações do tipo "o fóton passou por uma fenda ou por outra". Só podemos dizer que a partícula é descrita por uma função de onda que a localiza em torno das duas fendas ao mesmo tempo!

EM DOIS LUGARES AO MESMO TEMPO?

Seria possível realizar um experimento no qual um objeto macroscópico tivesse uma função de onda que o localizasse em dois lugares simultaneamente? Por

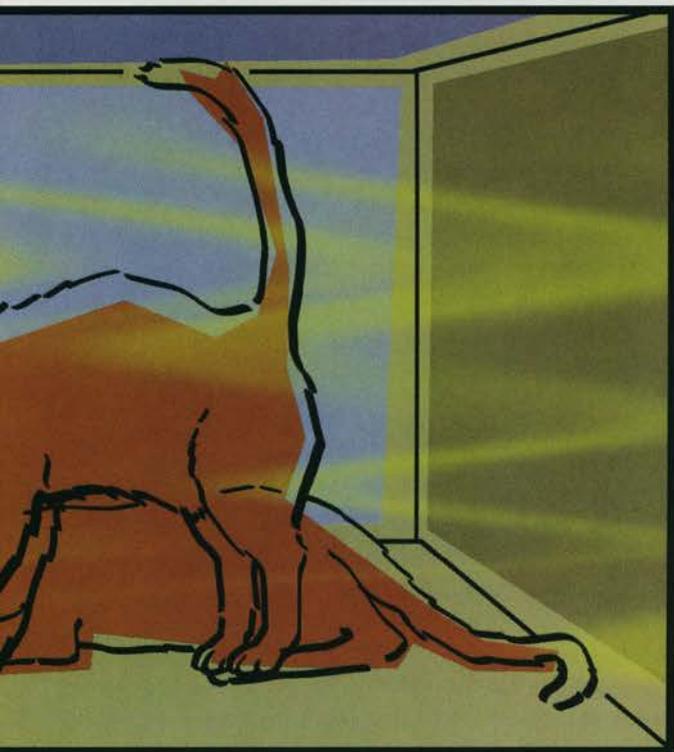


exemplo, poderia uma pedra estar em duas regiões distintas do espaço ao mesmo tempo? Teoricamente, uma forma de comprovar essa dualidade na posição seria fazer com que as funções de onda de um corpo macroscópico realizassem o fenômeno de interferência. Assim, como no experimento de Young, mostraríamos que as ondas associadas a esse corpo estão em superposição, atestando que elas estão interferindo de modo coerente.

Na verdade, o problema aparece de forma oposta, como explicitou Einstein em carta a seu colega alemão, Born. Einstein estranhava o fato de estados como esse não ocorrem frequentemente para objetos macroscópicos. Afinal, não vemos em nosso cotidiano uma pedra ocupando dois lugares ao mesmo tempo!

Para entendermos o conteúdo da preocupação de Einstein, devemos apelar para um pouco de matemática. A equação de Schrödinger, com a qual é possível prever como evoluem as funções de onda de um sistema quântico, tem um caráter linear. Fisicamente, isso significa que, uma vez que as ondas associadas a esse objeto interferem de modo coerente em um determinado instante, essas sobreposições não desaparecem, ou seja, mantêm-se à medida que o tempo passa.

Ilustremos essa propriedade com um exemplo prático. Suponhamos que estamos medindo uma propriedade qualquer de um átomo, sua energia por exemplo. Para isso, usamos um aparelho de medida cujo ponteiro aponta para a esquerda se o átomo está no estado energético 'a' e para a direita se o estado é



'b'. Suponhamos ainda que, de alguma maneira, coloquemos a função de onda que representa o estado 'a' e a que representa o estado 'b' em superposição coerente. Isso pode ser realizado fazendo com que o átomo, inicialmente no estado 'a', interaja durante um certo tempo com um feixe de radiação tal que a energia de cada fóton desse feixe que incide sobre o átomo coincida com a diferença de energia entre os estados atômicos 'a' e 'b'. Escolhendo adequadamente a intensidade do feixe de luz e o intervalo de tempo durante o qual ocorre a interação, podemos criar um estado em que o átomo nem permanece no estado 'a', nem complete a transição para o estado final 'b'. Nesse novo estado, o átomo estudado é representado por uma superposição das duas funções de onda relativas ao estado 'a' e 'b'. Essa é uma situação análoga à do fóton da experiência de Young, representado por duas funções de onda sobrepostas, cada uma representando uma das duas trajetórias possíveis (fóton passando por uma fenda ou outra).

Estando o átomo simultaneamente no estado energético 'a' e 'b', deveríamos, portanto, esperar que o ponteiro do aparelho de medida também estivesse, ao mesmo tempo, apontando para a esquerda e a direita! Como colocar em evidência essa superposição? O problema é que olhar para o aparelho é equivalente a determinar, no experimento de Young, por qual fenda passou o fóton: nesse caso, constatamos efetivamente que o ponteiro aponta para uma direção *ou* outra. Exatamente como, no experimento de Young, destruímos a figura de inter-

ferência quando tentamos descobrir por qual fenda passou o fóton, no caso do aparelho de medida, o simples fato de olharmos para ele em busca de um resultado (o que é uma forma de medida) destrói a superposição coerente dos ponteiros, que acabam se apresentando para nós na posição à esquerda ou à direita!

Mas o fato de essa experiência com o átomo envolver uma superposição coerente abre a possibilidade, como no experimento de Young, de realizar uma observação complementar, que torne aparente uma interferência entre as duas posições do ponteiro. Jamais esse fenômeno foi observado no mundo macroscópico. O ponteiro, contrariamente à previsão acima, comporta-se como uma moeda clássica, ou seja, aparece à esquerda *ou* à direita, do mesmo modo que a moeda nos apresenta um lado *ou* outro!

O GATO DE SCHRÖDINGER

Um exemplo particular de um processo de medida é o famoso paradoxo do 'gato de Schrödinger'. Nele, um gato encontra-se em uma gaiola hermeticamente fechada, na qual é instalado um sistema perverso: uma cápsula de cianeto (veneno mortal) pode ser quebrada por um dispositivo que é acionado ao ser atingido por uma partícula emitida por um átomo radioativo, também presente na gaiola (figura 3).

Sendo esse átomo radioativo um sistema quântico, seu processo de emissão de partículas (ou decaimento, no jargão físico) pode ser descrito por uma função de onda. Inicialmente, temos uma função que descreve o átomo sem emitir a partícula, mas, à medida que o tempo passa, começa a surgir uma outra componente, que determina a probabilidade de que uma partícula tenha sido emitida em cada instante. Com o tempo, essa outra função de onda torna-se maior, já que a probabilidade de o átomo emitir uma partícula vai aumentando, de modo que, para tempos grandes, só ela estará presente, indicando que o átomo decaiu e uma partícula certamente foi emitida.

Mas, num instante intermediário, essas duas funções de onda estariam convivendo simultaneamente no sistema, numa superposição coerente, uma indicando o átomo antes de emitir uma partícula e outra o átomo decaído mais a partícula emitida. Lembremos que, se o átomo decaí, a cápsula de cianeto é quebrada, e o gato morre; se o átomo permanece no estado inicial, o gato estará vivo. Portanto, em instantes intermediários, o estado do gato também deve envolver uma superposição de dois estados, um em que ele está vivo e outro em que está morto!

Se abrissemos a gaiola em um desses instantes intermediários, o que veríamos? Nesse caso, estaria-

O experimento de Paris

O experimento de Paris, realizado por pesquisadores da Escola Normal Superior (e publicado no *Physical Review Letters* 77,4887,1996), ilustra de forma didática o processo de medida em mecânica quântica. Ele baseou-se em alguns ingredientes fundamentais. De um lado, um feixe de átomos altamente excitados (chamados átomos de Rydberg), em que um elétron orbita muito afastado do núcleo. Esses átomos saem de um tipo de forno e são excitados (ganham energia) através de uma combinação precisa de vários feixes de *laser* e de radiação eletromagnética na faixa das microondas (a mesma que é usada nos fornos de microondas para aquecer os alimentos). Essas duas fontes fornecem energia aos átomos para torná-los excitados (figura 4). Dado o seu tamanho, os átomos de Rydberg interagem fortemente com campos eletromagnéticos muito fracos, que produzem transições entre esses estados altamente excitados (essas transições ocorrem na região de microondas).

Os átomos de Rydberg sobrevivem por cerca de um centésimo de segundo no estado excitado, tempo que pode ser considerado longo para a experiência em questão. Além disso, os átomos têm sua velocidade controlada com precisão da ordem de 1%. Esse controle é feito por feixes de *laser* (não mostrados na figura, para não sobrecarregá-la).

O experimento incluiu ainda uma cavidade feita de material supercondutor (que conduz eletricidade sem resistência e não absorve o campo no interior da cavidade). Essa cavidade (indicada por C na figura) consegue reter em seu interior um campo eletromagnético por cerca de um décimo de milissegundo, tempo suficiente para que esse campo seja transformado, através de sua interação com o átomo que a atravessa. A análise de como se encontra esse campo eletromagnético depois de interagir com o átomo será feita por um segundo

átomo, que a atravessará em seguida.

A cavidade é cercada dos dois lados por duas outras cavidades R1 e R2 que contêm campos eletromagnéticos que interagem de forma ressonante com os átomos do feixe, produzindo transições entre estados atômicos excitados e permitindo colocar o átomo em uma superposição coerente de dois estados excitados. Após passar pelas três cavidades, o estado do átomo é medido por um conjunto de detectores, indicados na figura.

Vejamos agora como se desenvolve o experimento. Um átomo, colocado em uma superposição coerente de dois estados (digamos 'a' e 'b'), através da interação ressonante com um campo de microondas na primeira cavidade R1, é enviado através da cavidade supercondutora C, onde foi injetado previamente um campo de microondas. A frequência do campo na cavidade C é tal que ele não provoca transições entre os dois níveis em questão—isso só ocorreria se a energia de cada fóton da radiação na faixa de microondas fosse aproximadamente igual à diferença de energia entre os dois níveis atômicos. Como essa transição não ocorre, dizemos que o campo é não ressonante com uma transição atômica. Nessa situação, a interação entre o átomo e o campo (chamada interação dispersiva) manifesta-se através de uma mudança na frequência de oscilação do campo, cujo valor dependerá de estar o átomo no estado 'a' ou 'b'.

Após o átomo deixar a cavidade, essa mudança de frequência acarreta uma mudança de fase, ou seja, as oscilações do campo ficam atrasadas ou adiantadas devido à passagem do átomo, pois o campo oscilou mais rapidamente ou mais lentamente enquanto interagiu com o átomo—podemos aqui imaginar uma analogia com os ponteiros de um relógio a quartzo, que se adiantam ou atrasam conforme aumenta ou diminui a frequência de oscilações do cristal. O fato de serem utilizados áto-

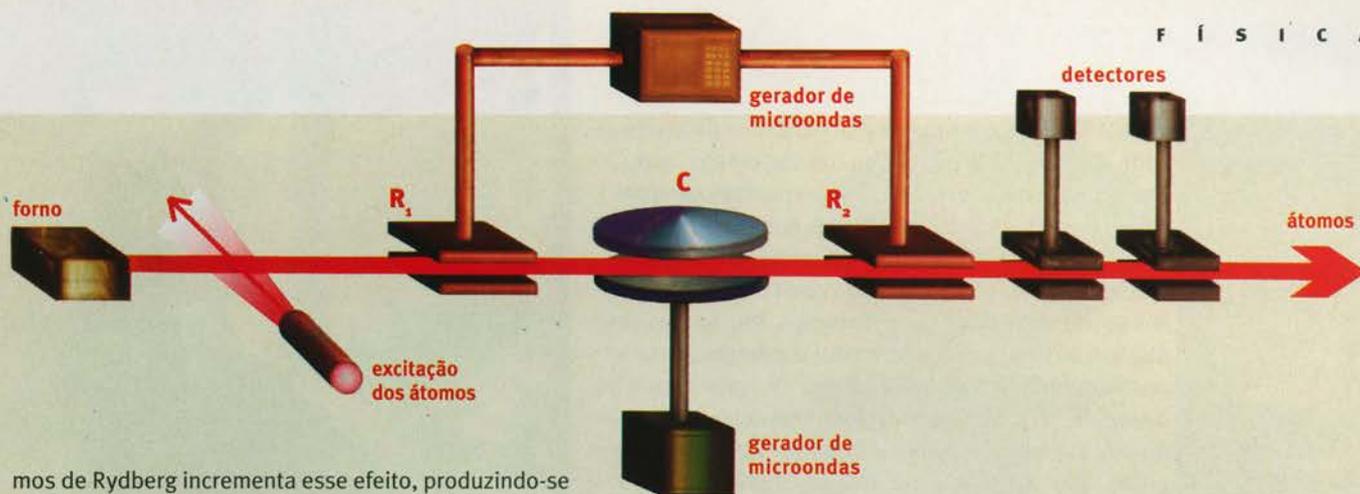
mos efetuando uma medida, e destruindo a superposição das funções de onda que representam o gato vivo e morto. Ao ser destruída essa superposição coerente, o gato para nós se apresentaria em uma *ou* outra situação, do mesmo modo que, na experiência de Young, o fóton se apresenta passando por uma *ou* outra fenda e, no caso do aparelho de medida, o ponteiro se mostra à esquerda *ou* à direita. Em todos esses exemplos, jamais obteríamos as duas alternativas ao mesmo tempo, pois são características excludentes nesses sistemas quânticos.

Mas o fato de o estado do gato ser uma superposição coerente das duas alternativas também abre a possibilidade de realização de um experimento complementar que evidencie a interferência entre os estados 'vivo' e 'morto'. Nesse caso, e exatamente

como no experimento de Young, não podemos dizer que o gato está morto *ou* vivo, pois seu estado envolve uma superposição coerente dos dois estados. Note que, como no processo de medida de um sistema microscópico por um aparelho macroscópico, o gato aqui funciona de fato como um instrumento de medida, como um ponteiro macroscópico que indica o estado do átomo.

INTERAÇÕES COM O RESTO DO UNIVERSO

Por que não observamos o gato vivo ou morto, bem como o ponteiro de um aparelho de medida em superposições coerentes de estados macroscopicamente distintos? Ainda que esses estados exis-



mos de Rydberg incrementa esse efeito, produzindo-se um deslocamento apreciável da fase mesmo quando só um átomo interage com o campo.

Conforme o átomo que passa pela cavidade supercondutora esteja no estado 'a' ou 'b', a fase final do campo será diferente. Se o átomo estiver numa superposição dos dois estados, o campo será colocado, através de sua interação com o átomo, igualmente em uma superposição de dois estados, correspondentes a fases diferentes. Dessa forma, conseguimos transferir a coerência de um objeto microscópico (o átomo) para um sistema macroscópico (o campo de microondas na cavidade). Essa correlação entre os estados do átomo e do campo é exatamente análoga à que ocorre no exemplo do aparelho de medida que discutimos ao longo do texto. De fato, a fase do campo pode ser considerada como um ponteiro de medida do estado atômico: uma observação dessa fase permite deduzir qual o estado do átomo que interagiu com o campo.

A observação da coerência entre esses dois estados do campo requer uma segunda transformação do estado atômico, através de uma interação ressonante com o campo na cavidade R2, a detecção do estado desse átomo (se 'a' ou 'b'), e envio de um outro átomo pelo mesmo sistema, seguido de sua posterior detecção.

Pode-se mostrar que, se a coerência entre os dois estados do campo na cavidade é mantida, o segundo átomo é detectado exatamente no mesmo estado que o primeiro. Por outro lado, se a coerência desaparece entre a detecção do primeiro átomo e a interação do campo em C com o segundo, a probabilidade de detectar o segundo átomo em 'a' ou 'b' é 50%, ou seja, não aparece nenhuma correlação entre o estado do primeiro e do segundo átomo.

A correlação nas medidas dos estados dos dois átomos fornece informação sobre a coerência entre os dois campos com fases distintas na cavidade supercondutora. Atrasando o envio do segundo átomo, podemos assim observar a perda de coerência devida à dissipação do campo naquela cavidade, entre o instante em que o estado correlacionado foi criado pelo primeiro átomo e o instante em que o segundo átomo atravessou a cavidade. Verifica-se assim que essa perda é tanto mais rápida quanto mais macroscópico for o campo na cavidade (ou seja, quanto maior for o número médio de fótons). De fato, o tempo característico para a perda de coerência é igual ao tempo de dissipação do campo na cavidade dividido pelo número médio de fótons na mesma.

Figura 4. Esquema do experimento realizado em 1996 na Escola Normal Superior, em Paris, no qual se conseguiu transferir a coerência de um objeto microscópico (um átomo) para um sistema macroscópico (um campo de microondas)

tam, como realizar experimentos que exibam a interferência das funções de ondas que representam essas diversas alternativas?

Nos últimos anos, começaram a aparecer respostas a essas perguntas. Em particular, vários físicos mostraram que essa superposição de ondas é rapidamente destruída devido às interações do sistema (seja o gato, seja o aparelho de medida) com o resto do universo. Essa interação é responsável pelos efeitos dissipativos que provocam transferências de energia de forma desordenada. Vemos exemplos dessa dissipação em fatos cotidianos como o esfriamento de uma panela de sopa retirada do fogão ou o aquecimento de um pneu de automóvel pelo atrito com o solo. Esses efeitos são responsáveis não apenas pela variação da energia desses sistemas macros-

cópicos como também pela destruição da superposição coerente de estados que representam as diversas alternativas clássicas (fóton passando por uma fenda ou outra, ponteiro apontando para a esquerda ou para a direita, gato morto ou vivo). Isto é, as componentes ondulatórias de um estado perdem o sincronismo, o que impossibilita o aparecimento do fenômeno de interferência.

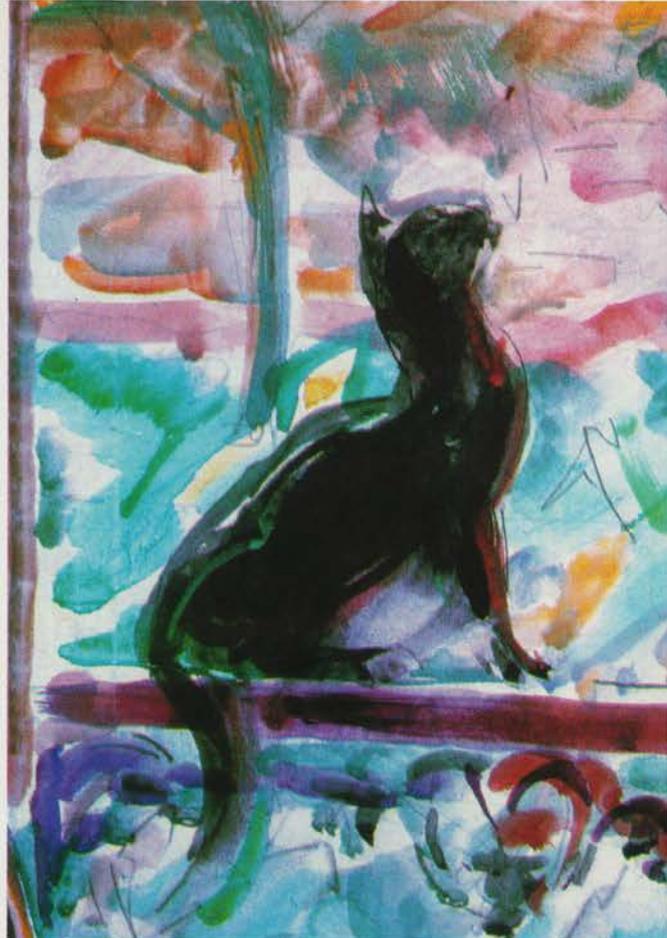
Uma propriedade importante desse processo é fundamental para entender a transição do mundo microscópico para o macroscópico: as escalas de tempo para a perda de energia e para a perda da coerência das superposições de estados macroscópicos são muito diferentes entre si. No mundo macroscópico, o tempo de perda de coerência é muito menor que o tempo de perda (ou ganho, no caso do

pneu) de energia. Por exemplo, para uma pedra que pode estar em dois lugares ao mesmo tempo (isto é, a função de onda da pedra é a superposição coerente de duas componentes localizadas em torno de duas regiões distintas do espaço), separados por uma distância 'd', o tempo de perda de coerência é igual ao tempo de transferência de energia (ou tempo de dissipação) dividido por um fator muito grande, que por sua vez é igual ao quadrado da razão entre a distância 'd' e um comprimento extremamente pequeno, o comprimento de onda de De Broglie da pedra. Em resumo: para temperaturas ambientes (em torno de 30°C), e uma pedra de massa igual a um grama, que poderia ser localizada em duas regiões separadas por um centímetro, esse fator é igual a 10^{40} (o número um seguido de 40 zeros!). Assim, o desaparecimento da coerência entre as funções de onda localizadas associadas às duas posições da pedra é tão rápida que é praticamente impossível observá-la.

EXPLORAÇÃO DE UMA FRONTEIRA SUTIL

De certa forma, a duração extremamente curta dessa superposição parece tornar irrelevante a segunda parte da questão sobre como realizar um experimento de interferência que coloque em evidência a coerência da superposição das funções de ondas. Recentemente, no entanto, o desenvolvimento de técnicas experimentais levou à possibilidade de se produzirem e se medirem estados desse tipo. Essas técnicas envolvem o aprisionamento de átomos em armadilhas magnéticas, bem como o de campos eletromagnéticos em cavidades supercondutoras. Nesses sistemas, é possível controlar o processo de dissipação de energia, pois são sistemas muito bem isolados do resto do universo.

Voltemos à questão de como observar a superposição coerente das funções de onda. No Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia dos Estados Unidos, em Boulder, no Colorado, foi realizado em 1996 um experimento no qual se obteve um átomo, aprisionado em uma armadilha magnética, localizado em duas posições distintas ao mesmo tempo. A interferência entre esses estados foi claramente demonstrada. Ainda em 1996, foi realizado um experimento na Escola Normal Superior de Paris – proposto em artigo que teve a participação deste autor – que não só levou à construção de uma superposição coerente de dois estados classicamente distintos do campo eletromagnético em uma cavidade, bem como possibilitou, pela primeira vez, acompanhar em tempo real o processo de perda de coerência, além de medir o tempo característico desse processo.



Verificou-se nesse experimento que esse tempo decresce à medida que o número médio de fótons na cavidade aumenta, ou seja, à medida que o sistema se torna mais macroscópico. No experimento, os estados construídos continham um número pequeno de fótons (cerca de cinco) e, portanto, não poderiam ainda ser considerados como macroscópicos. Não obstante, esse número foi suficiente para permitir acompanhar o processo pelo qual a superposição quântica transforma-se numa mistura estatística clássica. Isso significa dizer que um sistema capaz de exibir interferência foi transformado num que exibe apenas uma alternativa clássica do tipo cara ou coroa da moeda. Explorou-se assim a fronteira sutil entre o mundo microscópico e quântico de um lado e o mundo macroscópico e clássico do outro.

PERGUNTAS SEM RESPOSTA

Se por um lado, experiências como as realizadas em Boulder e Paris ajudam a entender o limite clássico da mecânica quântica, elas deixam ainda várias perguntas fundamentais sem resposta.

Entendemos agora por que estados como o de uma pedra localizada em duas regiões distintas do espaço são extremamente instáveis, perdendo a coerência entre suas componentes localizadas num intervalo de tempo tão pequeno que a observação das franjas de interferência torna-se praticamente



impossível. Mas permanecemos ainda com o caráter probabilístico inerente à física quântica. Poderíamos pensar que, eliminada a possibilidade de interferência, o comportamento probabilístico do sistema é o mesmo que afeta uma moeda jogada para o alto e para a qual não podemos prever que face será exibida ao chegar ao solo.

Há, no entanto, uma diferença fundamental entre a manifestação probabilística de uma moeda atirada e a de um sistema quântico. No caso da moeda, a descrição probabilística está associada, como já dissemos, ao nosso desconhecimento sobre suas condições iniciais e das moléculas de ar que interagem com ela. Nos sistemas quânticos, mesmo naqueles que perdem a coerência, o comportamento probabilístico permanece como uma propriedade essencial do sistema, que não pode ser atribuída a deficiências de nosso conhecimento, uma vez que a teoria quântica é considerada como uma teoria completa.

Poderíamos alegar que, afinal de contas, se a perda de coerência relaciona-se com a interação entre o sistema considerado e o resto do universo, estamos abrindo mão realmente de um conhecimento completo, pois concentramos nossa atenção sobre o sistema e ignoramos como se transforma o resto do universo devido a essa interação. Não seria essa a origem do comportamento probabilístico? Segundo a física quântica, a resposta é não. Se admitirmos que a equação de Schrödinger aplica-se

também ao resto do universo, então a superposição coerente inicial deve permanecer se considerarmos a função de onda global, que inclui todo o universo.

Cada componente do estado inicial do sistema observado torna-se, então, correlacionado com um determinado estado do resto do universo. Assim, a função de onda global também se expressa como uma superposição coerente de duas ou mais componentes, cada uma associada a uma certa probabilidade de observação. Mas essa situação leva a uma questão que, até o momento, não tem resposta: qual o significado da função de onda do universo? Como entender seu caráter probabilístico se ele está associado a medidas e não há observadores externos ao universo que, por definição, deve englobar tudo e todos? Como, enfim, conciliar a natureza probabilística da física quântica com a unicidade do mundo em que vivemos?

PEQUENOS PROBLEMAS

Essas questões colocam em evidência o fato de que um dos problemas mais difíceis da física contemporânea é a compreensão do mundo clássico (ou macroscópico) e a conciliação de suas propriedades com as previsões da física quântica. Várias propostas têm sido apresentadas, envolvendo inclusive modificações na equação de Schrödinger que a tornam não-linear e que seriam imperceptíveis, exceto em escalas típicas do limite clássico ou mesmo da cosmologia.

É possível que a solução dessas questões tenha reflexos importantes sobre outros problemas, ajudando a resolver dificuldades importantes atualmente presentes nos modelos cosmológicos e nas teorias dos processos fundamentais da física. Segundo os físicos norte-americanos Murray Gell-Man, prêmio Nobel de Física de 1969, e Jim Hartle, do Instituto de Física Teórica da Universidade da Califórnia em Santa Bárbara, “a mecânica quântica é mais bem e fundamentalmente entendida no contexto da cosmologia quântica”. Inversamente, poderíamos supor também que a cosmologia quântica talvez venha a se beneficiar de uma compreensão mais profunda das leis que regem os fenômenos do mundo microscópico.

Mais uma vez, impõe-se a unidade do mundo físico. Assim como ‘pequenos problemas’ na descrição clássica geraram a grande revolução conceitual deste século, é bem possível que estejamos à beira de importantes transformações em nossa maneira de entender o universo. E que esse processo seja deflagrado por alguns dos ‘pequenos problemas’ que encontramos, em diversas áreas da ciência, na descrição atual da natureza.

Sugestões para leitura

- ZUREK, W. H., Decoherence and the Transition from Quantum to Classical, *Physics Today*, vol. 44, 36-44, outubro de 1991.
- HAROCHE, S., Entanglement, Decoherence and the Quantum/Classical Boundary, *Physics Today*, vol. 51, 36-42, julho de 1998.
- DAVIDOVICH, L. et al., *Physical Review A*, vol. 53, 1295-1309 (1996).
- OMNÈS, R. The Interpretation of Quantum Mechanics, Princeton University Press (Princeton, NJ, 1994).

O Brasil tem extensas áreas com dunas de areia, tanto em regiões costeiras (no Maranhão, por exemplo) quanto em planícies de aluvião (destacando-se as do vale do rio São Francisco, como entre as cidades baianas de Barra e Pilão Arcado). Há ainda, no Nordeste, vasta área de clima semi-árido. Mas em nenhum ponto do país existe uma região realmente desértica. No passado, porém, grande parte do território brasileiro era ocupada por imenso deserto, depois recoberto por um dos maiores processos de vulcanismo ocorridos no planeta nos últimos 500 milhões de anos. Este artigo conta como era esse deserto e o que causou seu desaparecimento.



Fernando Flávio Marques de Almeida

Escola Politécnica,
Universidade de São Paulo
(professor aposentado)

Celso Dal Ré Carneiro

Departamento de Geociências
Aplicadas ao Ensino,
Universidade Estadual
de Campinas

Botu

o grande c



catu eserto brasileiro



As atuais regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul estão, em grande parte, contidas em uma extensa região geológica denominada bacia do Paraná. Há cerca de 150 milhões de anos toda essa área tinha relevo mais ou menos plano e provavelmente era cercada por áreas mais elevadas. Além da parte brasileira, a bacia incluía áreas no noroeste do Uruguai, no leste do Paraguai e no nordeste da Argentina, onde tinha continuação na chamada bacia Chaco-Paraná.

Ventos e cursos d'água, em especial os primeiros, acumularam enorme volume de areia nessa área, no intervalo entre 150 e 130 milhões de anos atrás, formando extenso deserto (figura 1). Pesquisas geológicas identificaram os limites dos processos de erosão que produziram toda essa areia, ainda exposta nas vertentes das serras situadas em torno da antiga bacia. Isso permitiu estimar o tamanho do deserto. Os limites envolvem uma área de cerca de 1,2 milhão de km², que aumenta para 1,5 milhão de km² (tamanho equivalente ao do maior estado brasileiro, o Amazonas), somando-se outros depósitos arenosos do mesmo tipo em Mato Grosso e Rondônia.

Os sedimentos componentes do deserto são chamados de formação Botucatu no Brasil, mas têm outros nomes no Uruguai (Taquarembó) e no Paraguai (Misiones). Na Argentina, são conhecidos como Misiones (na província de mesmo nome) e como membro Solari da formação Curuzú Cuatiá (na bacia Chaco-Paraná).

O areal foi coberto por derrames de lavas, a partir de um dos mais extensos processos de vulcanismo de fissura do mundo (ver 'Vulcões no Brasil', em *Ciência Hoje* nº 62), que produziu rochas basálticas conhecidas hoje como formação Serra Geral. Nesse



Figura 2. Estratificação cruzada em paredão de arenito da formação Botucatu, formado pela erosão marinha na praia de Torres (RS), mostrada pelas diferentes posições das camadas de sedimentos

tipo de vulcanismo, a lava derrama-se a partir de rachaduras no solo, sem a presença de vulcões típicos, em forma de cone. Parte desse enorme derramamento ocorreu ainda durante a deposição da areia do antigo deserto. Isso é confirmado pela existência, na região, de camadas arenosas entre diferentes derrames de lavas basálticas.

As camadas arenosas, porém, não definem claramente a área total coberta de areia no antigo deserto. No oeste de Minas Gerais e no sul de Goiás, por exemplo, as lavas derramaram-se sobre rochas cristalinas pré-cambrianas (com mais de 570 milhões de anos) ou paleozóicas (entre 570 e 250 milhões de anos). Não se sabe se ali não houve deposição de areia ou se a erosão a carregou para outras áreas.

A origem do areal

A formação Botucatu situa-se sobre rochas triássicas (entre 250 e 205 milhões de anos) ou pré-cambrianas. A espessura das camadas arenosas alcança até 300 m, mas em alguns locais é de menos de 20 m e em outros não há vestígios de areia.

Os arenitos (rochas formadas pela cimentação da areia) encontrados na região são tipicamente de origem eólica: a areia original tinha granulação em geral fina ou média e depositou-se em lâminas inclinadas, que se acumularam de modo específico (chamado pelos geólogos de estratificação cruzada) (figura 2). A grande quantidade de areia produziu conjuntos de dunas médias e grandes, presentes na formação brasileira antes e durante os primeiros derrames de lava.

Figura 3. Ventifactos da formação Botucatu, encontrados na serra da Rifaina (SP)

Os arenitos da formação Botucatu são compostos, em mais de 95%, de grãos de quartzo médios ou finos, quase não existindo silte ou argila (materiais com granulação ainda menor), e podem conter pequena fração de outras rochas (quartzito e feldspato) e resíduos de minerais de maior densidade. Com frequência os grãos estão envoltos por óxido férrico, que torna a rocha mais coesa e lhe dá coloração avermelhada ou amarelada. Sua consistência varia: às vezes são tão duros que permitem a retirada de lajotas para pisos ou revestimento para construção civil. Algumas das lajotas exibem detalhes curiosos: pegadas de animais, pequenos orifícios (talvez causados por pin-

gos de chuva) e ondulações superficiais desenhadas pelo vento.

Em vários níveis da formação Botucatu, mesmo entre as lavas mais altas (como nas cachoeiras do rio Paraná), há camadas de sedimentos trazidos por correntes de água, com espessura de até poucos metros. Tais camadas também são típicas: têm grãos menores (argilas, siltes e areias finas) depositados pelas águas também de modo específico (estratificação plano-paralela). A pouca extensão desses depósitos mostra que decorrem de pequenos representamentos.

Em certos locais há depósitos com pedregulho em diferentes tamanhos, às vezes formando pedrinhas de arestas desgastadas pelo atrito (seixos). Esse material, mais freqüente junto às rochas da base da formação Botucatu ou pouco acima, indica em alguns casos a ocorrência de torrentes periódicas. Há ainda seixos com marcas de erosão eólica (chamados de ventifactos), comuns nas planícies desérticas (figura 3).

Uma amostra bem expressiva da formação Botucatu está na região de Franca, no extremo nordeste do estado de São Paulo, na rodovia que desce a serra de Rifaina em direção à cidade do mesmo nome, próxima à divisa com Minas Gerais. Ali, a formação situa-se diretamente sobre o embasamento da antiga bacia sedimentar.

Junto às rochas da base existe uma camada (de pouco mais de um palmo) de arenito grosso, com seixos bem rolados de quartzo e quartzito, incluindo ventifactos de até 25 cm de diâmetro. Alguns seixos ainda têm o chamado verniz do deserto, uma cobertura de óxidos férricos que os torna escuros. Logo acima há 70 cm de lutito vermelho (rocha

composta de silte) e arenito subsidiário, recobertos por uma camada de arenito argiloso esbranquiçado (1,55 m de espessura) típico de depósito fluvial. A seguir está a camada principal de arenito eólico (cerca de 60 m), situada sob um derrame basáltico. Este e outros dois derrames sustentam a serra de Rifaina, e entre os dois mais altos há outra camada de arenito eólico. A camada intercalada contém sedimentos de origem aquosa (cerca de 2 m), nos quais existem impressões de antigos conchostreços.

Os fósseis conhecidos da formação Botucatu não permitem datar com precisão o início da sedimentação, estimado em 150 milhões de anos ou pouco mais (figura 4) com base em outras informações geológicas. No Rio Grande do Sul, por exemplo, fósseis encontrados na formação Rosário do Sul (perto de Santa Maria) foram datados em cerca de 210 milhões de anos, fixando um limite máximo de idade para a formação Botucatu, situada pouco acima. Sabe-se ainda, pela datação das lavas que mostram camadas de arenito intercaladas, que a sedimentação ainda acontecia na época do vulcanismo basáltico, há cerca de 133 milhões de anos.

Na opinião unânime dos que a estudam, em campo e no laboratório, a formação Botucatu é um depósito desértico, por causa do modo de sedimentação, dos tipos de rochas, da presença de ventifactos e da vasta área, conservando suas características mesmo quando intercalada nos derrames de lavas. Além disso, não contém qualquer indício de estruturas ou organismos marinhos, e não parece aceitável que depósitos tão uniformes pudessem cobrir área tão grande em um ambiente fluvial.

Dunas e clima árido

A origem e as transformações das rochas da formação Botucatu, e de formações próximas e muito semelhantes, confirmam que os depósitos ocorreram em ambiente de deserto climático, de interior continental, com grande extensão de dunas. Fora da área das bacias a superfície do deserto seria sobretudo de natureza rochosa.

Os desertos climáticos surgem quando climas quentes e temperados tornam-se cada vez mais áridos, por diversas causas. Uma delas é o afastamento do

litoral, pois o ar oceânico não leva umidade para o interior de um grande continente: ao atravessar grandes extensões territoriais esse ar sofre aquecimento e eleva-se, carregando com ele a umidade e ressecando o solo. Os depósitos da formação Botucatu ocorreram em bacias situadas, na época, no centro-sudoeste do continente Gondwana, longe dos oceanos, antes que a África se separasse da América do Sul.

É provável que o antigo deserto fosse bem maior que a imensa área de dunas preservada nas bacias do Paraná e do Chaco-Paraná. Na península Arábica, a proporção da área coberta de dunas é maior que em qualquer outro deserto moderno. Mesmo assim, só ocupa um terço da região desértica. No Saara, as dunas cobrem apenas um quinto da área total, de 8 milhões de km². Tais exemplos indicam que o deserto Botucatu, só na América do Sul, poderia atingir vários milhões de quilômetros quadrados.

Como o deserto formou-se no interior do megacontinente Gondwana, antes da separação da América do Sul, seria de se esperar sua continuação na África. É o que parece acontecer no sudoeste africano. Na atual Namíbia há derrames basálticos (formação Etendeka) idênticos e da mesma idade que os do Brasil (formação Serra Geral). Sob os derrames africanos existem depósitos arenosos (formação Clarens) também de origem eólica e notavelmente semelhantes aos da formação Botucatu, que podem ser vistos como extensões do mesmo deserto.

A grande aridez do deserto Botucatu é confirmada por dois fatos. O primeiro é a escassez, na época, de depósitos de água, embora existissem alguns, como acontece no Saara e em outros desertos atuais. O segundo é a ausência, sobre os derrames de lavas ou na base de camadas arenosas intercaladas em derrames, de qualquer indício de decomposição química das rochas, o que indicaria a presença de clima úmido.

As duas bacias onde a areia se depositou, na formação Botucatu, não passaram pelos processos geológicos que geram montanhas ou cadeias montanhosas, e sim por outro tipo de movimento tectônico, um moderado 'afundamento'. Em geral, a área de contato entre os arenitos e sedimentos anteriores

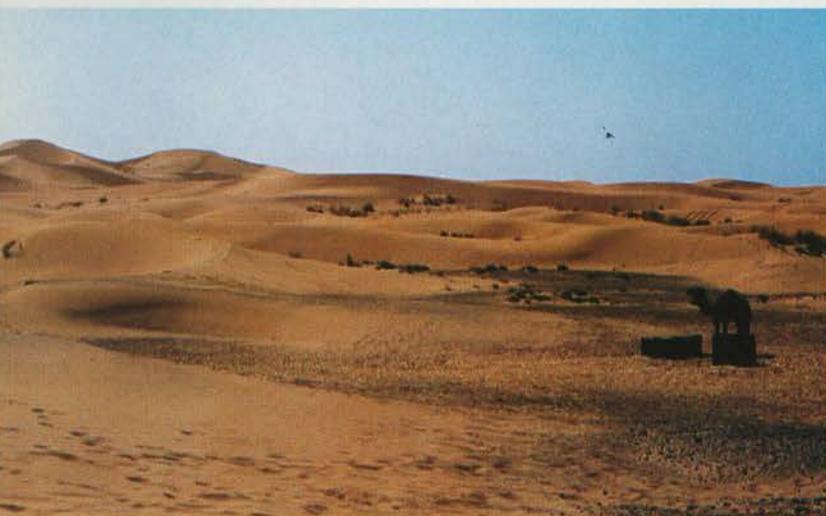


Figura 4. Escala simplificada de tempo geológico, em milhões (m.) ou bilhões (b.) de anos, com as épocas prováveis de formação do deserto Botucatu e de erupção das lavas da formação Serra Geral



Figura 5. Superfície coberta de seixos arredondados – *reg* – no assoalho rochoso do deserto do Saara marroquino

Figura 6. Dunas com vegetação no grande *erg* Chebi, no Saara ocidental, na região de Merzouga, perto de Rissani (Marrocos)



não mostra irregularidades que indiquem deposição em relevos acidentados, o que é reforçado pela continuidade dos depósitos de areia. Nesse sentido, o deserto Botucatu era diferente dos grandes desertos modernos, dominados por relevos montanhosos, como os *djebels* do Saara. Não se sabe como era o relevo em torno da área coberta pelas dunas, pois ele foi destruído em ciclos erosivos posteriores.

Quando os derrames de lava da formação Serra Geral começaram, os depósitos de areia já eram espessos. O vulcanismo foi acompanhado pela movimentação de grandes fraturas do terreno (falhas) e por deformações que facilitaram o escoamento da lava superaquecida. Tais fenômenos mudaram a paisagem do deserto, tornando o relevo acidentado, com elevações antes raras.

Água: recurso raro

O Botucatu, assim como os desertos modernos, não era totalmente desprovido de água. Rios vindos de regiões úmidas distantes podem entrar em desertos, como os *oueds* do Saara argelino – o Saoura, por exemplo, avança 600 km na área desértica. Intermitentes e com frequência torrenciais, os *oueds* arrastam para o deserto muitos detritos rochosos, e sua água perde-se por evaporação ou infiltração no solo. Alguns nascem em montanhas ou planaltos dentro do deserto, a partir da água das chuvas contida no solo e liberada em fontes.

No Saara existem depósitos naturais de água (*gueltas*) no leito dos *oueds* ou em pequenos cursos surgidos em depressões entre dunas, onde o lençol freático aflora. Um deserto de longa duração passa por períodos de maior ou menor aridez, o que é comprovado, no Saara, por indícios e restos de animais e plantas achados nas dunas, e até por gravuras de grandes mamíferos deixadas ali por antigos grupos humanos.

Em vários lugares da formação Botucatu há sedimentos típicos de *oueds*, às vezes torrenciais, sobretudo na base das dunas (anteriores a elas, portanto). Também existem sedimentos típicos de lagos, a diferentes alturas dos depósitos arenosos e até entre os derrames vulcânicos. As lavas da formação Serra Geral, porosas, permitiam a penetração da água das chuvas, que depois alimentavam *oueds* e *gueltas*.

Dois agentes de erosão atuam nos desertos quentes: água e vento. A ação de ambos não pode ser avaliada devidamente no deserto Botucatu, por ter sido ocultada pelas sucessivas camadas de arenito e pelas lavas. Mas sedimentos bem típicos de *oueds* encontrados na base desse deserto e os indícios de dunas associadas a tais sedimentos confirmam que o ambiente já era desértico desde o início.

O vento, agindo sobre os sedimentos trazidos pelos rios para uma planície, retira areias finas, siltes e poeiras, deixando a areia grossa e o cascalho. As areias finas formam as dunas, enquanto siltes e poeiras sobem a maior altura, sendo depositados em regiões úmidas distantes, onde formam solos argilosos chamados de *loess*.

A erosão, o transporte e a deposição pelo vento criam, no Saara argelino, três tipos de superfície. O *hamada* é o assoalho com fragmentos de rochas e sem areia e materiais mais finos. Os *regs* (figura 5) são superfícies cobertas por pedregulhos, que surgem da fragmentação de rochas (*regs* de fragmentação) ou da erosão pelo vento de sedimentos trazidos por rios ou torrentes (*regs* aluviais). No primeiro caso, as pedras são quebradas pelas grandes variações de temperatura entre o dia e a noite ou pela

ação combinada das raras chuvas (caindo sobre pedras aquecidas pelo Sol). No segundo, o vento retira materiais finos e deixa na superfície os pedregulhos. Já os *ergs* são os extensos 'mares' de dunas (figura 6).

No deserto Botucatu não foram encontrados *hamadas* ou *regs* de fragmentação, mas em certos depósitos mistos em São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul há *regs* aluviais com ventifactos. O antigo deserto apresentava sobretudo *ergs* e pequenos conjuntos de dunas intercalados entre lavas mais antigas.

Levados pelo vento, os grãos de areia rolam no chão e chocam-se com outros grãos e rochas. O contínuo desgaste os deixa arredondados e com a superfície fosca. O processo é mais intenso do que na areia arrastada em rios ou no mar, pois nesses casos a distância e velocidade do transporte são menores e a água atenua o atrito. As características da areia do deserto Botucatu – alta esfericidade, acentuado rolamento, superfície fosca e grãos uniformes – comprovam o transporte e a erosão eólica.

As dunas surgem onde uma irregularidade na superfície, uma pedra, um tufo de vegetação ou mesmo um turbilhão do vento provocam deposição de areia. O acúmulo, uma vez iniciado, 'prende' mais areia. Na face da duna em que o vento bate, menos inclinada que a outra, os grãos de areia são deslocados pelo vento (figura 7) até a crista, de onde são lançados na face oposta. Assim, a areia levada de uma das faces deposita-se na outra, levando a duna a 'mover-se' aos poucos na direção do vento.

Esse processo de acúmulo (estratificação cruzada) superpõe as lâminas de areia em camadas que podem exceder 100 m de extensão e têm direção coincidente com a do movimento da duna. Quando muda o vento, e portanto o deslocamento da duna, as camadas passam a ter inclinação diferente. Tal tipo de estratificação é a característica principal do antigo deserto brasileiro, onde o vento, segundo estudos sobre a direção das lâminas de areia, soprava de norte a nordeste (em São Paulo e Minas Gerais) e de sudoeste a oeste-sudoeste (em Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Uruguai).

A origem da imensa quantidade de areia da formação Botucatu é uma questão ainda não totalmente esclarecida, o que também acontece com a maioria dos grandes 'mares' de dunas do mundo.

Os depósitos fluviais, na base da formação, revelam que parte da areia chegou às duas bacias transportada por rios periódicos torrenciais, sobretudo no início do processo. Mas não se deve esquecer que essa formação, e as correlatas, repousam sobre

rochas formadas em grande parte por sedimentos arenosos ainda mais antigos. A maior parte das areias do deserto brasileiro deve ter surgido da erosão dessas rochas. Uma prova dessa 'reciclagem' está nos resíduos de minerais pesados, já que prevalecem os mais estáveis: zircão, rutilo e turmalina. Grãos de turmalina encontrados em São Paulo, por exemplo, foram rolados, depois cresceram nas camadas de rochas e em seguida foram de novo rolados por ventos.

A aparente ausência de evaporitos, ou seja, rochas formadas por resíduos da evaporação de águas carregadas de substâncias químicas (depósitos de sal-gema, por exemplo), também precisa ser mais bem estudada. Eles não existem tanto no deserto Botucatu quanto no equivalente sul-africano, a formação Clarens, mas são frequentes nos grandes desertos quentes modernos. A formação Botucatu apresenta evidências de ter se originado da reciclagem de rochas grandemente arenosas, o que pode explicar por que não houve a salinização das águas do deserto.

Figura 7. Ação do vento no transporte dos grãos de areia e na formação de uma duna típica

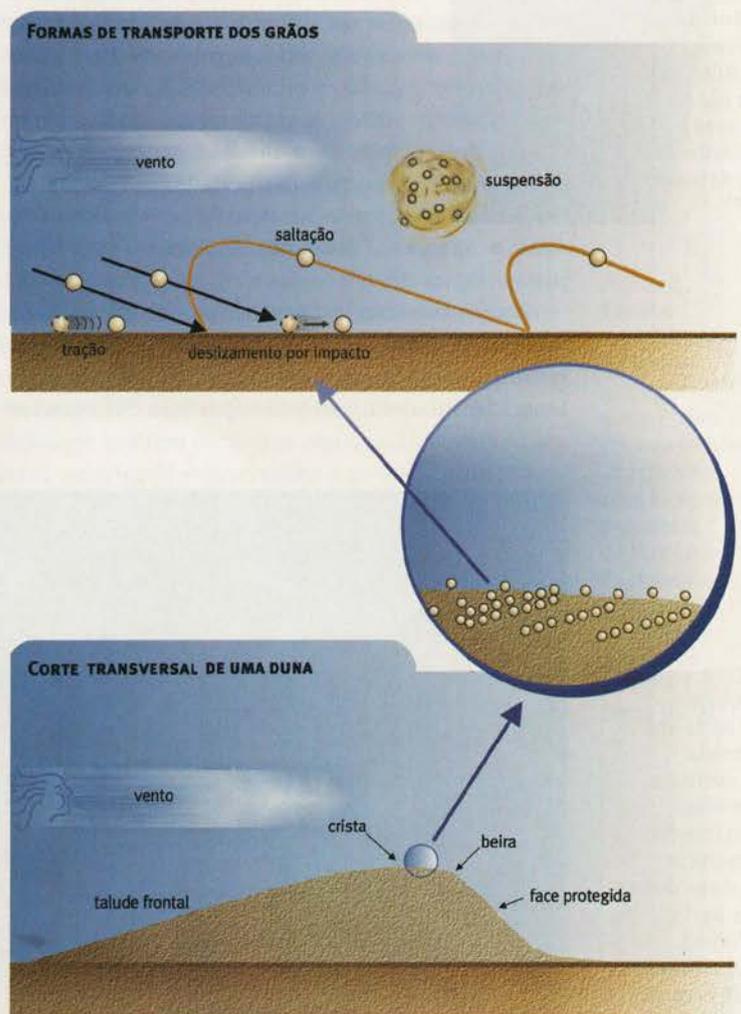


Figura 8. Ao lado pistas delicadas podem ser encontradas na superfície da areia, como estas, de invertebrados, no Saara argelino, a leste do oásis de Béni Abbes



FOTO F.F.M. DE AMÉDIA

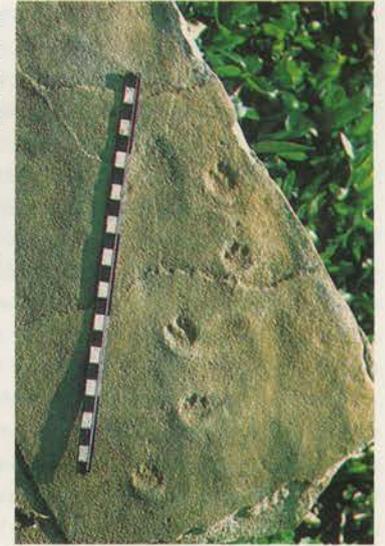


FOTO G.L. LEONARDI

Figura 9. Acima à direita, pista de vertebrado em duna do deserto Botucatu (escalas de centímetros), em placas de arenito encontradas em Araraquara (SP)

Vida entre as dunas

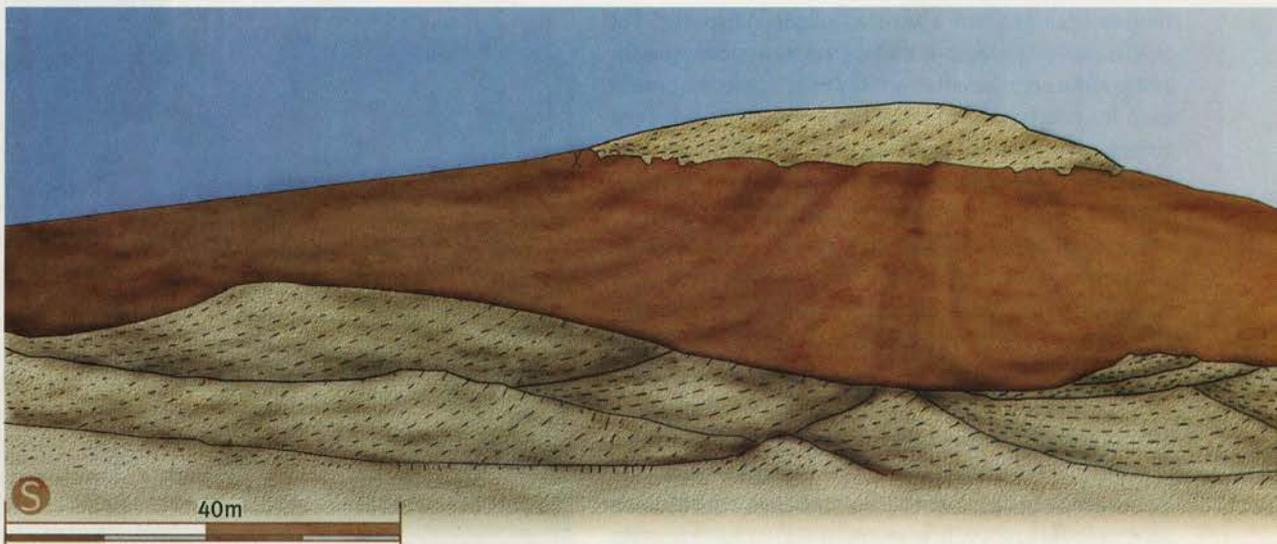
Em todos os desertos quentes atuais existe vida animal e vegetal, adaptada às grandes variações de temperatura (até cerca de 50°C em 24 horas, no Saara), à escassez de alimentos e às chuvas raras e às vezes torrenciais. Sementes germinam e ovos amadurecem durante o período de chuvas. Insetos, aracnídeos e outros invertebrados, assim como vertebrados pequenos e médios, enterram-se na areia ou buscam abrigo em cavidades nos rochedos, e saem ao anoitecer e ao amanhecer em busca de água e alimento, deixando impressas pegadas e pistas (figura 8).

Tipos diversos de gramíneas e outros vegetais podem ser vistos nos vales dos *oueds* e à borda das *gueltas*, ou ainda no sopé de certas dunas onde o lençol freático está perto da superfície. Sobrevivem

mesmo a estiagens prolongadas, pois têm raízes profundas, que se estendem por grandes áreas. Em certas áreas do Saara há répteis, pequenos mamíferos e até peixes capazes de sobreviver vários dias sem água. Assim, não é estranho que existam impressões de animais em materiais que um dia fizeram parte do deserto Botucatu.

Em lajes de pavimentação usadas em algumas cidades paulistas e nas pedreiras de onde foram retiradas, destacando-se as da região de Araraquara, há pegadas de pequenos vertebrados (figura 9). Estudos de 1980 mostraram que pertencem a pelo menos 24 animais, dos quais oito seriam dinossauroídeos, sete teromorfos e nove talvez fossem mamíferoídeos. Também há rastros de invertebrados e restos de crustáceos. No Uruguai, próximo a Taquarembó, foram encontrados fósseis de dois peixes e moluscos gastrópodes, em áreas onde existiu água.

Figura 10. Esquema de corte em ferrovia na serra de Botucatu, mostrando a estrutura de duas dunas (na parte inferior), não alteradas pela lava que as cobriu



Lavas cobrem a areia

As bacias do Paraná e Chaco-Paraná já estavam cobertas por dunas e alguns sedimentos de erosão pela água quando ocorreu o fenômeno vulcânico que 'inundou' o grande deserto – prenúncio das fraturas que dividiram o megacontinente Gondwana, separando a América do Sul da África. No intervalo entre 133 e 120 milhões de anos atrás, milhares de fendas abriram-se na crosta terrestre, nas duas bacias e em suas proximidades, e através delas derramaram-se lavas em geral basálticas. Algumas das fendas encheram-se de lava, formando diques rochosos hoje expostos, às vezes com profundidade desconhecida.

O grande deserto foi coberto não por vulcanismo explosivo, mas por vulcanismo de inundação: uma sucessão de lençóis de lava de diferentes espessuras. Ao sair das fendas, aquecidas a cerca de 1.200°C, as lavas, muito fluidas, espalhavam-se sobre as dunas preservando suas formas (figura 10). A maiores distâncias, já em parte endurecidas, as lavas alteravam a paisagem.

São muito raros na formação Serra Geral os depósitos ricos em sílica, comuns quando há vulcanismo explosivo – as lavas muito fluidas, como as dessa formação, são pobres em sílica. Apenas lavas mais novas, do sul do Brasil e do Uruguai, são de um tipo mais rico em sílica. No entanto, alguns blocos de lava e pequenos fragmentos desse material (chamados de *lapilli*) foram encontrados associados às antigas dunas, talvez lançados por explosões ocorridas no interior das lavas (figura 11).

Na parte central da bacia do Paraná, onde os derrames são mais espessos, a pilha vulcânica atinge 1,7 km de espessura. A área que ocupam hoje é de cerca de 1,2 milhão de km², mas originalmente sua

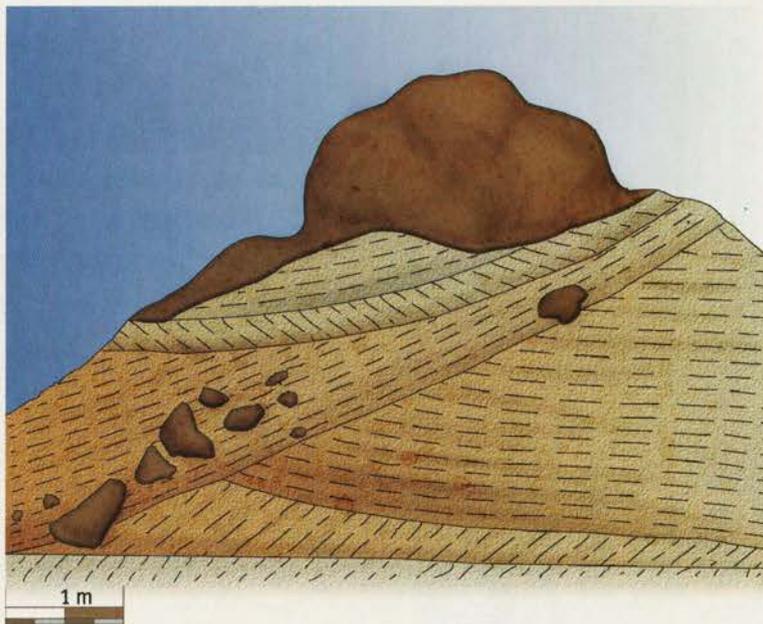


Figura 11. Esquema de corte em ferrovia na serra de Botucatu, mostrando fragmentos de lava vesicular (abaixo, à esquerda) intercalados no arenito das dunas

extensão era bem maior, a julgar pela presença de diques nos entornos da bacia.

Acredita-se que os derrames vulcânicos não ocorreram ao mesmo tempo em toda a bacia e regiões próximas, mas com o tempo as lavas cobriram tanto as dunas quanto as áreas de fornecimento de areia. Por isso as intercalações de areia entre as lavas são raras na parte superior da pilha vulcânica, onde aparecem com maior frequência sedimentos trazidos pela água da chuva ao correr para pequenas bacias formadas entre os derrames. Essas camadas, com centímetros a poucos metros de espessura, compõem-se de areia, silte e argila, têm estratificação plano-paralela e podem incluir fragmentos de basalto, mostrando que a água corria sobre as lavas.

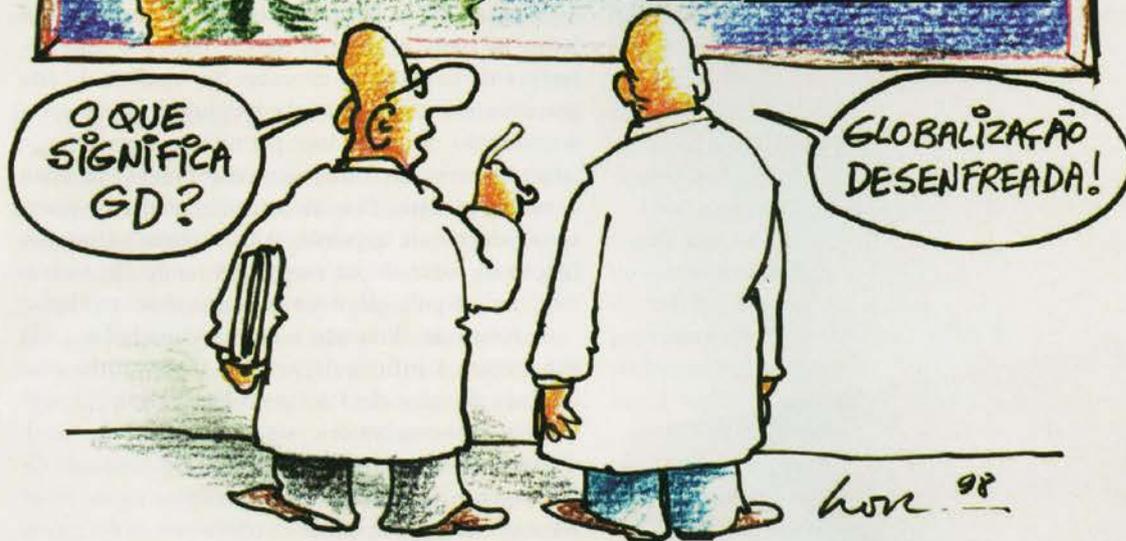
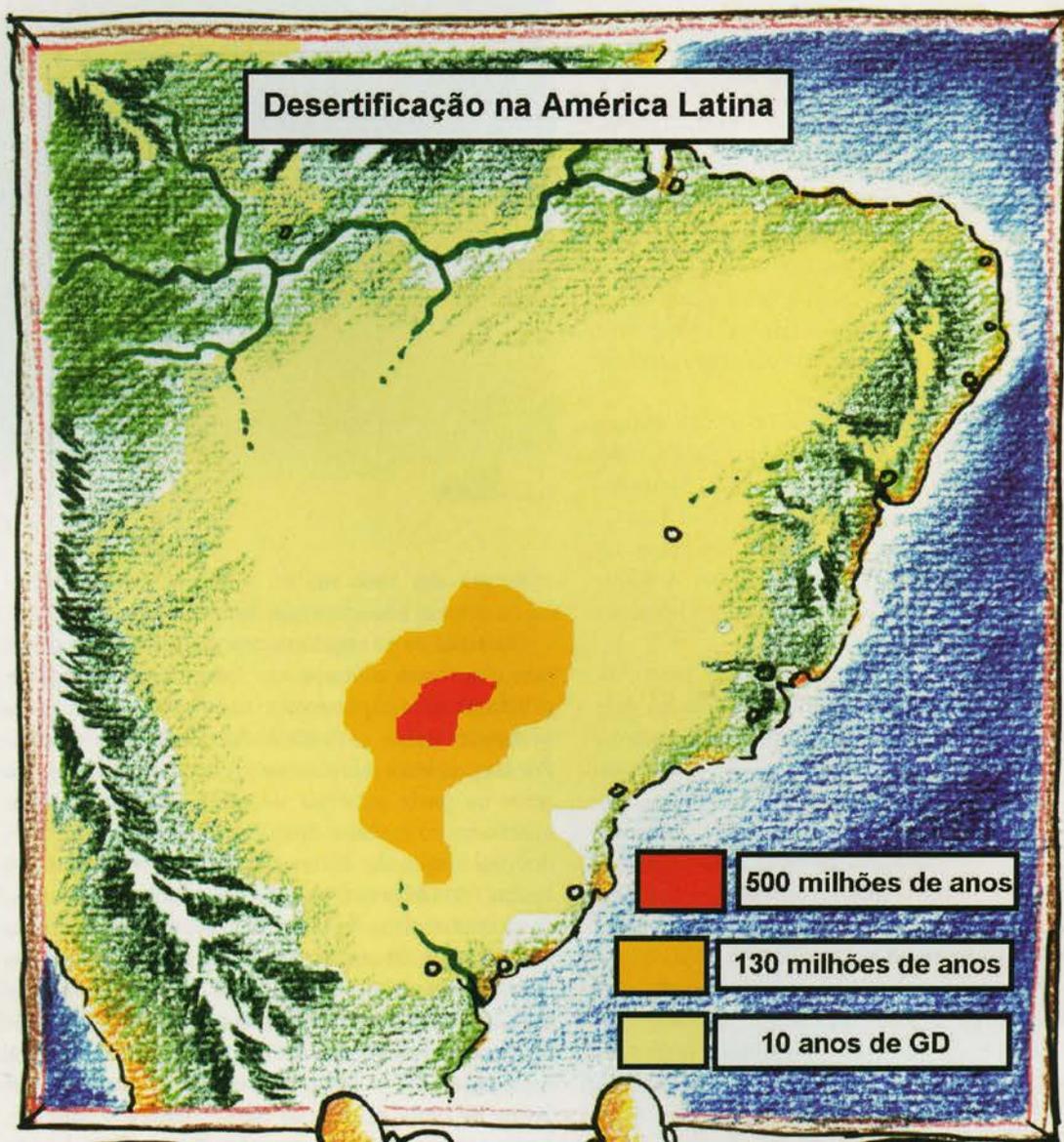
O paleodeserto Botucatu, portanto, deu lugar a uma paisagem rochosa, de planícies e planaltos de lavas. Escondidas em sua maior parte sob essa cobertura de basaltos, as camadas de arenitos, de alta porosidade e condutividade hidráulica, facilitam a acumulação de água. Isso permitiu a formação de uma das maiores reservas subterrâneas de água doce do planeta. Discutir o uso sustentável dessa água é de grande importância para vários países, em função da extensão do reservatório e de sua vulnerabilidade à poluição e à exploração descontrolada.

A formação Botucatu e outras vinculadas a ela constituem a principal parte do reservatório subterrâneo de água das bacias do Paraná e do Chaco-Paraná. Esse reservatório, um dos maiores do mundo, com cerca de 1,2 milhão de km², foi batizado recentemente de aquífero Guarani. Essas águas estão situadas nos países que hoje compõem o bloco econômico do Mercosul, e seu aproveitamento exigirá acordos internacionais, além de mais estudos regionais e locais.

Sugestões para leitura

- ALMEIDA, F.F.M. 'Botucatu, um deserto triássico da América do Sul', *Notas Preliminares e Estudos*, nº 86, Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro, 1954.
- CARNEIRO, C.D.R. & ALMEIDA, F.F.M. 'O sertão já virou mar', *Ciência Hoje*, v. 21, nº 122, setembro de 1996.







João Paulo Ribeiro Capobianco

Programa de pós-graduação em Agricultura e Meio Ambiente e Instituto Socioambiental, Universidade de Campinas

Um tiro na Lei de crimes ambientais

Depois de tramitar nas diferentes instâncias dos poderes Executivo e Legislativo durante sete anos, a Lei de crimes ambientais foi finalmente sancionada em fevereiro, passando a vigorar a partir de 1º de abril deste ano. Resultado de longo processo de discussões, a Lei 9.605/98 foi concebida para dar à sociedade brasileira instrumentos eficazes que garantissem o cumprimento das normas de proteção ambiental já definidas em leis anteriores. Mas a alegria da conquista durou pouco. Em agosto último, a medida provisória 1.710 suspendeu a efetividade da lei por um período que pode chegar até 10 anos. Com a medida, a Presidência da República legalizou a impunidade na área, premiando os degradadores reincidentes e eximindo os funcionários dos órgãos ambientais de cumprirem com suas obrigações constitucionais em defesa da saúde pública e da preservação do patrimônio ambiental.

A evolução do processo de tramitação da Lei 9.605/98, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, mais conhecida como Lei de crimes ambientais, encerra um dos capítulos mais polêmicos da história do ambientalismo no país. De iniciativa do Poder Executivo, o projeto de lei foi encaminhado ao Congresso em 1991, tendo sido aprovado pela Câmara dos Deputados em 1995 e pelo Senado em 1997. Devido a aprimoramentos feitos no Senado, o projeto retornou à Câmara para votação final em janeiro deste ano. Sua sanção pelo presidente da República ocorreu no dia 12 de fevereiro, pas-

sando a vigorar a partir de 1º de abril.

Resultado de longo processo de discussões, a Lei 9.605/98 foi concebida para dotar a sociedade brasileira de instrumentos eficazes que garantissem o cumprimento das normas de proteção ambiental já definidas em inúmeras leis anteriores, em especial na Lei 6.938, de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente. Portanto, não trouxe grandes novidades quanto às exigências de novos processos produtivos. Sua grande contribuição foi estabelecer severas sanções administrativas, civis e penais para a punição de pessoas físicas e jurídicas responsáveis por práticas lesivas ao meio am-

biente, permitindo o combate à impunidade, que torna mais 'econômico' degradar do que conservar. Em relação a seus objetivos, a lei pode ser comparada ao novo Código Nacional de Trânsito: punição exemplar dos infratores como forma de desestimular a desobediência crônica à legislação vigente.

A Lei 9.605/98 representou um avanço enorme, apesar das inúmeras perdas resultantes de um absurdo acordo entre o governo federal, a Confederação Nacional da Agricultura (CNA), a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e as bancadas ruralista e evangélica, que viabilizou a retirada de muitos dispositivos importantes pelos depu-

tados durante a última votação no plenário da Câmara e pelo Presidente, através de vários vetos no ato da sanção.

A nova lei estabeleceu ou ratificou diversas punições administrativas rigorosas, como destruição, suspensão de venda e fabricação de produtos ilegais, além do embargo de obras e atividades ambientalmente irregulares. Previu, também, a perda ou restrição de incentivos fiscais e a suspensão da participação em linhas de financiamentos oficiais e contratação com a administração pública, por parte de pessoas físicas ou jurídicas degradadoras do ambiente. No caso de autuações, fixou novos e significativos valores, que variam de R\$ 50 a R\$ 50 milhões, e forneceu o suporte legal à cobrança dessas multas que, até então, vinham sendo sistematicamente anuladas através de recursos judiciais.

Além das sanções administrativas, inúmeros atos antes considerados simples contravenção passaram a ser tratados como crimes, com penas de reclusão variando segundo a gravidade do caso e da amplitude do impacto ambiental provocado sobre populações humanas. Nesse campo, a lei foi além das questões relativas à fauna e flora para incluir os crimes de poluição, os crimes contra o ordenamento ur-

bano e o patrimônio cultural e os crimes contra a administração ambiental.

Finalmente, a lei inovou ao prever a possibilidade da substituição de penas de prisão por penas alternativas de prestação de serviços à comunidade. Para as pessoas físicas, isso permite a reparação do erro através do desempenho de tarefas gratuitas junto a parques e jardins públicos e unidades de conservação ambiental. Quanto às empresas, o erro passa a ser corrigido através do custeio de programas ambientais, execução de obras de recuperação de áreas degradadas e contribuições a entidades ambientais públicas.

Seria impossível abordar com a profundidade necessária, no espaço disponível deste artigo, todos os avanços trazidos pela Lei de crimes ambientais. Por isso, quero destacar aqui a previsão dos crimes contra a administração ambiental, que considero um dos tópicos mais importantes da lei e explica, a meu ver, os desdobramentos recentes que culminaram na edição da Medida Provisória (MP) 1.710, de 7 de agosto deste ano.

É sabido por todos que militam na área ambiental que o poder público é um parceiro inseparável das pessoas físicas e jurídicas responsáveis pela degradação do ambiente em nosso país.

Seja por ação ou omissão, os órgãos ambientais contribuem diretamente com os atos lesivos e dificultam a punição de seus responsáveis.

Até a promulgação da Lei 9.605/98, tais órgãos alegavam a falta de amparo legal para uma ação punitiva como justificativa para sua inoperância. Esse argumento, entretanto, caiu por terra com a nova Lei que, mais do que dar o suporte reclamado, permitiu que funcionários públicos responsáveis por atividades de controle ambiental que não observassem as normas legais pudessem ser processados judicialmente como co-responsáveis pela degradação. Dessa forma, fixaram-se os instrumentos fundamentais para o cumprimento da legislação: punição dos degradadores e de seus possíveis cúmplices. Uma fórmula imbatível para reverter o quadro de impunidade a que me referi inicialmente.

Essa vitória, no entanto, não teve vida longa. Subestimou-se a força da indesejável 'parceria' entre licenciadores e licenciados e entre fiscalizadores e fiscalizados. Organizados e dando provas de seu poder, obtiveram a surpreendente edição da MP 1.710, que suspendeu a efetividade da Lei de crimes ambientais por um período que pode alcançar 10 anos.

Utilizando como justificativa a informação de que haveria centenas de empresas irregulares, prestes a serem fechadas, a Presidência da República acabou por conceder aos degradadores a possibilidade de verem suspensas todas as sanções administrativas a que estariam sujeitos a partir do simples ato de protocolar, junto aos órgãos de meio ambiente, uma solicitação de termo de compromisso de ajuste de conduta.

Os argumentos usados na

A lei inovou ao prever a possibilidade da substituição de penas de prisão por penas alternativas de prestação de serviços à comunidade

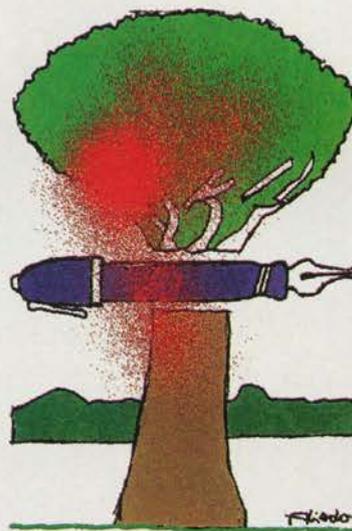


defesa da MP, centrados na suposta inexistência de previsão de um período de transição para que as empresas pudessem se adaptar à nova legislação, são absolutamente equivocados. Primeiro porque já havia previsão legal para a assinatura de termos de ajuste de conduta. E segundo porque, como já foi dito, a nova lei não estabeleceu exigências que pudessem surpreender qualquer empreendimento. Ao contrário, as empresas irregulares e, portanto, passíveis de punição, já estavam nessa situação muito antes da edição da nova lei.

Mas, mesmo que se aceitassem tais justificativas, a forma como a MP foi elaborada, em sigilo absoluto, sem nenhuma consulta aos setores interessados da sociedade, permitiu que fosse editada sem fixar os critérios para a definição de prazos ou limitações para a assinatura de

termos de compromisso. Da forma como está redigida, possibilita que qualquer empreendedor se beneficie, independentemente de sua conduta anterior, da situação do empreendimento, da gravidade da degradação praticada ou dos riscos de comprometimento da saúde pública que possa estar provocando.

Se manter sua decisão de legalizar a impunidade na área ambiental, a Presidência da República estará cometendo um dos atos mais irresponsáveis de que se tem notícia na história da luta pela melhoria da qualidade de vida da população brasileira. O governo baixou, de uma só vez, uma MP que é a verdadeira 'lei de Gerson': premia os degradadores reincidentes que sempre atuaram no sentido de levar vantagem sobre os empreendedores sérios e honestos que vinham se esforçando, e pagando caro, para



Se manter sua decisão de legalizar a impunidade na área ambiental, a Presidência da República estará cometendo um dos atos mais irresponsáveis de que se tem notícia

adaptar suas atividades às normas de conservação do meio ambiente. Além disso, eximiu os funcionários dos órgãos ambientais de cumprirem com suas obrigações constitucionais em defesa da saúde pública e da preservação do patrimônio ambiental. ■



A SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem cor política e religiosa, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país.

Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação: a revista Ciência e Cultura (1948-) e a revista Ciência Hoje (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o Jornal da Ciência Hoje (1986-) e a revista Ciência Hoje das Crianças (1986).

Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber o Jornal da Ciência Hoje e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

Sede Nacional: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, Tel.: (011) 259-2766, fax: (011) 606-1002

Regionais: AC - Caixa Postal 36, Cep: 69908-970, Rio Branco - AC. Tel.: (068) 228-3051 (Karla Kristina Oliveira Martins). MA - Campus Universitário Bacanga/UFMA, Área de Convivência, Bl. 1 - Sl., Prédio do CEB (velho). Cep: 65080-040, São Luís-MA. Tel.: (098) 217-8183. Fax: 217-8702 (Maria Marlúcia Ferreira Correia). RO - Rua Pe. Agostinho, casa 13 Qd. 20, Conj. Santo Antônio - C.P. 460. Cep: 78904-420, Porto Velho-RO. UFRO - Depto. de Educação Física, Campus Universitário - BR 364, Km 9,5. Tel.: (069) 221-9408. Fax: (069) 216-8506 A/C Carmem (Célio José Borges). AM - Depto. Ciências Pesqueiras/Faculdades de Ciências Agrárias/Universidade do Amazonas. Cep: 69077-000, Manaus-AM (Vandick da Silva Batista). BA - Faculdade de Medicina/UFBA, Rua João Botas, s/n. Cep: 40110-160, Salvador-BA (Edgar Marcelino de Carvalho Filho). CE - Rua D. Jerônimo, 339/503/Otávio Bonfim. Cep: 60011-170, Fortaleza-CE (Ronaldo de Albuquerque Ribeiro). PB - Rua Nilda de Queiróz Neves, 130, Bela Vista. Cep: 58108-670, Campina Grande-PB. Rua Cardoso Vieira, 234. Cep: 58108-050, Campina Grande-PB. Tel: (083) 321-1877. Fax: (083) 321-5406 (Elizabeth Cristina de Araújo). SE - Av. Francisco Moreira, 650/103/Edifício Port Spain. Cep: 49020-120, Aracaju-SE. UFSE/Campus Universitário/Jardim Rosa Elze. Cep: 49000-000, Aracaju-SE. Tel.: (079) 241-2848, r. 335. Fax: 241-3995 (Antonio Ponciano Bezerra). DF - SQN 107, Bl. H - ap. 503, Asa Norte. Cep: 70743-080, Brasília-DF. Tel.: (061) 272-1663/274-0570 (Carlos Block Jr.).

MG - R. Senhora das Graças, 188, Cruzeiro. Cep: 30310-130, Belo Horizonte-MG. Fundação Ezequiel Dias/Síntese Fármacos. R. Cde. Pereira Carneiro, 80. Cep: 30510-010, Belo Horizonte-MG. Tel.: (031)371-2077, r. 280. Fax: (031)3322534. (Maria Mercedes V. Guerra Amaral). GO - Praça Universitária, 1.166 - 3º andar, Setor Universitário. Cep: 74001-970, Goiânia-GO. Centro de Estudos Regionais da Universidade Federal de Goiás, C.P. 131. Goiânia-GO. Tel./Fax: (062) 202-1035. mails@pequi.ufg.br (Marco Antonio Sperb Leite). MT - Rua Antonio Maria, 444/Centro. Cep: 78020-820, Cuiabá-MT. Av. Fernando Corrêa da Costa/UFMT, CCBS II/Herbário Central, Cuiabá-MT. Tels.: (065) 315-8268/8351. Fax: (065) 361-1119 (Miramy Macedo). ES - Depto. Ciências Fisiológicas, Rua Marechal Campos, 1.468. Cep: 29040-090, Vitória-ES (Luiz Carlos Schenberg). RJ - CBPF - LAFEX, Rua Xavier Sigaud, 150. Cep: 22290-180, Rio de Janeiro-RJ. Tel: (021) 542-3837/295-4846. Fax: (021) 5412047/5412342. shellard@lafex.cbpf.br (Ronald Cintra Shellard). SP (subárea I) - Rua Arthur Azevedo, 761/124, Pinheiros. Cep: 05404-011, São Paulo-SP. USP/Depto. de Biologia/Instituto de Biociências C.P. 11461. Cep: 05499-970, São Paulo-SP. Tel.: (011) 818-7579/818-7683 (Luís Carlos Gomes Simões). SP (subárea II) - Depto. Ciência Tecno. Agro-industrial/ESALQ. Av. Pádua Dias, 11.C. Postal 9. Cep: 13418-900, Piracicaba-SP. Tel.: (0194) 29-4150/29-4196/29-43213. Fax: (0194) 22-5925 (Luís Gonzaga do Prado Filho). Botucatu (seccional) - Depto. de Genética/Universidade Est. de São Paulo. Cep: 18618-000, Botucatu-SP. Tels: (014) 821-2121, r. 229/822-0461 (Dêrtia Villalba Freire-Maia). SP (subárea III) - Depto. de Tecnologia/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária/Unesp. Depto. de Tecnologia Rod. Carlos Tonani, Km 05. Cep: 14870-000, Jaboticabal-SP (Márcia Rossini Mutton). MS - DCT/CCET/UFMS/Cidade Universitária. Cep: 79009-900, Campo Grande-MS (Almir Joaquim de Souza). PR - Depto. de Genética/Setor Ciências Biológicas. Caixa Postal 19071. Cep: 81531-990, Curitiba - PR. Tel.: (041) 366-3144, r. 232. Fax: (041) 266-2942. (Euclides Fontoura da Silva Jr.). Maringá (seccional) - Depto. de Biologia Celular e Genética/UEMaringá. Av. Colombo, 3.690. Cep: 87020-900, Maringá-PR. Tel.: (044) 262-2727, r. 342. Fax: (044) 222-2654. (Paulo César de Freitas Mathias). RS - Hospital das Clínicas Porto Alegre/Unidade Genética Médica. Rua Ramiro Barcelos, 2.350. Cep: 90035-003, Porto Alegre-RS. Tels.: (051) 332-6131/332-6699, r. 2310. Fax: (051) 3329661/3328324. giugliano@dpx1.hopa.ufrgs.br (Roberto Giugliani). Santa Maria (seccional) - Rua dos Andradas, 1.123/ap. 404, Centro. Cep: 97010-031, Santa Maria-RS (Ruy Jornada Krebs). Pelotas (seccional) - Av. General Barreto Viana, 611. Cep: 91330-630, Porto Alegre-RS (Fernando Irajá Félix Carvalho). Rio Grande (seccional) - FURG/DECLA/Campus Carreiros. Cep: 96500-900, Rio Grande-RS. decsrio@super.furg.br (0532) 301400, r. 131. Fax: (0532) 301194 (Sírilo Lopez Velasco). SC - Depto. de Fitotécnica/CCA/UFSC. Caixa Postal 476. Cep: 88040-970, Florianópolis-SC. Tel.: (048) 234-2266/231-9357. Fax: (048) 234-2014 (Miguel Pedro Guerra).

Vista global da Serra do Brigadeiro (MG)



ECOLOGIA Reserva mineira abriga várias espécies endêmicas e em extinção

Serra do Brigadeiro, santuário ecológico

O Parque Estadual da Serra do Brigadeiro é um dos últimos redutos da Mata Atlântica em Minas Gerais e, talvez, o mais importante. Em recente reunião de pesquisadores que avaliou o estado atual da biodiversidade em Minas (ver 'Minas define prioridades de conser-

vação'), o parque foi considerado uma 'zona azul', isto é, sua preservação deve ter prioridade máxima. A importância da Serra do Brigadeiro se explica pela riqueza de sua fauna e flora: ocorrem ali diversas espécies endêmicas (que existem apenas naquela região) e ameaçadas de extinção.

A Serra do Brigadeiro ergue-se na Zona da Mata mineira, no sudeste do estado, a 330 km de Belo Horizonte. O parque cobre uma área de 13.210 ha, definida por lei de 1995. Toda essa superfície ultrapassa os 1.000 m de altitude. Seu ponto culminante, o Pico do Soares, atinge 1.980 m.

"A Serra do Brigadeiro é um dos poucos fragmentos contínuos da Mata Atlântica em Mi-

O miqui ou monocarvoeiro é a principal das várias espécies ameaçadas de extinção que ocorrem no Parque

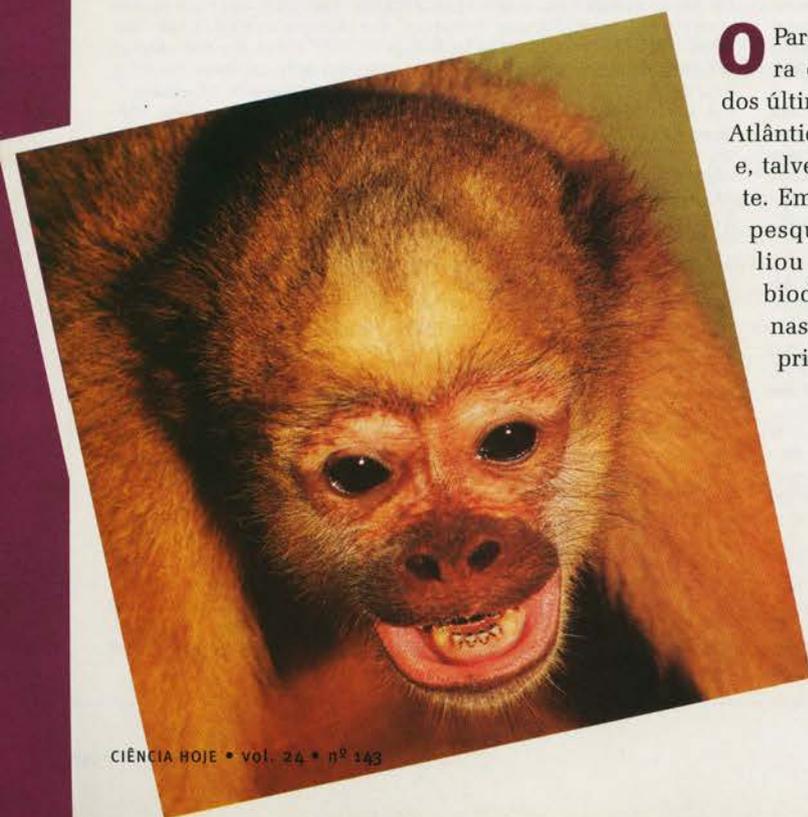
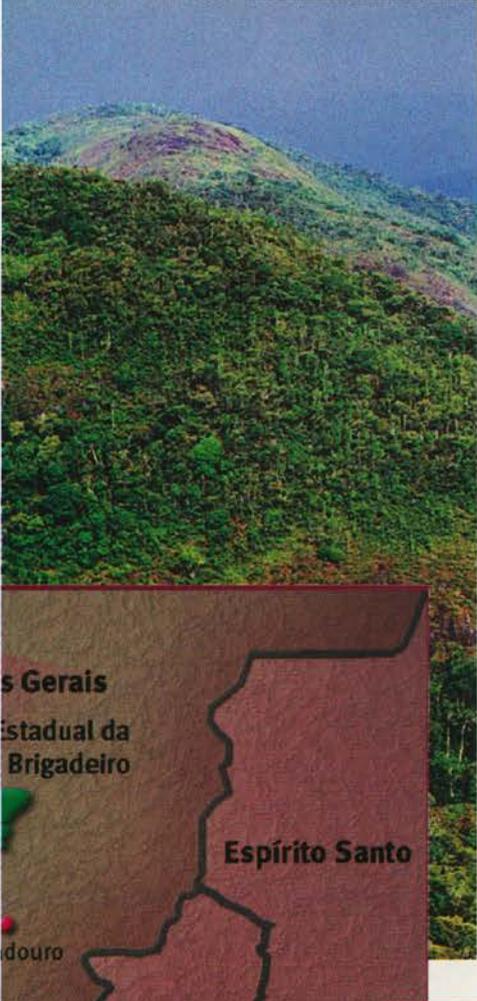


FOTO: CAIUS MEYER/AGÊNCIA TIARA



nas”, garante o biólogo Braz Cosenza, da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), que pesquisa a fauna do parque e luta por sua proteção há 12 anos. Ele estima que 40% de sua área sejam de vegetação primitiva.

Esse índice, que pode ser considerado alto, se explica pela densidade da cobertura florestal da serra e por suas características topográficas: relevo acidentado e ocorrência de grotões e vales abruptos. A dificuldade de acesso à região teria mantido o parque ao abrigo da devastação humana. Contribuiu também para isso o clima da serra – tropical de altitude –, que, úmido durante todo o ano, previne queimadas. O clima é responsável pela neblina recorrente que cobre a área e pelas temperaturas inferiores a 0°C verificadas durante o inverno.

FOTO: BRAZ COSENZA

A impenetrabilidade da mata pode justificar que ocorram ali animais já extintos em outras regiões. O principal deles é o muriqui ou monocarvoeiro (*Brachyteles arachnoides*), o maior primata das Américas e um dos símbolos da luta pela conservação da biodiversidade na Mata Atlântica. Dois diferentes grupos de muriquis já foram identificados no parque. Cosenza estima que o parque abrigue cerca de 35 indivíduos. No passado, esse número pode ter chegado à casa das centenas. Ainda assim, Cosenza acredita que se trata de uma das maiores populações emergentes desse primata em Minas Gerais.

A ocorrência de monocarvoeiros na Serra do Brigadeiro foi constatada em 1987 e, desde então, os esforços dos pesquisadores têm se voltado para a sua

Minas define prioridades de conservação

Minas Gerais é o primeiro estado brasileiro a definir áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade. Uma iniciativa semelhante já havia sido tomada no Nordeste e na Amazônia, mas nunca em nível estadual. O mapeamento foi feito durante um *workshop* realizado em Belo Horizonte em julho pela Fundação Biodiversitas, a Conservation International, o Instituto Estadual de Florestas (IEF) e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Nesse encontro, 120 pesquisadores (biólogos, geólogos e sociólogos, entre outros especialistas) cruzaram informações sobre todas as regiões de Minas e definiram, em função de um levantamento de espécies, aquelas em que se devem concentrar esforços (e recursos) visando à sua conservação. As decisões tomadas serão publicadas em um atlas ainda este ano.

O principal critério adotado para a definição das áreas prioritárias para a conservação foi a riqueza de espécies endêmicas, raras, ameaçadas ou migratórias. A maior preocupação é conservar a biodiversidade do estado, importante diante da ocorrência de vários tipos de relevo e vegetação (floresta tropical, cerrado, caatinga e campos de altitude).

Entre as decisões tomadas no *workshop*, está a

determinação dos núcleos estaduais mais representativos do que resta da Mata Atlântica. Em Minas, ela ocupa hoje cerca de 3% da área que cobria em 1500, o que constitui “um panorama horroroso e fragmentado” para o biólogo Braz Cosenza. No estado, ocorrem 60% de todas as espécies verificadas na Mata Atlântica. Além do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, alguns dos principais redutos da Mata Atlântica em Minas são a região da Serra da Mantiqueira, o Parque Estadual do Rio Doce, o Parque Nacional do Caparaó e a Área de Proteção Ambiental da região sul de Belo Horizonte.

O *workshop* decidiu ainda sugerir que o maciço do Espinhaço, no centro-norte do estado, se torne uma reserva da biosfera da Unesco, e enviar moção de repúdio à decisão do governo federal de realizar a transposição do Rio São Francisco.

As decisões tomadas durante o *workshop* deverão orientar as futuras políticas ambientais no estado. Segundo o secretário de Meio Ambiente de Minas Gerais, José Carlos de Carvalho, “a definição das áreas prioritárias permitirá uma reorientação das estratégias estaduais de controle e fiscalização dessas áreas”. Ele anunciou a criação de novas áreas de proteção, como os parques da Serra do Papagaio, de Biribiri e da Serra Negra.

Abrigando a nascente de 98 córregos, ribeirões e rios, a Serra do Brigadeiro é uma verdadeira 'caixa-d'água' para a Zona da Mata mineira



Grupo de *Alouatta fusca clamitans* (barbado) na área central do Parque do Brigadeiro

preservação. No entanto, outras espécies não tiveram a mesma sorte: "As antas e onças-pintadas, por exemplo, se extinguíram do parque por volta de 1950", conta Cosenza. Além dos monos, o barbado, o sauá, o caititu, o veado-mateiro, o tucano-de-peito-amarelo, o gavião-pega-macaco e certas espécies de beija-flor são alguns dos animais raros ou ameaçados de extinção existentes no parque.

A descoberta de monocarvoeiros na Serra do Brigadeiro resulta da tentativa de se fazer um levantamento das espécies

da região. Esse é o principal dos vários projetos de pesquisa desenvolvidos no parque graças à parceria firmada entre organizações federais, estaduais e não-governamentais. O inventário está sendo realizado a partir de observação direta na mata, além da análise de fotos, pegadas, osadas e entrevistas com moradores da região.

Já foram catalogadas até agora 52 espécies de mamíferos, entre quatis, tatus, pacas, cutias, preguiças e outros. As aves são mais numerosas: já foram identificadas 260 espécies, como papa-

gaios, tucanos, corujas, pica-paus etc. Quanto aos anfíbios, 22 espécies foram detectadas em uma área de 1.000 ha. A surpresa ficou por conta da descoberta de uma nova espécie, ainda sem nome, do gênero *Physalaemus*, feita pelo biólogo Renato Neves. O levantamento continua sendo feito, mas como ressalta o biólogo Rômulo Ribon, encarregado de catalogar as espécies de aves, "o inventário nunca termina".

Ao contrário da fauna, bastante dizimada nas últimas décadas, a flora da Serra do Brigadeiro manteve-se relativamente intacta e é muito rica. Ela é formada por dois diferentes tipos de vegetação: floresta atlântica de altitude e campos montanos. Essa variedade compõe uma bela paisagem de contraste entre plantas de pouca altura e árvores exuberantes. Nas zonas de floresta de encosta, as principais árvores encontradas são o cedro, a canjerana, o jequitibá, o ipê e a peroba, entre outras. Nas regiões de campos de altitude, predom-

mina a vegetação rasteira, com ocorrência de várias espécies de arbustos, bromélias e orquídeas. Algumas delas são endêmicas, como a briófito *Sphnagnum leonii*. No levantamento feito pelo pesquisador Lucio de Souza Leoni, do Herbário Guido Pabst, 380 espécies de plantas de 79 famílias já foram inventariadas. Mas acredita-se que existam várias outras espécies ainda não descritas.

A Serra do Brigadeiro tem também um importante potencial hídrico e é uma verdadeira 'caixa-d'água' para a Zona da Mata mineira. Nasce ali 98 córregos, ribeirão e rios, sendo os principais o rio Casca e o rio Glória. Isso se explica pela localização do parque, na divisa de duas bacias hidrográficas, a do rio Doce e a do Paraíba do Sul. Por causa do relevo acidentado da região, ocorrem ali diversas piscinas naturais e quedas-d'água, como as cachoeiras de São Domingos, de Rafael, da Laje e do Rio Preto.

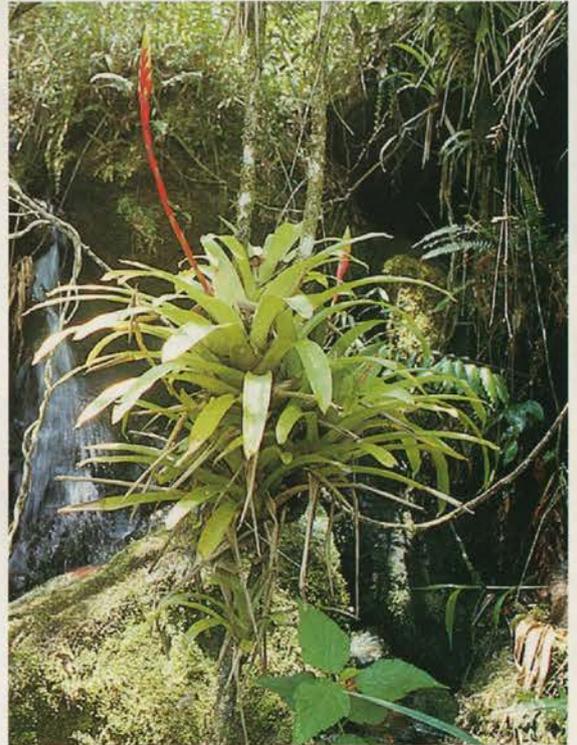
Diante da beleza e do estado de preservação de suas matas, rios e cachoeiras, a Serra do Brigadeiro guarda imenso potencial



Pequenos arbustos, bromélias e orquídeas predominam nos campos de altitude da Serra do Brigadeiro

para o turismo ecológico. No entanto, essa atividade existe apenas em caráter informal, pois o parque não tem infra-estrutura adequada para receber visitantes. As estradas e trilhas, quando existem, são precárias e não há hotéis, pousadas ou áreas de *camping*.

A única casa localizada na área da Serra do Brigadeiro é mantida pelo Centro de Estudos Ecológicos e Educação Ambiental, organização não-governamental dirigida por Braz Cosen-



za. Essa casa funciona como centro de referência e laboratório de apoio para os pesquisadores que trabalham no parque. A fiscalização da região é feita pela polícia florestal e pelo IEF, que mantém um escritório no distrito de Bom Jesus de Madeira, a 11 km do parque. Embora exista oficialmente desde 1988, a área do parque ainda não foi desapropriada e precisa ser adquirida para que sua preservação seja mais efetiva.

Bromélias, como *Vriesia* sp, são comuns nas matas úmidas da Serra do Brigadeiro

Preguiça-de-três-dedos (*Bradypus variegatus*), espécie rara encontrada no Parque

Bernardo Esteves

Especial para *Ciência Hoje/MG*

PALEONTOLOGIA Contrabando ameaça o mais importante sítio fóssilífero do país

Fósseis do Araripe à venda



Fósseis
brasileiros
estão à venda
na Internet

— Formação Exu
— Formação Santana
— FM Missão Velha
— FM Cariri



O Brasil tem um tesouro que talvez poucas pessoas fora do meio científico conheçam: trata-se do sítio fóssilífero da Chapada do Araripe, no Nordeste. Lá encontram-se com facilidade fósseis de peixes, insetos e plantas, além de pterossauros e pegadas de dinossauros. Todos têm idade referente ao período Cretáceo, entre 110 e 65 milhões de anos. Mas esse patrimônio nacional protegido por lei está sendo ameaçado pelo comércio ilegal. Milhares de exemplares saem do país todo ano e caem nas mãos de colecionadores, curadores de museus e cientistas estrangeiros.

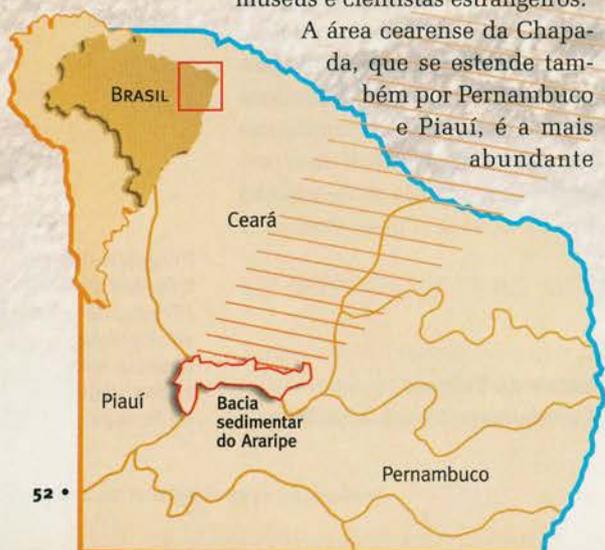
A área cearense da Chapada, que se estende também por Pernambuco e Piauí, é a mais abundante

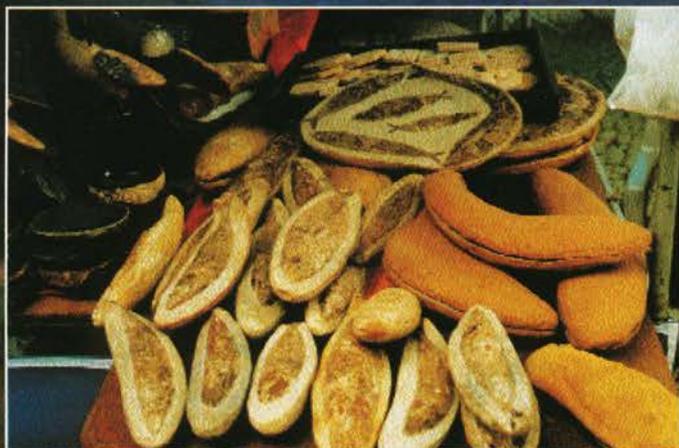
em ossos e outros vestígios de seres do passado. Os fósseis são extraídos por trabalhadores rurais da própria região que durante a época de seca não podem viver da agricultura. Chamados de 'peixeiros', pela enorme quantidade de fósseis de peixes que encontram, vendem os exemplares a preços irrisórios para intermediários que os levam para os grandes centros do Sudeste. "Muitas vezes as peças saem camufladas em caminhões que transportam gesso", afirma José Arthur Ferreira Gomes, técnico do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), órgão responsável pela fiscalização e controle da extração de fósseis em território nacional. No Rio de Janeiro e em São Paulo, boa parte dos exemplares é vendida abertamente em praças, enquanto outra toma o rumo dos Estados Unidos, Japão e Europa.

A oferta de fósseis do Araripe já chegou até a rede mundial de computadores. Qualquer pessoa pode comprar um fóssil de peixe brasileiro de dezenas de milhões

de anos. Basta acessar na Internet o endereço <http://www.ctcnet.net/treasure/vinctifer.htm> e fazer a encomenda. A empresa responsável é a norte-americana *Treasures of the Earth*. Em sua página virtual, ela garante a origem dos 'produtos' vendidos: os fósseis apresentados são quase todos provenientes da Formação de Santana, no município de Santana do Cariri (CE). Pagando US\$ 92 – mais despesas postais – pode-se comprar um *Vinctifer comptoni*, espécie há muito extinta. Quem quiser desembolsar US\$ 800 tem a chance de adquirir um *Cladocyclus*: "tamanhos variando entre 22 e 39 polegadas, dentes bem preservados", escrevem os vendedores.

A agência regional do DNPM, chamada Centro de Pesquisas Paleontológicas da Chapada do Araripe e localizada na cidade de Crato (CE), conta apenas com José Arthur para fiscalizar uma área de 9.000 km². Munido de um Fiat Uno, o fiscal reclama que mal consegue atravessar os terrenos irregulares da Chapada.





Fósseis de peixes com 100 milhões de anos da formação de Santana são vendidos na feira hippie do Rio de Janeiro



Fóssil muito bem preservado de libélula exposto no Museu de Paleontologia de Santana do Cariri

FOTO: FELIPE PAVA

Apreensões são feitas ocasionalmente pela Polícia Federal e pelo Ibama que enviam o material dos contrabandistas para análise e armazenamento no DNPM. Em novembro do ano passado, mais de 3 mil fósseis foram apreendidos em poder de um dos intermediários. Boa parte era composta de nódulos de calcário contendo peixes fossilizados de gêneros como *Vinctifer*, *Cladocycclus*, *Neoproscinetes* e *Brannerion* – justamente os que são oferecidos pela *Treasures of the Earth* aos internautas. Entre as peças havia ainda restos de vegetais e ossos de pterossauros, como descreve relatório enviado por José Arthur.

O que mais atrai os compradores é a qualidade de preservação dos fósseis do Araripe. Uma libélula de 100 milhões de anos exposta no Museu de Paleontologia de Santana do Cariri ilustra bem isso: suas nervuras estão intactas e é possível ver o interior do intestino. Os fósseis da Chapada são cobertos por um fino sedimento carbonático que faz com que os detalhes morfológicos

sejam preservados. Exemplos com tecidos moles ocorrem em abundância, o que é “raríssimo na paleontologia”, como explica Ismar de Souza Carvalho, presidente da Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP).

Exemplares no exterior

São muitos os paleontólogos e museus estrangeiros que se interessam pelos fósseis do Araripe. O Museu Americano de História Natural, em Nova York, por exemplo, detém uma enorme coleção. Há ainda instituições européias e japonesas com belos exemplares igualmente oriundos da chapada nordestina. As peças frequentemente são emprestadas a cientistas de vários países para pesquisa. O geólogo David Martill, da Universidade de Portsmouth, Inglaterra, ao ser contactado por correio eletrônico, revelou estar trabalhando com “cinco incríveis fósseis do Araripe emprestados por um museu de Tóquio”. Em seu país, assim como nos EUA e em alguns estados alemães, o co-

mércio de fósseis é uma atividade legal.

Recentemente, a mídia mundial informou a descoberta de um novo gênero de tartarugamarinha do período Cretáceo. O fóssil foi estudado por Ren Hyraiama, da Universidade de Teikyo Heisei, no Japão. Os ossos da *Santanachelys gaffneyi*, nome escolhido por Hyraiama, são provenientes do Araripe. Em artigo publicado na revista *Nature* (16/4/98), o pesquisador japonês informa a origem do fóssil mas não explica como o exemplar chegou à sua universidade.

Mas algumas vezes os estrangeiros compram gato por lebre. Não são raras as falsificações e adulterações em fósseis brasileiros. Em 1996, Martill descobriu, com a ajuda do computador, várias adulterações em um esqueleto de dinossauro brasileiro. A peça lhe fora emprestada para pesquisa pelo Museu de Ciências Naturais de Stuttgart, Alemanha. O nome dado ao animal refletiu a irritação do paleontólogo inglês: *Irritator challengeri*.

Leis brasileiras são vagas

A Constituição brasileira classifica os depósitos fossilíferos como propriedades da Nação (Decreto-lei nº 4.146, de 1942) e, portanto, impassíveis de comercialização. Entretanto, não estão previstas punições e multas. José Arthur, fiscal do DNPM em Crato (CE), reclama que “nenhum contrabandista ficou preso até hoje: todos pagam fiança e respondem em liberdade. Não há conhecimento da conclusão dos inquéritos”.

Há dois anos tramita no Congresso projeto de lei de autoria do senador Lúcio Alcântara, que prevê prisão de até cinco anos para quem comercializar fósseis e multa não inferior ao benefício econômico previsivelmente esperado pelo infrator. O projeto permite que fósseis encontrados em território nacional sejam estudados por instituições estrangeiras desde que com a participação de cientistas brasileiros, sendo, todavia, retidos os holótipos. O projeto de lei conta com o total apoio da Sociedade Brasileira de Paleontologia.

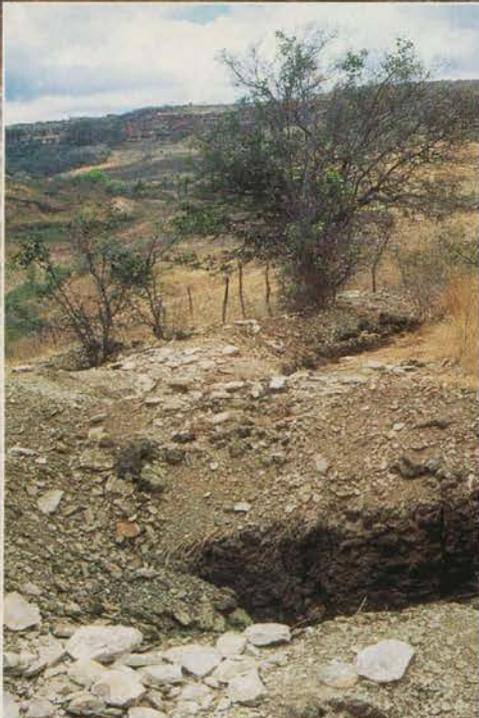


FOTO PAULO BRITO

Ismar Carvalho explica que “o grande número de holótipos no exterior reflete o comércio ilegal a partir dos anos 80 e é resultado da convivência entre pesquisadores brasileiros e cientistas de instituições estrangeiras”.

As soluções

Circulam entre os cientistas as mais diversas idéias e opiniões para solucionar o problema. Alexander Kellner, pesquisador do Museu Nacional (RJ) e um dos principais especialistas em pterossauros, sugere que “a questão seja debatida abertamente pela sociedade”. Paulo Brito, paleontólogo da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, acredita que o primeiro passo seja conscientizar a população local da importância científica do sítio fossilífero do Araripe. Outra medida que fortaleceria a ciência nacional, a seu ver, seria o incentivo a projetos de pesquisa de longo prazo e interdisciplinares.

Quanto à problemática social, Ismar Carvalho analisa: “o que falta é uma política pública decente por parte dos governos federal e estadual que dê condições para que as famílias dos peixeiros vivam somente da agricultura e da extração de calcário para utilização industrial”. O pa-

leontólogo diz ainda que “os habitantes da região poderiam lucrar muito mais se os fósseis ficassem no Nordeste. Bastaria incentivar o turismo ecológico, através da construção de museus locais.” Mas Ismar é enfático com relação à fiscalização: “ela deveria ser draconiana”. Já Martill acha que o Brasil faria melhor se legalizasse o comércio de fósseis: “se isso fosse administrado por uma agência central, o país pelo menos obteria dinheiro através de impostos”.

Há quem acredite na volta dos holótipos que se encontram nos museus estrangeiros. O fiscal José Arthur propõe uma missão diplomática para que o Brasil possa reaver as peças que saíram nos últimos 25 anos. A proposta tem embasamento legal no Decreto nº 73.312 da Unesco, de 31 de maio de 1973, que proíbe a importação e exportação ilícitas de bens culturais, termo em que se enquadram os fósseis.

Um ponto pelo menos é certo: um dia os fósseis do Araripe irão acabar. E enquanto a solução não chega, lucram os contrabandistas. Perde a ciência brasileira.

Fernando Paiva
Ciência Hoje/RJ

Buraco aberto por 'peixeiros' na Chapada do Araripe

Um levantamento constatou que 56,7% dos holótipos (fósseis que servem de modelo para uma nova espécie) de vertebrados encontrados na Chapada estão em instituições estrangeiras; 64,5% desses fósseis foram descritos por estrangeiros e 85,4% não foram coletados pelos paleontólogos que os descreveram. A coleta por amadores gera uma perda de informações estratigráficas que dificulta o estudo paleoecológico da região. “São números preocupantes”, relata a pesquisadora autora do levantamento, Maria Somália Sales Viana, da Universidade Federal de Pernambuco.

QUÍMICA Luz emitida por pirilampos ajuda a detectar micróbios em remédios, alimentos e amostras de hospitais

As 1.001 utilidades dos vaga-lumes

O pisca-pisca dos vaga-lumes desempenha funções vitais para esses pequenos seres, que vão desde a comunicação entre macho e fêmea até a atração de presas para a alimentação. Mas não são apenas os pirilampos que usufruem de sua bioluminescência. Os humanos também vêm tirando proveito disso. Através da luz emitida pelos vaga-lumes, já é possível detectar a presença de microrganismos em medicamentos, alimentos e amostras de hospitais.

Marcelo Paes de Barros, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP), explica que bioluminescência é a emissão de luz visível e perceptível a olho nu. Ela também é classificada como desprendimento de luz 'fria', porque a energia química envolvida nesse processo é quase que unicamente convertida em fótons (emissão de luz), e não em calor.

Barros afirma que a bioluminescência dos vaga-lumes é proporcionada pela reação entre o oxigênio, íons de magnésio, ATP (adenosina trifosfato) – molécula rica em energia presente em qualquer ser vivo –, a luciferase – enzima que catalisa a reação – e o substrato da reação, a luciferina.

“Para verificar a existência de organismos vivos, podemos coletar uma amostra e aplicá-la ao meio de reação



VADIM VIVIANI

Fengodídeo da espécie *Phrixothrix heydeni*, fotografado com sua luz própria

(luciferina + luciferase + íons de magnésio). O único reagente ausente é a ATP, já que o oxigênio está presente no ar. Como todo ser vivo produz ATP, a emissão luminosa denunciará a presença de microrganismos, caso haja algum”, explica Barros. A variação da intensidade da luz ainda permite estimar a quantidade de organismos presentes na amostra.

O pesquisador da USP diz que, em concentrações adequadas dos reagentes (luciferina + luciferase + íons magnésio), o sistema pode detectar até 10 mil moléculas de ATP numa amostra. “Para se ter uma idéia da sensibilidade do método, uma gota-d’água possui $1,67 \times 10^{21}$ moléculas de água”, compara.

Para Barros, a vantagem da reação bioluminescente dos vaga-lumes é seu elevado rendimento quântico. “De cada 100 moléculas de luciferina usadas, 88 serão para a produção de luz”, afirma. Poucos organismos proporcionam um aproveitamento tão alto dos reagentes para a emissão de luz, segundo ele. “O rendimento das bactérias bioluminescentes é de apenas 10%”, exemplifica.

Além da aplicação na indústria de alimentos, medicamentos



Visão dorsal de *Pyrophorus divergens* adulto. Vaga-lume da família dos elaterídeos

SÉRGIO VANINI/MUSEU DE ZOOLOGIA/USP

e higiene hospitalar, o gene que codifica a luciferase dos vaga-lumes também é usado na biologia molecular como gene 'repórter' na transformação de bactérias. "É possível inserir numa bactéria um gene que não é constituinte de seu código genético, através de curtos segmentos circulares de DNA chamados plasmídeos. Dessa forma, a bactéria produzirá uma proteína que normalmente não produz, com as características determinadas pelo novo gene", explica Barros.

O plasmídeo, além de conter esse gene, carrega outro gene de controle para selecionar as bactérias. O gene da luciferase cumpre esse papel, daí a denominação repórter. Assim, quando uma cultura de bactérias é cultivada num meio contendo luciferina, as colônias que brilham são aquelas que incorporaram o plasmídeo com o gene que se quer reproduzir (pois o plasmídeo contém luciferase e a bactéria produz ATP, completando o meio reagente).

Segundo o professor Etelvino Bechara, coordenador do Laboratório de Radicais Livres e Espécies Excitadas em Sistemas Biológicos da USP, através de reatores industriais podem-se cultivar essas bactérias transformadas, gerando grandes quantidades da proteína que se quer obter.

Apesar dos benefícios que os vaga-lumes podem nos proporcionar e da abundância das famílias de elaterídeos e fengodídeos no cerrado brasileiro, na Mata Atlântica e na região amazônica, não há conhecimento de empresa brasileira que elabore kits de luciferase e luciferina para estudos. Os utilizados pela USP são adquiridos no Japão ou nos Estados Unidos.

Danielle Nogueira
Ciência Hoje/RJ

MUSEOLOGIA

UMA 'CASA' PARA O HOMEM AMERICANO

A 530 km de Teresina, capital piauiense, fica São Raimundo Nonato, uma cidade com características bastante comuns aos pequenos municípios nordestinos: faltam esgotos, há lixo pelas ruas, analfabetismo e graves desequilíbrios sociais. Nesse local, onde ainda se luta pelo desenvolvimento urbano básico, foi instalado um verdadeiro monumento à história da ocupação humana em nosso continente: o Museu do Homem Americano, em uma área de 1.100 m², com três salas e um mezanino.

Inaugurado no fim de julho, o museu fica a cerca de 10 km do Parque Nacional da Serra da Capivara, única área de preservação ambiental nacional de caatinga. A proposta é mostrar 500 séculos de cultura, a partir dos resultados de pesquisas

realizadas, ao longo de quase 30 anos, na região do parque de 130 mil hectares. "A exposição tem pinturas rupestres de centenas de sítios arqueológicos do

parque e algumas das peças mais antigas da América", explica a arqueóloga Niede Guidon, uma das diretoras da Fundação do Museu do Homem Americano, responsável pelo museu.

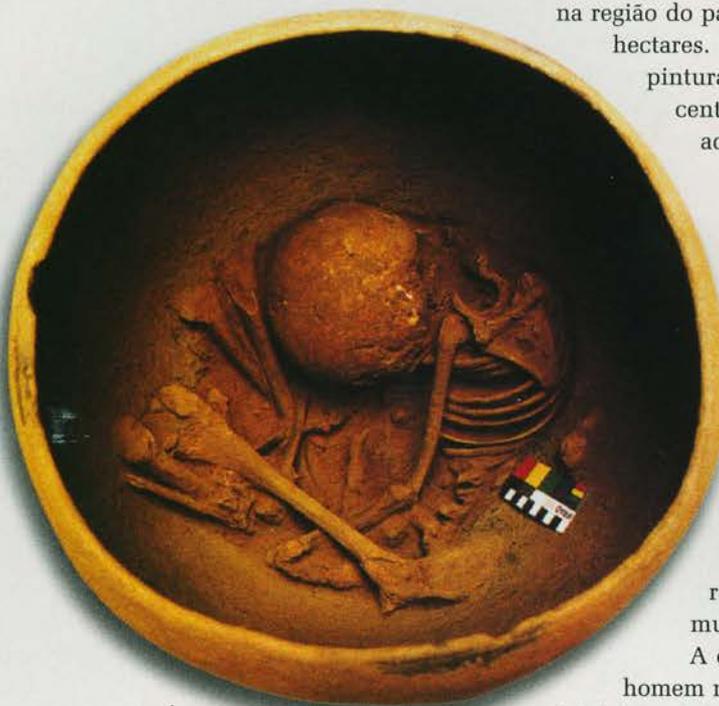
A evolução do homem no mundo é o tema inicial da visita. O salão seguinte

é dedicado aos antigos habitantes do Parque

Nacional da Serra da Capivara. Através de painéis, é mostrada a formação geológica local e a evolução climática da região. No mezanino, estão expostos instrumentos e armas feitos de pedra, a chamada indústria lítica. A morte está em foco no setor seguinte: esqueletos e inúmeras urnas funerárias mais recentes revelam costumes dos que povoaram a região. A última sala é reservada a um registro da fauna, desde o Pleistoceno até os dias atuais.

A organização e coleta do acervo foi feita pela Fundação Museu do Homem Americano, projeto multidisciplinar realizado no parque nas áreas de arqueologia, antropologia, botânica, ecologia, geomorfologia, paleontologia e parasitologia. "Trabalhamos também com programas de desenvolvimento econômico sustentável para a população que habita o entorno do parque, além de cursos de alfabetização", conta Niede.

MUSEU DO HOMEM AMERICANO



Urna funerária com corpo de criança, com datação de 230 anos

CONTROLE BIOLÓGICO

BANANEIRAS RESISTENTES À SIGATOGA NEGRA

Uma variedade de bananeira resistente ao fungo sigatoga negra (*Mycosphaerella musicola*), praga que vem atacando as plantações com mais força que a já conhecida sigatoga amarela, foi desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Criada a partir do cruzamento das bananeiras pácovan e calcutá, a planta – chamada PV0344 – será avaliada neste mês em alguns municípios do Amazonas e em breve estará sendo comercializada. O principal público-alvo são os pequenos

produtores que não têm dinheiro para pulverizar constantemente suas plantações e sofrem cada vez mais com o avanço da praga. “A doença deve ter chegado ao Brasil, provavelmente, através da fronteira colombiana ou peruana”, diz Sebastião de Oliveira e Silva, um dos pesquisadores responsáveis pelo desenvolvimento da nova variedade, da Embrapa-fruticultura, em Cruz das Almas (BA).

GENÉTICA

ABELHAS INOFENSIVAS

O ferrão pode não mais ser o principal instrumento de ataque das abelhas. Pesquisadores do Departamento de Genética da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), em Ribeirão Preto, obtiveram gerações de abelhas que não ferroam, através de uma técnica radioativa. A técnica consiste em submeter a rainha da colméia a radiações de cobalto. Isso provoca alterações genéticas, resultando em modificações no genótipo e no fenótipo do inseto. “Entre os insetos alterados, havia abelhas com variações da cor dos olhos, do tamanho das asas e que não apresentavam ferrões”, diz o professor Ademílson Espencer, que trabalha no departamento. Essas últimas foram selecionadas e induzidas à reprodução, de forma que se obtivessem gerações de abelhas inofensivas. “Isso é importante porque, assim, podemos exercer um controle sobre a agressividade da abelha”, afirma Espencer. Para se ter uma idéia, um enxame de abelhas africanas pode chegar a ter 100 mil indivíduos. Setecentos deles são suficientes para matar um adulto.

PALEONTOLOGIA

NOVO TITANOSSAURO BRASILEIRO

Em uma fazenda de laranjas perto de Monte Alto (SP) foram encontrados os ossos de uma nova espécie de titanossauro. O esqueleto corresponde ao de um animal adulto, com 15 m de comprimento e idade de 80 milhões de anos (período Cretáceo superior). O fêmur, que mede 1,60 m, está exposto ao público no Museu de Paleontologia de Monte Alto. Foram encontradas ainda as vértebras caudais do titanossauro. São pequenos detalhes nelas que indicam que se trata de uma nova espécie. Os ossos estão sendo estudados pelo professor Reinaldo Bertini, do Departamento de Geologia Sedimentar, da Universidade

Estadual Paulista (Unesp).

A expectativa é que seja recuperado 30% do esqueleto completo – percentagem altíssima para fósseis de dinossauros brasileiros.

O trabalho deve se encerrar nos

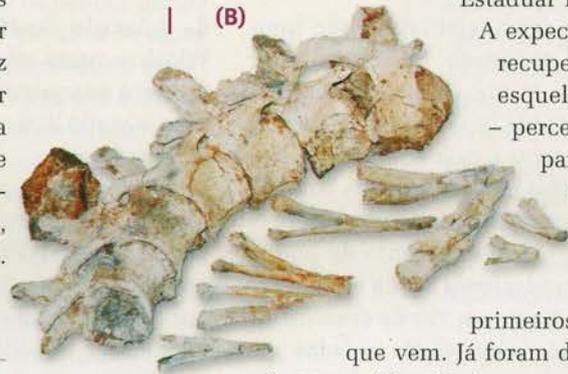
primeiros meses do ano

que vem. Já foram descritas em torno

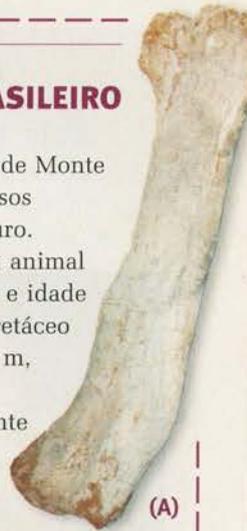
de 30 espécies de titanossauros no mundo

todo. Esta será a quarta descoberta no Brasil.

(B)



(A)



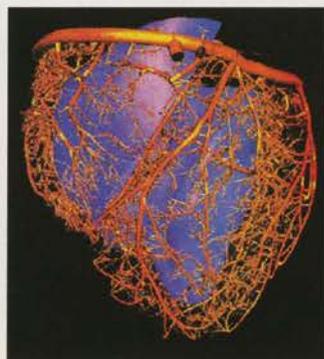
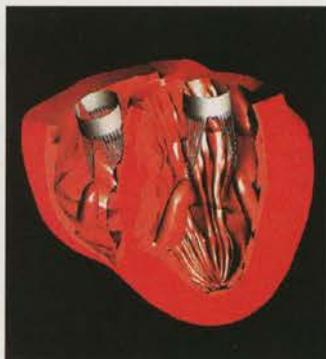
Acima, fêmur (A) e vértebras da cauda (B) da nova espécie de titanossauro encontrada em Monte Alto (SP)



O titanossauro era herbívoro e pesava cerca de 10 toneladas

MEDICINA Modelos serão usados para estudar órgãos no computador e testar efeitos de remédios dispensando experiências em humanos

Construindo um corpo virtual



Órgãos virtuais já são uma realidade. Há alguns anos, Denis Noble, fisiologista da Universidade de Oxford (Inglaterra), começou a usar equações matemáticas para simular em computador a atividade celular do coração. O forte aumento do poder computacional desde então permitiu que, em vez de examinar a atividade de células isoladas por um pequeno período de tempo, Noble passasse a estudar várias células em paralelo e em número suficiente para, de fato, criar um coração virtual.

O coração é particularmente adequado para descrições matemáticas porque os processos elétricos, químicos e mecânicos envolvidos nas contrações musculares cardíacas são relativamente bem compreendidos e podem ser descritos por equações precisas. Para construir um coração, Noble juntou seus esforços aos de Raymond Winslow, da Universidade Johns Hopkins (EUA) e Peter Hunter, da Universidade de Auckland (Nova Zelândia). Este último já acumulou grande quantidade de detalhes estruturais, medindo e modelando o arranjo de todas as fibras musculares cardíacas, usando fatias muito finas

de músculo cardíaco. Noble e Winslow usam esses dados para imitar o comportamento das fibras e assim simular o coração como um todo.

Para explorar sua invenção, os acadêmicos formaram uma companhia chamada *Physiome Sciences*. A indústria farmacêutica, por exemplo, pode testar os efeitos de seus remédios por meios eletrônicos antes de experimentá-los em seres humanos. No ano passado, a companhia suíça Roche pediu à Physiome para testar o Posicor, uma nova droga para combater a hipertensão. O órgão norte-americano que controla alimentos e drogas (FDA) havia expressado alguma reserva em relação ao medicamento, com base em mudanças anormais provocadas pelo Posicor na atividade elétrica do coração. Como é impossível testá-lo em humanos e as experiências em animais são pouco confiáveis, a FDA concordou em aceitar os testes no coração virtual da Physiome.

Etapas anteriores ao processo de desenvolvimento de fármacos podem beneficiar-se com o modelo, já que simulações em computador também permitem representar moléculas de fárma-

cos. No futuro, será possível avaliar o efeito colateral de remédios destinados a outros órgãos no coração. Corações humanos virtuais e personalizados, capazes de incorporar características individuais dos pacientes, permitirão avançar ao máximo no tratamento personalizado com drogas. Pelo menos aparentemente a idéia não parece impossível.

A Physiome também está trabalhando em simulações em computador para pâncreas, rins e fígado. Um modelo de pulmões está sendo criado para estudar doenças como asma e enfisema. Vários outros laboratórios estão engajados em trabalhos semelhantes para outros órgãos. Noble estima que cerca de 60 pesquisadores, na Europa, nos EUA e no Japão, estejam trabalhando na modelagem computacional de partes do corpo. A maioria dos estudos, porém, está sendo feita de forma isolada em diferentes laboratórios, usando ferramentas matemáticas distintas e bases de dados incompatíveis.

Para superar esse problema, outro fisiologista, James Bassingthwaite, da Universidade de Washington (EUA), lançou o Projeto Physiome. Tendo como mo-

delo o Projeto Genoma Humano, o Physiome tenta congrega biólogos, geneticistas e programadores em computação para que adotem uma abordagem comum na modelagem de órgãos. Uma tarefa imediata do projeto é ajudar a entender as funções do conjunto de genes recentemente identificados. Compreender o que todos esses genes fazem em uma única célula já é um grande desafio; entender como eles funcionam em conjunto para afetar o comportamento do órgão é virtualmente impossível sem simulações sofisticadas, nas quais muitos compostos podem ser examinados ao mesmo tempo e os efeitos observados numa tela.

Bassingthwaite tem em mente uma integração de simulações computacionais compatíveis, o que levaria ao último alvo do projeto: unir todos os órgãos virtuais em um corpo virtual. Mas isso ainda está longe de acontecer. Em curto prazo, um consórcio de equipes de pesquisa que trabalham com o coração e com todos os vasos sanguíneos do corpo foi formado, contando com o forte envolvimento de Noble e Hunter. Eles planejam ligar entre si seus modelos de coração e pulmões para prever como mudanças genéticas ou induzidas por drogas em um dos órgãos podem afetar o outro.

Usando tais modelos no futuro, uma nova geração de biólogos poderá colher uma vasta gama de informações sobre como os órgãos funcionam o que nenhuma experimentação animal forneceria tão rapidamente. Novos tratamentos serão examinados por meios eletrônicos antes de serem testados em humanos, e milhares de compostos terão suas características farmacológicas avaliadas sem passar por um tubo de ensaio.

Paul Wymer

Especial para *Ciência Hoje*/Londres

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

VITRINE DA CIÊNCIA

Meio século de existência merece festejo. Sobretudo quando se trata de uma sociedade que perseguiu o sonho de congregar cientistas e humanistas de todo o Brasil em torno de um fim comum: a defesa da pesquisa no país. Foi para comemorar os 50 anos dessa trajetória que a SBPC lançou, em sua 50ª Reunião Anual, em Natal, em julho, a 'Vitrine da Ciência' – projeto que visa levar os diferentes produtos e

publicações da sociedade ao público universitário e não-especializado. A intenção é divulgar a ciência que se faz no país e que carrega o selo de qualidade SBPC.

O conceito virtual da 'Vitrine da Ciência' se concretizou na Universidade Federal do Rio Grande do Norte: um estande com as publicações impressas e eletrônicas da SBPC – *Ciência e Cultura*, *Ciência Hoje*, *Jornal da Ciência*, *Ciência Hoje das Crianças*

e *SBPCnet* – e seus mais novos lançamentos – o livro *Cientistas do Brasil* (que reúne 60 perfis de pesquisadores), o suplemento *Explora!* (dedicado aos leitores de segundo grau) e o CD-ROM *A máquina maluca* (destinado ao público infanto-juvenil).

Ainda dentro do projeto de levar ciência e cultura ao público não-especializado, a *Ciência Hoje* montou em Natal a exposição *As caras da ciência*, reunindo 37 caricaturas de cientistas e 23 páginas de humor publicadas na revista ao longo de seus 16 anos de existência.

A SBPC pretende repetir o sucesso da 'Vitrine da Ciência' em sua reunião especial em Maringá, neste mês, e em outros eventos científicos de relevância até o fim do ano.



Saúde na mesa

O objetivo de tornar os alimentos cada vez mais 'saúdáveis' e de permitir que eles melhorem certas funções do organismo, como a absorção de nutrientes, começa a se concretizar. Produtos alimentícios contendo aromas naturais, que evitam os danos causados por certos aditivos químicos e conservantes, poderão em breve ser encontrados nas prateleiras dos supermercados. Assim também será possível comprar alimentos que não provoquem cáries ou outras doenças bacterianas. A busca pela aromatização natural e a obtenção dos

chamados alimentos 'funcionais' foram alguns dos temas debatidos no 16º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, realizado em junho, no Rio de Janeiro. Promovido a cada dois anos, o congresso reuniu 1.300 participantes. Mais de 500 trabalhos de todo o país e do exterior foram apresentados em 12 palestras, 12 mesas-redondas e três *workshops*.

Cobertura de **Danielle Nogueira** e **Fernando Paiva**
Ciência Hoje/RJ

ALIMENTOS PREVINEM CÁRIES



As dolorosas idas ao consultório dentário poderiam ser evitadas se existissem alimentos que não provocassem cáries. Esse sonho pode estar mais perto do que se imagina. Alimentos com nutrientes não fermentáveis pelas bactérias que habitam a boca, evitando a formação de cáries, já estão sendo produzidos no país. São os chamados alimentos funcionais.

Segundo Franco Lajolo, professor da Universidade de São Paulo (USP) na área de nutrição e presidente da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, os alimentos funcionais são aqueles que têm propriedades bioquímicas e fisiológicas além das nutricionais. "Além de conter vitaminas e sais minerais, entre outros nutrientes, os alimentos funcionais têm substâncias, como os oligossacarídeos, os carotenóides, os glucosinolatos e os flavonóides que, quando consumidos, têm a capacidade de melhorar certas funções no organismo, como a absorção de alimentos", explica Lajolo.

Essas substâncias podem ser obtidas naturalmente – os oligossacarídeos podem ser extraídos da soja – ou produzidas pelo homem, através de processos de fermentação, como os fruto-oligossacarídeos. No Japão, por exemplo, esses componentes estão sendo usados para produzir bebidas. Segundo Lajolo, os fruto-oligossacarídeos não são digeridos pelo organismo, sendo atacados pelas bactérias intestinais. "Da fermentação, resultam compostos orgânicos que melhoram a química do intestino e facilitam o desenvolvimento de bactérias benéficas, em detrimento de bactérias patogênicas", diz.

O PAPEL DOS MICRONUTRIENTES NA TERCEIRA IDADE

Perda do paladar e dos reflexos, ressecamento da pele e enfraquecimento muscular são alguns sinais da terceira idade, fase da vida em que se encontram 4,9% dos brasileiros. Mas a capacidade de adaptação do organismo frente a essas mudanças pode ser mais bem-sucedida se o idoso seguir uma alimentação balanceada, rica em proteínas, carboidratos e sais minerais. A afirmação é da professora Silvia Cozzolino, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo (USP).

Com o objetivo de avaliar o teor nutricional de micronutrientes, especificamente o zinco, em pessoas com mais de 60 anos, Bernarda Cordeiro, também da USP, estudou, durante uma semana, 36 idosos de oito instituições de repouso do município de São Paulo. O zinco está relacionado com o sistema imunológico, conferindo uma maior resistência a infecções quando presente no organismo em quantidade adequada. A perda do paladar e a diminuição da secreção de saliva também estão ligadas à presença desse elemento.

A pesquisa constatou uma média de ingestão de 4 a 5 mg de zinco, quando o ideal é consumir 15 mg diários. Mesmo com a ingestão baixa, a análise de amostras de sangue dos mesmos pacientes mostrou um nível nutricional do mineral dentro do limite - 38. "Considerando como parâmetro de normalidade 40 a 44, não podemos dizer que houve deficiência", diz Silvia.

AROMA NATURAL JÁ É REALIDADE

Aromas artificiais contêm aditivos químicos estranhos ao organismo e não costumam se aproximar com fidelidade do gosto que procuram imitar. Para fugir dessas deficiências e não deixar o Brasil fora desse proveitoso mercado que rende US\$ 7 bilhões anuais no mundo inteiro, o laboratório da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade de Campinas (Unicamp) vem desenvolvendo aromas naturais.

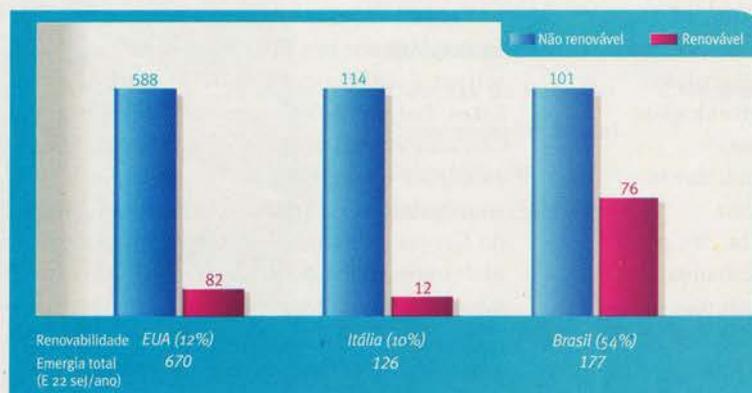
O primeiro sabor, conseguido a partir do leite de cabra, foi o do queijo Roquefort. O gosto ficou bem mais próximo do real que o produzido artificialmente. Gláucia Pastore, uma das pesquisadoras do projeto, revela que várias empresas já se interessaram em adotar o aroma natural de Roquefort em seus produtos. Continuando o projeto, os pesquisadores buscam, agora, o sabor natural do pêssego.



AMEAÇA PARA FUTURAS GERAÇÕES

O Congresso também foi palco para uma importante denúncia: no próximo século, se mantido o atual sistema de produção de alimentos, a qualidade de vida em nossa sociedade cairá drasticamente. Não haverá mais petróleo, teremos problemas com a distribuição de água potável e diversos outros recursos naturais não-renováveis vão acabar.

Enrique Ortega, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), defende a adoção de uma política mundial de desenvolvimento sustentável como única saída. Os países que se adaptariam melhor ao novo sistema, segundo Ortega, seriam os subdesenvolvidos, pois ainda possuem grande riqueza natural e uma economia não tão dependente de recursos finitos. Sociedades de consumo de massa como os Estados Unidos serão insustentáveis: 88% de sua produção se baseia em fontes de energia não-renováveis (ver figura). Ortega concluiu dizendo que "devemos pensar hoje nas tecnologias e novas fontes de energia a serem usadas daqui a 20 anos; caso contrário, deixaremos um enorme problema como herança para as próximas gerações".



Ao contrário dos EUA e da Itália, no Brasil mais da metade da energia necessária para produção de recursos é renovável

IOGURTE DE SOJA CONTRA COLESTEROL

Já está sendo testado em seres humanos um iogurte de soja enriquecido com bactérias lácteas capazes de reduzir a taxa de colesterol do sangue. O novo produto resultou de pesquisa desenvolvida na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Araraquara, com o apoio do Centro de Referência para Lactobacilos, da Argentina.

Nos testes feitos em coelhos, o iogurte reduziu em 18,5% a taxa de colesterol total e aumentou em 18% o índice de HDL, o chamado 'bom colesterol'. "O HDL funciona como um faxineiro, ajudando a eliminar o excesso do 'mau colesterol' para o organismo", explica o farmacêutico Elizeu Rossi, coordenador da pesquisa.

Ele supõe que a ação da bactéria possa estar sendo reforçada pela soja, que serve de matéria-prima ao iogurte. Vários estudos, segundo Rossi, já demonstraram que os isoflavonóides, substâncias presentes em grande quantidade nessa leguminosa, têm o poder de queimar as gorduras do sangue.

Taxas elevadas de colesterol afetam cerca de 33% da população brasileira e são um dos maiores fatores de risco de doenças cardiovasculares. Na avaliação do cardiologista José Cândido Machado, da Unidade de Atendimento Médico-Odontológico da Unesp/Araraquara, "se o iogurte tiver, em humanos, o efeito que apresentou em animais, ele poderá ser tão eficiente quanto os medicamentos convencionais".

PERIGO NO LEITE CRU

O leite cru, não-pasteurizado, pode conter inúmeros microorganismos que causam doenças ao homem. A Organização Mundial de Saúde comprovou a existência de sete doenças viróticas básicas e 16 bacterianas, transmitidas pelo leite cru. Apesar de a comercialização do produto não-pasteurizado ser legalmente proibida no Brasil, ele é vendido sem fiscalização na maioria das cidades do país. Em Minas Gerais, calcula-se que 47% do leite consumido pela população venha da comercialização clandestina do produto que não passou pelo processo de pasteurização.

O pesquisador Pedro Manuel Leal Germano, da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP), ressalta a falta de qualquer tipo de fiscalização ou controle higiênico-sanitário dos animais envolvidos na produção do leite, assim como do processo de obtenção, transporte e comercialização, como fator agravante da perda de qualidade do leite.



A presença de microorganismos não é privilégio exclusivo do leite cru vendido clandestinamente. Uma pesquisa desenvolvida pelo professor W. Silveira, da USP, constatou que cerca de 26% do leite pasteurizado do tipo C comercializado na cidade de São Paulo apresentava-se fora dos padrões legais de consumo.

Para não correr riscos, o consumidor deve procurar sempre o selo de inspeção do Ministério da Agricultura nas embalagens dos produtos e dar preferência ao leite do tipo B.

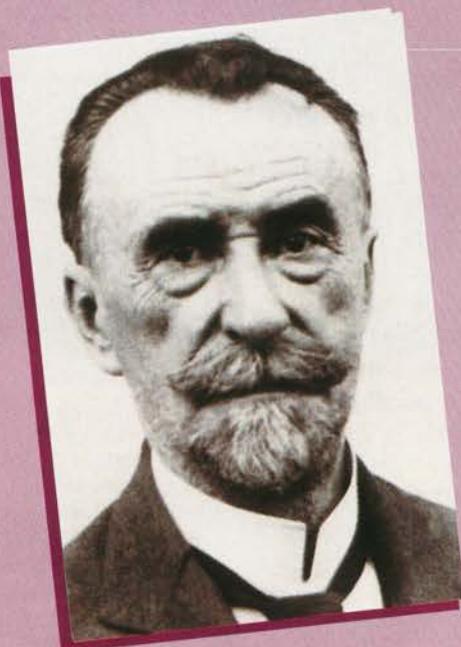
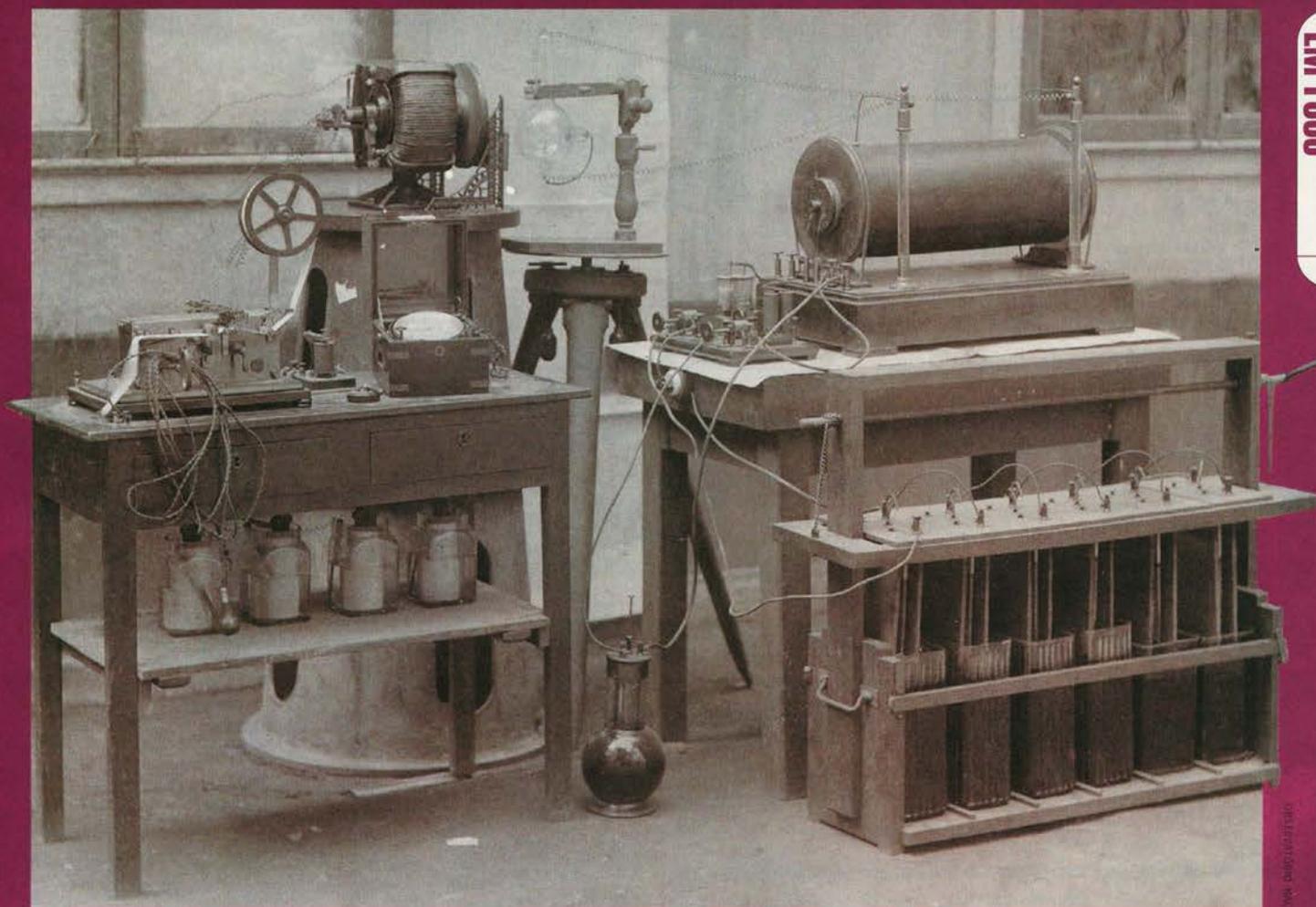
ODONTOLOGIA

DENTADURA PODE CAUSAR DOR DE CABEÇA

Dados de uma pesquisa feita pelo Grupo de Estudos da Dor Orofacial, da Faculdade de Medicina, da Universidade de São Paulo, apontam que 30% dos casos de dor de cabeça são causados por dentaduras e próteses malfeitas, incompletas ou antigas.

Outra pesquisa também relaciona a dor de cabeça a problemas odontológicos: um terço dos pacientes que tem dores de cabeça constantes sofrem de disfunções de ATM (articulação têmporo-mandibular). Essas disfunções são provocadas pela perda parcial ou total dos dentes, dentaduras mal-adaptadas, hábitos de morder os lábios, apertar e ranger os dentes durante o sono e estresse.

Segundo o cirurgião dentista José Tadeu T. de Siqueira, coordenador do Grupo de Estudos da Dor Orofacial, as pessoas que sofrem dessas disfunções normalmente não associam sua dor de cabeça a problemas odontológicos. "Elas buscam ajuda, sem sucesso, em diferentes especialistas que, por sua vez, não estão devidamente treinados para diagnosticar e encaminhar o paciente para o tratamento adequado", explica.



Um dos primeiros aparatos de física experimental usados no Brasil foi construído, há exatos 100 anos, pelo físico franco-brasileiro Henrique Morize (1870-1930) para estudar os então recém-descobertos raios X e, particularmente, para medir a duração de suas emissões em uma descarga isolada. A experiência, realizada no Observatório Nacional com o apoio do diretor Luiz Cruls e a ajuda dos técnicos C.E. Chartier e I. Seuto foi uma das várias propostas por Morize. Ele a relatou em sua tese de ingresso na Escola Politécnica do Rio de Janeiro – ‘Raios catódicos e de Roentgen: Estudo teórico e experimental da descarga nos gases rarefeitos’ –, escrita em 1898. Nela, Morize discutia temas relevantes e atuais na época e descrevia alguns dos experimentos que fizera ao estudar os raios catódicos e os raios X. Junto com o professor Francisco Carneiro da Cunha, ele foi um dos responsáveis pelas primeiras radiografias feitas no país, em 1896, pouco após a descoberta de Roentgen na Alemanha.

FILATELIA História da exploração do continente gelado é contada através dos selos

Uma curiosa viagem à Antártida

Pequenas peças de arte, os selos podem ser poderosos instrumentos de divulgação científica. Através desses ícones de papel é possível contar a história de sociedades e continentes sob diversos aspectos: sociológicos, políticos, ecológicos, científicos e até econômicos. Distante, inóspita e pouco conhecida do público, a Antártida é uma das terras cobiçadas pela filatelia. Diversos países – entre eles o Brasil – dedicaram boa parte de sua produção de selos ao continente gelado. Apresentamos aqui um pouco dessa história ilustrada. Por

Luiz Alexandre Schuch, do Departamento de Física da Universidade

Federal de Santa Maria (RS).

A Antártida, desconhecida e inóspita, exerce grande fascínio sobre a maioria das pessoas, independente de idade e condição social e cultural. O mais isolado, frio, ventoso, elevado e seco continente da Terra é formado por uma massa de terra firme situada quase inteiramente dentro do círculo polar e coberta de gelo. É cercado pelo oceano Antártico, de limites imprecisos, formado pelo encontro das águas dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico.

As informações sobre aquele território gelado, que atraiu muitos exploradores no passado e hoje é campo de trabalho para cientistas de vários países, sempre prendem a atenção ao serem divulgadas nos meios de comunicação, como jornais e emissoras de televisão. Mas essa divulgação também é feita, por muitos países, inclusive o Brasil, por um meio alternativo: os selos, fontes de cultura e conhecimento, além de importantes instrumentos de integração social.

O continente tem cerca de 14 milhões de km², quase o mesmo tamanho da América do Sul. No inverno, as plataformas de gelo formadas pelo congelamento dos mares aumentam essa área para cerca de 32 milhões de km². Blocos que se destacam dessas plataformas tornam-se *icebergs* de proporções gigantescas, com até 190 km de comprimento por 130 km de largura.

Rochas e fósseis de vegetais e animais antárticos revelam uma semelhança entre a Antártida e outros continentes, em particular a África, a América do Sul, a Austrália e a Ásia (Índia), confirmando que todos estiveram unidos no passado, em um supercontinente batizado de Gondwana. A separação, entre 180 e 150 milhões de anos atrás, foi provocada



Situada quase inteiramente dentro do círculo polar e coberta de gelo, a Antártida é formada por uma massa de terra firme



Rochas e fósseis de vegetais e animais antárticos revelam uma semelhança entre a Antártida e outros continentes (África, América do Sul, Austrália e Ásia), confirmando que todos estiveram unidos no passado, em um supercontinente batizado de Gondwana



Os ecossistemas terrestres da Antártida são descontínuos, exibem condições inóspitas, baixa diversidade de espécies e taxas muito lentas de crescimento dos organismos. Por isso, podem sofrer impactos irreversíveis caso não haja proteção

No século 20, os ingleses Robert Falcon Scott e Ernest Shackleton fizeram três expedições ao continente antártico entre 1901 e 1913. Scott alcançou o pólo Sul em 17 de janeiro de 1912, mas o norueguês Roald Amundsen havia chegado antes, a 14 de dezembro de 1911. Amundsen retornou sem problemas, mas Scott e sua equipe morreram de fome e frio



pela movimentação das diferentes placas continentais hoje existentes na crosta terrestre, processo que ainda prossegue.

Os ecossistemas terrestres da Antártida são descontínuos, exibem condições inóspitas, baixa diversidade de espécies e taxas muito lentas de crescimento dos organismos. Por isso, podem sofrer impactos irreversíveis caso não haja proteção. Já os ecossistemas marítimos, que ocupam 36 milhões de km², são contínuos e têm maior capacidade de absorver impactos. Nos mares, as condições ambientais são menos extremas e há grande diversidade, mas isso não quer dizer que esses recursos possam ser explorados de modo indiscriminado.

Quase 180 anos de história

A exploração da Antártida começou no século passado, com visitas de vários navegadores: o russo Fabian von Bellingshausen e o inglês Edward Bransfield (ambos de 1819 a 1821), o francês Dumont d'Urville (de 1837 a 1840), o norte-americano Charles Wilkes (de 1838 a 1942) e outro inglês, James C. Ross (de 1839 a 1843). Os primeiros a passar o inverno no continente, junto à península Antártica, foram o belga Adrien de Gerlache e a tripulação de seu navio, entre 1898 e 1899.

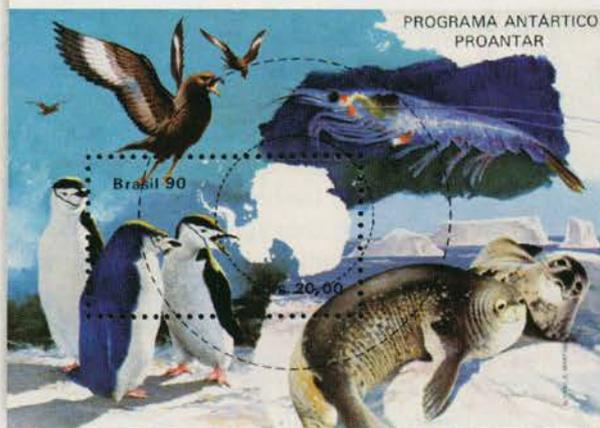
Já no século 20, os ingleses Robert Falcon Scott e Ernest Shackleton fizeram três expedições ao continente entre 1901 e 1913. Scott alcançou o pólo Sul em 17 de janeiro de 1912, mas o norueguês Roald Amundsen havia chegado antes, a 14 de dezembro de 1911. Amundsen retornou sem problemas, mas

Scott e sua equipe morreram de fome e frio. A estação antártica dos Estados Unidos, situada junto ao marco geográfico do pólo Sul, chama-se Amundsen-Scott em homenagem a eles. Shackleton tentou depois realizar uma travessia polar, do mar de Weddell, a leste da península Antártica, até o mar de Ross, no lado oposto do continente.

Shackleton tentou depois realizar uma travessia polar, do mar de Weddell, a leste da península Antártica, até o mar de Ross, no lado oposto do continente.

Shackleton tentou depois realizar uma travessia polar, do mar de Weddell, a leste da península Antártica, até o mar de Ross, no lado oposto do continente.

Aves, como pingüins e skuas, e mamíferos, como certas focas, reproduzem-se nas áreas territoriais da Antártida, apesar do intenso frio, e alimentam-se de organismos marinhos, como peixes, polvos, algas e plâncton, além do krill, pequeno crustáceo (1 a 6 cm) parecido com o camarão e considerado a base da cadeia alimentar do continente



Mas perdeu seu navio, em novembro de 1915, e sua tripulação passou quase um ano em botes, de um bloco de gelo a outro, até alcançar as ilhas Geórgia do Sul, onde conseguiu socorro com navios baleeiros. Nenhum dos seus homens morreu.

Fauna acostumada ao frio

A fauna antártica mostra, em geral, pequena variedade de espécies, grande número de indivíduos e ciclos sucessivos de migração. Aves, como pingüins e skuas, e mamíferos, como certas focas, reproduzem-se nas áreas territoriais da Antártida, apesar do

BRITISH ANTARCTIC TERRITORY



Os ecossistemas marítimos são contínuos e têm maior capacidade de absorver impactos. Nos mares, as condições ambientais são menos extremas e há grande diversidade, o que não quer dizer que esses recursos possam ser explorados de modo indiscriminado



Na época da procriação podem reunir-se no mesmo local 1,5 milhão de pingüins de apenas uma espécie. Bem adaptados à vida aquática, os pingüins são ótimos nadadores e buscam alimento mergulhando nas águas geladas

intenso frio, e alimentam-se de organismos marinhos, como peixes, polvos, algas e plâncton, além do krill, pequeno crustáceo (1 a 6 cm) parecido com o camarão e considerado a base da cadeia alimentar do continente.

A variedade de aves é pequena, mas as colônias são enormes. Na época da procriação podem reunir-se no mesmo local 1,5 milhão de pingüins de apenas uma espécie. Bem adaptados à vida aquática, os pingüins são ótimos nadadores (têm asas transformadas em verdadeiros remos) e buscam alimento mergulhando nas águas geladas. Seus principais predadores são as skuas, de plumagem escura e bico em forma de gancho, que atacam os ninhos e 'roubam' ovos e filhotes.

As focas, também adaptadas à vida no mar, podem ficar submersas mais de uma hora e mergulhar a até 400 m de profundidade, mas precisam voltar à terra ou ao gelo flutuante para descansar e procriar. Os pinípedes (focas, lobos-marinhos e elefantes-marinhos) e as baleias são os maiores consumidores de krill.

A atuação do Brasil

O interesse brasileiro pelo continente antártico já existia desde 1882, quando a corveta *Parnahyba* fez uma viagem de estudos aos mares austrais para observar a passagem do planeta Vênus pelo disco solar. Esse interesse foi reafirmado em maio de 1975, quando o Brasil aderiu ao Tratado da Antártida, instrumento jurídico internacional que desde 1959 controla a presença e a atuação no continente.

Para obter o direito de voto no Tratado, o Brasil lançou em janeiro de 1982 o Programa Antártico Brasileiro (Proantar) e realizou, em dezembro do mesmo ano, sua primeira expedição ao continente, com o navio de apoio oceanográfico *Barão de Teffé*, da Marinha, e o navio oceanográfico *Professor Wladimir Besnard*, da Universidade de São Paulo. A expedição, no verão antártico 1982/1983, escolheu o local de instalação da futura estação brasileira e realizou estudos científicos.

A Estação Antártica Comandante Ferraz foi inaugurada em 6 de fevereiro de 1984 na ilha Rei George, do arquipélago Shetland do Sul. Feita de contêineres de aço galvanizado, a estação tem hoje 64 módulos, incluindo vários laboratórios, e pode abrigar cerca de 40 pessoas no verão e 12 no inverno. Hoje, a troca dos pesquisadores e o apoio logístico à estação brasileira é garantido pela Marinha e por sete vôos anuais da Força Aérea Brasileira.

Os projetos de pesquisas na Antártida são avaliados por um grupo formado por representantes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da comunidade científica e da Marinha. São submetidos ainda ao Grupo de Operações da Marinha, que organiza e dá suporte operacional às missões, e ao Grupo de Avaliação Ambiental, do Ministério do Meio Ambiente, que acompanha as atividades antárticas para assegurar a proteção ambiental.

Os três grupos vinculam-se à Comissão Intergovernamental para os Recursos do Mar (CIRM), presidida pelo ministro da Marinha e composta por representantes de nove ministérios, Casa Civil e Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. A atuação na Antártida segue diretrizes da Comissão Nacional para Assuntos Antárticos (Conantar), do

O Programa Antártico Brasileiro (Proantar) foi lançado em janeiro de 1982. Em dezembro do mesmo ano, o Brasil fez sua primeira expedição ao continente, quando realizou estudos científicos e escolheu o local de instalação da futura estação brasileira



A variedade de aves é pequena, mas as colônias são enormes



As focas podem ficar submersas mais de uma hora e mergulhar a até 400 m de profundidade, mas precisam voltar à terra ou ao gelo flutuante para descansar e procriar. Os pinípedes (focas, lobos-marinhos e elefantes-marinhos) e as baleias são os maiores consumidores de krill



Ministério das Relações Exteriores, assessorada pelo Comitê Nacional de Pesquisas Antárticas (Conapa), do Ministério da Ciência e Tecnologia. As áreas prioritárias de pesquisa são definidas pelo Conapa em conjunto com o Scientific Committee on Antarctic Research (Comitê Científico de Pesquisas Antárticas), entidade internacional independente.

As pesquisas aprovadas são realizadas por universidades e institutos ligados ao

Proantar na estação, em refúgios nas ilhas Elefante, Nelson e Rei George (ver 'Viagem no tempo da Antártida', em *Ciência Hoje* n° 24). Hoje, já tendo realizado 16 expedições científicas à Antártida, o Brasil conta com o navio *Ary Rongel*, adquirido em 1994, que tem dois helicópteros pequenos e laboratórios para estudos de meteorologia e oceanografia, e pode acomodar até 27 pesquisadores.

De quem é a Antártida?

O debate mundial sobre os direitos de cada país em relação ao continente levou ao Tratado da Antártida. Pouco antes, durante o Ano Geofísico Internacional, de julho de 1957 a dezembro de 1958, um amplo

programa científico, com estudos em diversas áreas, reuniu 12 países: África do Sul, Argentina, Áustria, Bélgica, Chile, Estados Unidos, França, Japão, Nova Zelândia, Noruega, Reino Unido e a então União Soviética. O Tratado, elaborado por esses países, foi assinado em dezembro de 1959 e ganhou a adesão de outras nações nas décadas seguintes.

O Brasil, após sua primeira expedição científica, ganhou o *status* de membro consultivo do Tratado, com direito a voto, em 1983. A presença brasileira na Antártida é importante nos aspectos estratégico, geopolítico, científico e talvez, no futuro, econômico (ver 'O Brasil no mundo antártico', em *Ciência Hoje*

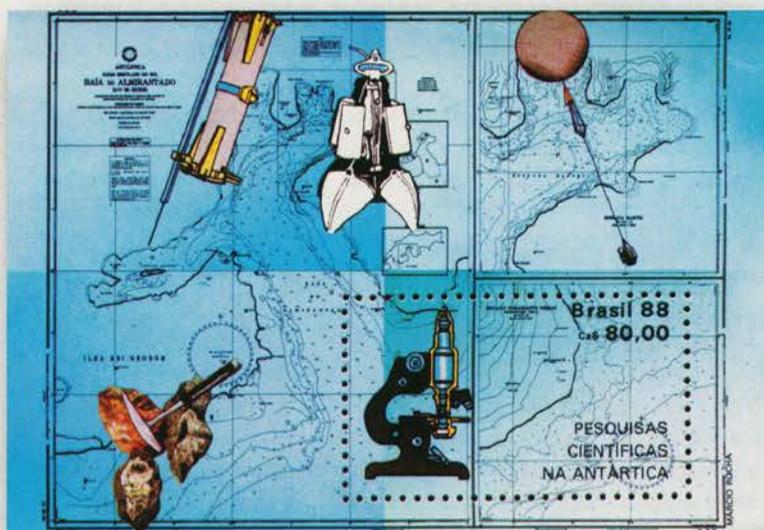


O debate mundial sobre os direitos de cada país em relação ao continente levou ao Tratado da Antártida. Elaborado por 12 países – África do Sul, Argentina, Áustria, Bélgica, Chile, Estados Unidos, França, Japão, Nova Zelândia, Noruega, Reino Unido e a então União Soviética – o tratado foi assinado em dezembro de 1959 e ganhou a adesão de outras nações nas décadas seguintes

n° 24). Em relação ao continente, o Brasil apóia a posição não-territorialista, contrária à sua divisão em territórios de uso exclusivo de cada país, defendida por algumas nações, como Argentina e Chile. Segundo a proposta não-territorialista, a Antártida

deve continuar a ser um espaço internacional, desmilitarizado, com liberdade de pesquisa científica para todos. A exploração econômica de seus recursos naturais – marinhos, minerais e outros – ainda está em discussão, mas a tendência aponta para a cooperação internacional nessa área.

De importância vital para toda a humanidade, o continente antártico exerce influência marcante sobre o território brasileiro. Com sua posição política quanto ao uso desse continente e com a relevância de suas pesquisas científicas, o Brasil contribui para definir o futuro da Antártida e zela por sua preservação atual e futura. O que as terras antárticas ainda podem nos ensinar talvez forneça à humanidade a derradeira oportunidade de interagir racionalmente com o meio ambiente e com seus semelhantes. ■



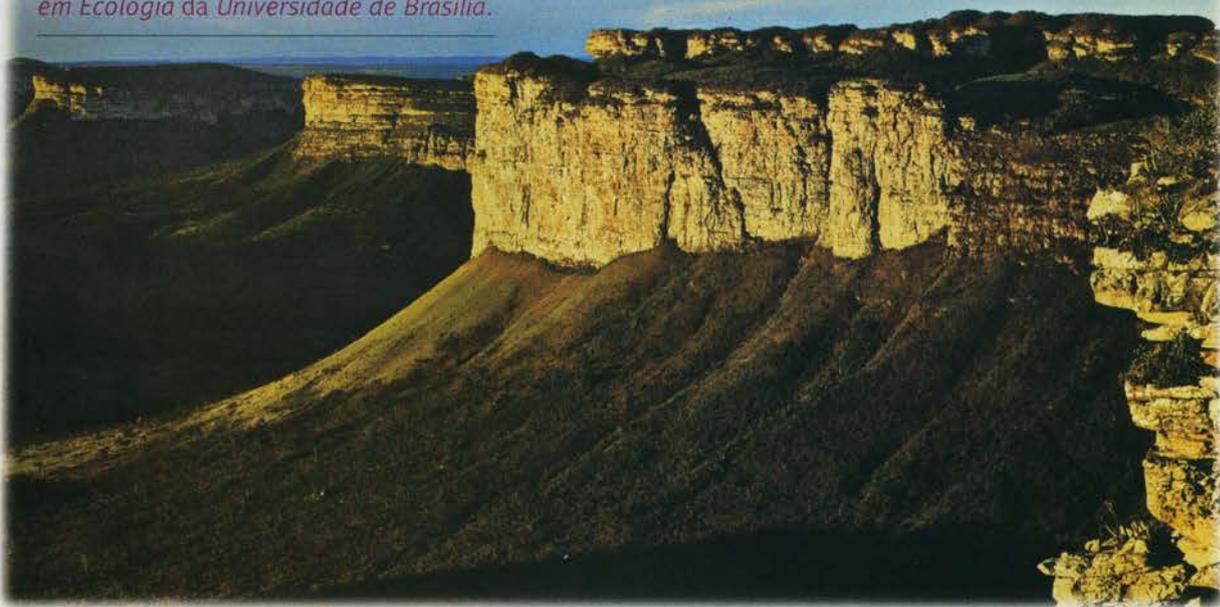
Segundo a proposta não-territorialista, a Antártida deve continuar a ser um espaço internacional, desmilitarizado, com liberdade de pesquisa científica para todos

ECOLOGIA Áreas de conservação ambiental só abrangem 2,5% do território brasileiro

Um inventário 'verde' para o Brasil

Que parcela dos habitats existentes no Brasil está protegida hoje? Um levantamento do número e do tamanho das reservas e dos parques federais e estaduais permitiu responder – ainda que de modo aproximado – a essa pergunta e também revelou a confusão dos dados oficiais e as grandes disparidades entre as regiões e os estados nessa questão. Por **Felipe A. P. L. Costa**, do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília.

Serra do Sincorá,
Parque Nacional da Chapada da Diamantina/BA



Catléia,
Parque Nacional do Monte Pascoal/BA

Os remanescentes dos grandes biomas brasileiros – floresta amazônica, cerrado, floresta atlântica, caatinga e campos do Sul – ainda abrigam milhares, talvez milhões, de espécies de plantas e animais. Muitas dessas espécies ocupam uma área de distribuição limitada, pois só se estabelecem em certos habitats. Para evitar a perda da biodiversidade não basta proteger apenas certos trechos de um ou outro bioma: é preciso proteger amostras representativas de habitats naturais em todo o país.

O meio de resguardar habitats naturais e suas comunidades ecológicas é a criação e a implantação efetiva de 'unidades de conservação'. No Brasil, essa expressão envolve áreas de uso direto e indireto. Nas primeiras, populações humanas moram ou exploram recursos biológicos locais, como frutos, madeiras, animais de caça e pesca. São exemplos desse grupo as áreas indígenas, as áreas extrativistas e as florestas

nacionais (ver 'Mamirauá: um novo modelo de estação ecológica' em CH nº 118). Já as unidades de uso indireto são criadas com objetivos não exploratórios, como recreação, pesquisa científica e, em especial, conservação biológica. Os principais exemplos são reservas e parques, as duas categorias ecológicamente mais relevantes de todo o 'sistema' brasileiro de unidades de conservação. Essas duas categorias diferem porque os parques são abertos a visitação pública e as reservas não, embora as leis brasileiras não sejam muito claras nesse ponto.

Este trabalho procurou descobrir quais são, onde estão e que tamanho têm as reservas e os parques federais e estaduais do país. O termo reserva inclui unidades criadas como reserva biológica, estação ecológica, reserva ecológica e reserva florestal. Os parques abrangem, além do parque propriamente dito, parque florestal, parque ecológico e outros equivalentes.

FOTOS: ARANQUEM ALCANTARA/TERRA BRASIL

Dados confusos e 'fantasmas'

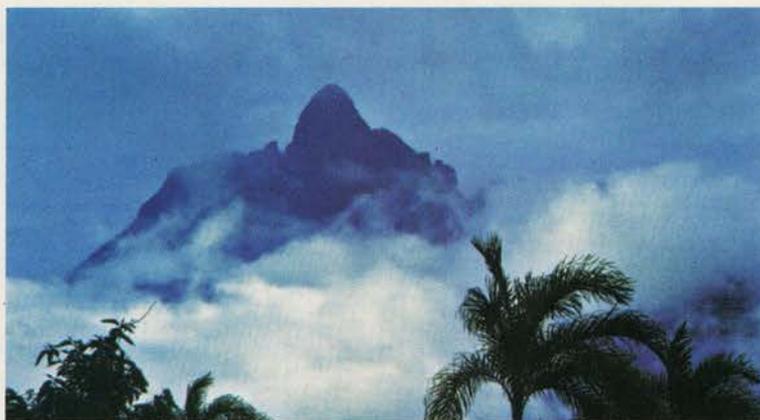
Tanto o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) quanto o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) publicaram em anos recentes inventários das unidades de conservação do país. Essas listas 'oficiais', no entanto, diferem muito entre si: de uma para a outra somem unidades e vários parques e reservas mudam de tamanho ou categoria. As listas também incluem 'fantasmas', isto é, reservas e parques que não existem mais ou que nunca existiram.

Para superar tais problemas, foram feitas consultas a livros, anais de congressos (de ecologia, botânica e zoologia), periódicos científicos (*Ciência e Cultura* e outros de circulação nacional) e jornais e revistas de interesse geral. Os principais dados, porém, foram obtidos com funcionários e ex-funcionários de agências ambientais federais e estaduais, pesquisadores e professores universitários e integrantes de organizações não-governamentais, totalizando quase 150 pessoas.

Essa pesquisa permitiu produzir um banco de dados com nome, categoria, tamanho e município-sede de todas as reservas e parques federais e estaduais do país. Obtidos os tamanhos, foram calculados o percentual do território brasileiro protegido pelas reservas e parques e os percentuais para as regiões e para as 27 unidades da federação (26 estados e o Distrito Federal). Isso permitiu definir uma 'classificação verde', de acordo com o percentual da área estadual protegida.

Média nacional é de 2,5%

Em dezembro de 1997, 329 reservas e parques federais e estaduais ocupavam um total de 21.410.635 hectares (ha), ou 214.106,35 km², equivalentes a 2,5% do território brasileiro. Do total, 60 reservas (5.851.764 ha) e 36 parques (9.827.211 ha) estão sob os cuidados do Ibama ou de outra instituição



Parque Nacional do Pico da Neblina/AM

federal, enquanto 122 reservas (697.255 ha) e 111 parques (5.034.405 ha) são estaduais.

As unidades federais, embora em menor número, respondem por 73% da área preservada, pois são em média bem maiores que as estaduais: 163.323 ha contra 24.599 ha. A maior parte da área protegida nos estados está em unidades federais, exceto em Mato Grosso do Sul (único sem reserva ou parque federal), São Paulo (95% em unidades estaduais), Santa Catarina (58%) e Maranhão (52%). Cinco estados (Acre, Piauí, Roraima, Sergipe e Tocantins) não têm reservas ou parques estaduais.

São grandes as disparidades regionais e estaduais no que se refere aos percentuais de proteção. Entre as regiões, por exemplo, a média do Norte (4,18%) é a única maior que o percentual nacional (figura 1). Sem a região Norte, a parcela protegida do território brasileiro cairia para 1,12%.

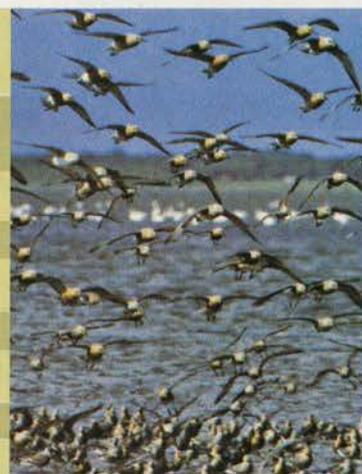
Os percentuais regionais são afetados pela situação de apenas um dos estados. O exemplo mais positivo dessa influência é o Maranhão, que protege 3,14% de seu território: sem o estado, a média do Nordeste cairia de 1,13% para 0,59%. E o mais negativo é Minas Gerais, que só protege 0,57% de seu território: sem o estado, a média do Sudeste

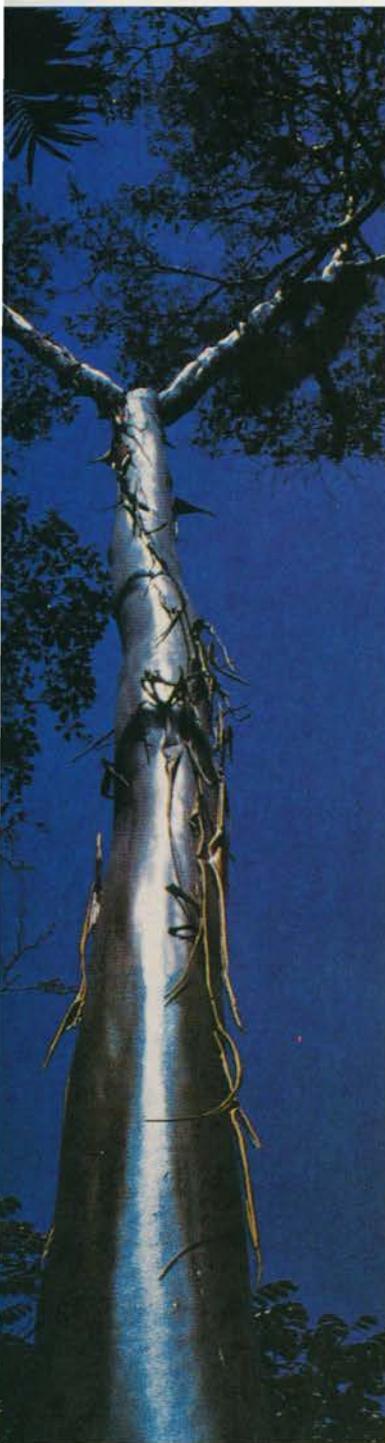
Parque Nacional da Lagoa do Peixe/RS

Figura 1. Distribuição regional das reservas e parques federais e estaduais (dezembro de 1997), com o percentual protegido de cada região

Unidades	Área protegida (ha)	Área da região (km ²)	Área protegida (%)	
Norte	43	16.183.573	3.869.637,9	4,18
Nordeste	81	1.767.688	1.561.177,8	1,13
Sudeste	119	1.512.554	927.296,6	1,63
Sul	59	702.215	577.214,0	1,22
Centro-Oeste	27	1.244.605	1.612.077,2	0,77
Brasil	329	21.410.635	8.547.403,5	2,5

FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO IBGE (1997)





**Pau-mulato,
Parque
Nacional
da Amazônia/
PA E AM**

Figura 2. Hierarquia verde: distribuição estadual das reservas e parques (dezembro de 1997), de acordo com o percentual preservado em cada estado

	Parques e reservas	Área protegida (ha)	Área do estado (km ²)	Área protegida (%)
Rondônia	11	2.571.829	238.512,8	10,78
Distrito Federal	7	46.882	5.822,1	8,05
Amapá	4	1.111.483	143.453,7	7,75
Amazonas	15	9.032.296	1.577.820,2	5,72
Acre	2	682.500	153.149,9	4,46
Rio de Janeiro	21	193.434	43.909,7	4,40
São Paulo	61	905.045	248.808,8	3,64
Maranhão	7	1.045.420	333.365,6	3,14
Roraima	4	584.472	225.116,1	2,60
Tocantins	1	562.312	278.420,7	2,02
Santa Catarina	10	187.811	95.442,9	1,97
Paraná	33	360.541	199.709,1	1,80
Espírito Santo	15	81.142	46.194,5	1,76
Pará	6	1.638.681	1.253.164,5	1,31
Mato Grosso	13	937.415	906.806,9	1,03
Piauí	3	239.154	253.867,2 (2)	0,94
Rio G. do Norte	4	40.751 (1)	53.306,8	0,76
Goiás	6	260.170	341.289,5	0,76
Bahia	14	389.468	567.295,3	0,69
Minas Gerais	22	332.933	588.383,6	0,57
Rio G. do Sul	16	153.863	282.062,0	0,55
Pernambuco	38	22.982 (1)	98.937,8	0,23
Alagoas	4	6.189	27.933,1	0,22
Sergipe	2	3.055 (1)	22.050,4	0,14
Paraíba	3	6.422	56.584,6	0,11
Ceará	6	14.247	147.837,0 (2)	0,10
M. Grosso do Sul	1	138	358.158,7	0,0004
Brasil	329	21.410.635	8.547.403,5	2,50

(1) Área predominantemente marinha – (2) Inclui metade dos 2.977,4 km² do litígio Piauí/Ceará

FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO IBGE

subiria de 1,63% para 3,48%. Estados com percentuais baixos, como Pará (1,31%), Rio Grande do Sul (0,55%) e Mato Grosso do Sul (0,0004%), também 'puxam' para baixo as médias de suas regiões.

Os percentuais obtidos para cada unidade da federação (figura 2) mostram que apenas nove (destacando-se Rondônia, Distrito Federal, Amapá e Amazonas) têm percentuais acima dos 2,5%. Todos os outros estados têm percentuais abaixo da média nacional, sendo que em 12 deles a área protegida

não corresponde sequer a 1% de seus territórios (a pior situação é a de Mato Grosso do Sul).

Deduções preocupantes

O perfil obtido é apenas uma aproximação, já que muitas informações primárias são duvidosas. A área ocupada por diversas unidades, por exemplo, nunca foi efetivamente medida. Quando isso é feito, a área medida costuma ser menor que a área presumida, como no caso recente do Parque

Documento artístico da 'terra Brasil'

O pau-mulato (*Calycoethyllum spruceanum*), do Parque Nacional da Amazônia, ganha um tom prateado, futurista. O Poço Encantado, no Parque Nacional da Chapada Diamantina, lembra uma gruta azul e misteriosa. Um filhote de pássaro da família *Thraupinae* se confunde com uma flor no Parque Nacional do Pico da Neblina. As imagens intrigantes estão no livro *Terra Brasil*, do fotógrafo Araquém Alcântara, publicado pela editora DBA-Melhoramentos, em agosto.

Os 'retratos' foram feitos, ao longo de uma década de viagens, em 35 parques nacionais do país. Nas 274 páginas (formato 28,5 cm X 34 cm, preço de R\$ 79), está apenas um resumo das mais de 50 mil fotos produzidas por Araquém na floresta amazônica, mata atlântica, caatinga, cerrado, campos do Sul, entre outras áreas de vegetação típica.

As imagens de rios, cachoeiras, pássaros, insetos, felinos e plantas são acompanhadas de textos do escritor Euclides da Cunha e dos poetas João Cabral de Mello Neto e Manoel de Barros, entre outros. A natureza não é o único foco da câmera de Araquém: os peões do Pantanal, catadores de caranguejo no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, um tocador de rabeca no Superagui são alguns dos personagens retratados, que completam o 'documento artístico' sobre essas áreas tão características do cenário nacional.



Nacional de Itatiaia (MG/RJ). Mas o contrário também acontece, como no Parque Nacional de Caparaó (ES/MG), que está sendo medido e deve 'crescer'. Na verdade, a parcela protegida do território brasileiro tende a ser menor, pois muitas das 329 unidades incluídas no inventário estão abandonadas ou ainda não foram implantadas.

O estudo permitiu fazer algumas deduções preocupantes, embora o objetivo básico fosse descobrir a área protegida. A variação nos percentuais de proteção, de estado para estado, por exemplo, não está relacionado a certos parâmetros aparentemente importantes, como tamanho do estado, densidade populacional ou renda *per capita*. A distribuição das reservas e dos parques também mostra que, ao contrário do que é comumente divulgado pela imprensa do Sudeste, a floresta Atlântica não é o bioma brasileiro mais ameaçado: hoje, esse 'privilégio' é dividido pela caatinga e pelos campos do Sul. Vegetação predominante do Nordeste, a caatinga, por exemplo, ocupa apenas 22% da área protegida na região.

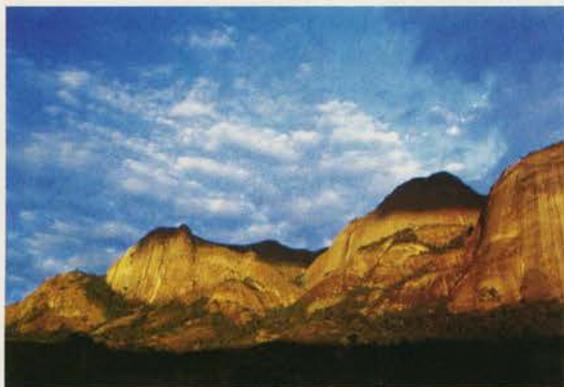
Outra constatação é a elevação artificial de ín-

dices de proteção por governos estaduais e até pelo governo federal. Isso acontece quando unidades 'fantasmas' são incluídas em listas oficiais ou quando uma mesma área é contada mais de uma vez. A Reserva Biológica do Guaporé (ex-Reserva Florestal Pedras Negras), em Rondônia, é um exemplo. Criada por decreto federal em 1982, é tida como a maior reserva brasileira, com 600 mil ha – metade do que constava no plano original (ver 'Rondônia, a farsa das reservas', em CH nº 17). Em 1996, no entanto, o Ministério da Justiça 'criou', através de portaria, a Área Indígena Massaco, com 503 mil ha, inteiramente dentro dos limites da Reserva de Guaporé.

Desse modo, além do erro jurídico (portaria não pode alterar decreto), o governo federal aumentou a área protegida no país: todos os 600 mil ha da reserva do Guaporé continuam no cadastro das unidades de uso indireto e, ao mesmo tempo, os 503 mil ha da área indígena vão para o das unidades de uso direto. Assim, as 'duas' são somadas no cômputo geral. Essas sobreposições são comuns na região Norte (ver 'Unidades de conservação em Roraima', em CH nº 113). Mas há outras irregularidades, como a 'criação' pelo governo estadual do Amazonas, em 1990, da Reserva Biológica Morro dos Seis Lagos, dentro dos limites do Parque Nacional Pico da Neblina.

Criar unidades de conservação para proteger habitats naturais e suas comunidades ecológicas não exige muito dinheiro, em particular quando a situação fundiária do local está resolvida. Se existem deficiências e disparidades nos percentuais de proteção, não é por falta de oportunidades de criação de novas reservas e parques. Na maioria das vezes, falta apenas interesse e determinação dos governos estaduais ou do próprio governo federal.

Parque Nacional da Serra do Caparaó/ MG e ES





Sobre um mundo constantemente inconstante

A cultura do Barroco: análise de uma estrutura histórica

José Antonio Maravall
São Paulo, Edusp, 1998

O mundo a que me refiro, constantemente inconstante, pode parecer o nosso, mas não é. É um mundo de mais de 300 anos atrás, época que, se vista de relance, guarda semelhanças desconcertantes com o nosso presente. A tentação é querer reconhecer imediatamente, nos tempos atuais, identidades exatas com a época chamada barroca, o que talvez seja arriscado e certamente precipitado.

Sérgio Buarque de Hollanda, em um de seus vários 'estudos de rodapé' sobre o Barroco, faz um alerta e sintetiza o perigo: "Quem busque penetrar, segundo nossos hábitos mentais de hoje, o pensamento daqueles tempos (mundo seiscentista), é muito provável que se perca em julgamentos simplificadoros e falsos" (*Razão e mito, Diário Carioca* 20/1/1952). A mesma advertência nos faz o grande historiador espanhol José Antonio Maravall, em seu *A cultura do Barroco* (primeira edição de 1975). Escrito na linha da 'história social das mentalidades', a partir de uma longa e extensa pesquisa, Maravall situa o Barroco como conceito próprio de uma época em que eram lançados os fundamentos do Estado moderno. Analisa uma sociedade em crise, com uma concentração excepcionalmente maior de população nas cidades grandes, em relação ao

século anterior, mas que ainda crê em uma ordem regida por leis divinas. Este é o palco do surgimento de um Estado que necessita de novos artificios para dirigir e manipular a sociedade, manter a ordem e conservar o poder.

O livro é profundamente fértil ao estabelecer e comentar tópicos (como a 'fortuna', o 'labirinto', o 'mundo às avessas') e temas (como a guerra, a loucura, a crueldade). Isso a partir da análise da literatura ficcional e não-ficcional (jornais, cartas, panfletos, escritos oficiais, tratados políticos etc.), das artes plásticas, arquitetura e música, bem como das festas e do teatro que ganhavam importância nessa nova realidade sociopolítica.

O texto de Maravall sempre une a discussão de conceitos à sua exposição e, com isso, ganha um caráter provocador. Por exemplo, ao justificar no prólogo o uso do termo 'estrutura', no subtítulo 'Análise de uma estrutura histórica', afasta-se de seu uso na antropologia e na lingüística, aproximando-o de seu sentido na história (Fernand Braudel, Reinhart Koselleck etc.). Em outras passagens, faz o mesmo com conceitos como 'massificação', 'kitsch', 'alienação', que embora posteriores ao século 17, já se encontram aí antecipados, como bem salienta Guilherme Simões Gomes Jr. em seu cuidadoso prefácio.

Maravall dialoga com outros teóricos e estudiosos do barroco (como D.L. Tapié, Henri Hauser, Pierre Francastel, entre tantos), ora concordando com eles, ora criticando-os naquilo que seus estudos apresentam de dados. E, ao contrário do que parece à primeira vista, suas colocações ultrapassam os limites da Espanha (apesar de se centrarem nela) e, conforme a própria intenção do autor, estendem-se ao Barroco como fenômeno europeu.

O Barroco ainda hoje sofre com certo desconhecimento ou desinteresse de muitos, para os quais ele parece tão pessimista, tão confuso, tão exagerado, tão contraditório. E estes adjetivos não surgem por acaso. Eles fazem parte, entre tantos outros, da estética do período, à qual Maravall dá a exata medida, transformando-os em verdadeiras categorias, próprias ao pensamento barroco. Mais que isto, ele oferece ao leitor as condições para compreender esse pensamento e para olhar essa época com a atenção necessária, época em que se funda o processo de formação da mentalidade moderna, que, talvez não menos inconstante, acompanha-nos até hoje.

Maria do Carmo M. Waizbort
Departamento de Letras Modernas,
Universidade de São Paulo

Nós, os Tikopias

Raymond Firth

São Paulo, Edusp, 1998



O renomado antropólogo trata neste livro – sua obra mais famosa publicada originalmente na Inglaterra em 1936 – da organização social e do sistema de parentesco dos Tikopias. Para realizar o trabalho, Firth passou cerca de um ano em um dos poucos pontos remanescentes da primitiva Polinésia, a ilha Tikopia, no arquipélago das ilhas Salomão. Considerada por muitos como um modelo de pesquisa antropológica, a obra só ganhou agora sua primeira tradução no Brasil.

Antes de entrar no estudo profundo sobre o sistema de parentesco dos Tikopias, o cientista neozelandês contextualiza a sociedade histórica e geograficamente, além de descrever os aspectos físicos dos habitantes. Com prefácio do original realizado por um dos professores do autor, Bronislaw Malinowski, a edição brasileira conta ainda com uma apresentação de mais de 50 páginas sobre Firth.

O autor explica, logo na introdução, que o título do livro “não é fortuito”. É a tradução de uma expressão freqüente nessa sociedade, marcada pela autoconsciência e pela forte individualidade. Firth fez questão de primar pelo tratamento minucioso nesta análise. Para ele, diante das mudanças rápidas de costume, era essencial muito mais do que um exame superficial da organização social de Tikopia. Era preciso preservar os registros das instituições nativas.

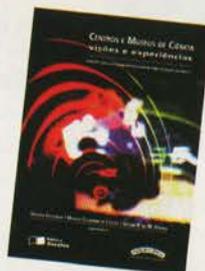
Centros e museus de ciência – visões e experiências

Silvério Crestana,

Miriam Goldman e Gilson Pereira (org.)

São Paulo, Ed. Saraiva/Estação Ciência, 1998

Um panorama dos centros e museus de ciência brasileiros é oferecido neste livro. Os autores dos diversos textos são de áreas diferentes: alguns trabalham direta ou indiretamente com divulgação científica e outros dão uma visão mais ampla da questão, como artistas, arquitetos e publicitários. Além de mostrar experiências bem-sucedidas na área, o livro traz inúmeras discussões sobre o aproveitamento dos centros e projetos de difusão da ciência no processo de aprendizagem das crianças de nosso país. No final, uma relação dos principais centros do Brasil e do mundo (com endereço, telefone, fax e, em alguns casos, páginas na Internet) servirá como guia para quem está em busca de mais informações.

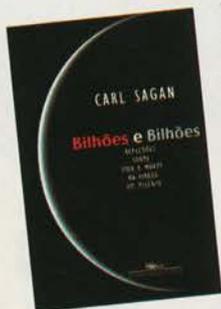


Bilhões e bilhões

Carl Sagan

São Paulo, Ed. Companhia das Letras, 1998

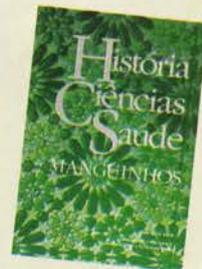
Logo na primeira página de seu último livro, o astrônomo Carl Sagan, morto em 1996, renega uma de suas expressões características: “nunca disse bilhões e bilhões”. Os episódios relacionados a esse ‘engano’ – originado de uma brincadeira do apresentador de TV Johnny Carson – são a desculpa para Sagan iniciar um capítulo sobre o poder e a beleza da quantificação. Publicado nos Estados Unidos cerca de um ano após a morte do autor, *Bilhões e bilhões* reúne crônicas sobre os mais variados temas: aquecimento global, as possibilidades de vida em Marte, religião, aborto etc. Em comum a todos os textos, reflexões sobre vida e morte – do Universo, do planeta Terra e do homem.



História, ciências, saúde – Manguinhos

Rio de Janeiro, Casa de Oswaldo Cruz, Ed. Fiocruz, 1998

O volume 4 do número 3 traz análises sobre a medicina tropicalista baiana, a construção da legitimidade em uma profissão assistencial, a violência e a saúde como um campo interdisciplinar, entre outros. Um ensaio avalia as imagens da passagem do tempo na imprensa carioca, entre os séculos 19 e 20.



Estudos avançados

São Paulo, Instituto de Estudos Avançados (USP), 1998

O número 32 da revista traz o dossiê Rússia – política e cultura, com textos sobre a Revolução de Outubro de diversos autores, entre eles Mikhail Gorbachev, ex-presidente do país.



Novos estudos

São Paulo, Centro Brasileiro de Análise e Planejamento, 1998

Comemoração das 50 edições da revista. Conta com textos de Fernando Henrique Cardoso, Roberto Schwarz, José Arthur Giannotti, Ismail Xavier, entre outros.





HÁ 100 ANOS, SANTOS DUMONT FAZIA O PRIMEIRO VÔO DIRIGÍVEL

Determinação no céu

Alberto Santos Dumont tinha 25 anos quando iniciou sua carreira como aeronauta, ao chegar a Paris, em 1898. Nesse mesmo ano, mandou construir um minúsculo balão cativo de seda, com apenas 113 m³. Chamou-o Brasil e fez seu primeiro vôo bem-sucedido. Passou então a projetar, construir e testar uma série de balões dirigíveis com motor a explosão. Mesmo sem completar o vôo com o dirigível nº 1, o aeronauta brasileiro provou que seu caminho estava certo. Era só acertar os componentes. O acerto definitivo só ocorreu em 1901, quando, com seu dirigível nº 6, fez um vôo plenamente controlado: saindo de Saint Cloud, contornou a Torre Eiffel e retornou em 30 minutos.



SANTOS DUMONT NA BARQUINHA DO DIRIGÍVEL Nº 6 EM 1901

Há 100 anos

Em 1766, após reagir ácido vitriol (sulfúrico) com ferro, o químico e físico inglês Henry Cavendish (1731-1810) descobriu um novo gás, 14 vezes mais leve que o ar, altamente inflamável, o flogístico (hidrogênio). A partir de observações e experiências do químico inglês Joseph Priestley (1733-1804), o descobridor do oxigênio, o químico francês Antoine Lavoisier (1743-1794) fez a síntese da água em 1774. Como ele mesmo diria, “a água não é uma substância simples; ela é composta, peso a peso, de ar inflamável e de ar vital”. Assim Lavoisier demonstrou que o que se acreditava, desde Aristóteles,

serem elementos básicos, eram de fato compostos. A nova química começava a dar os primeiros passos.

Em 1770, licenciado por motivos de economia num país com um déficit enorme, a França, o físico Jacques Alexandre César Charles (1746-1823) passou a estudar, em seu gabinete particular, os trabalhos com gases realizados desde a descoberta do gás carbônico pelo químico escocês Joseph Black (1728-1799). Charles mediu as propriedades físicas do hidrogênio, confirmando resultados anteriores.

Em Paris, nessa época, foi apresentada uma novidade excitante. Os irmãos

Primeiro vôo feito pelo homem. Pilâtre de Rozier e o Marquês D'Arlandes sobem em um balão Montgolfier no parque de La Muette em 1783



Montgolfier, Jacques Etienne (1745-1789) e Joseph Michel (1740-1810), fabricantes de papel em Annonay, redescobriram o que o jesuíta brasileiro Bartolomeu Gusmão (1685-1724) demonstrou, em 1709, na Casa da Índia, na corte de Portugal: um balão cheio de ar quente pode voar. A demonstração de Gusmão quase acabou em incêndio e, por isso, passou despercebida. Os Montgolfier, por sua vez, construíram balões de ar quente em grandes proporções e, em 4 de junho de 1783, fizeram subir um enorme balão de papel. Essa experiência animou Jacques Charles e os construtores de aparelhos de física Anne-Jean e Marie Noël Robert a levantarem um balão de hidrogênio, em 27 de agosto.

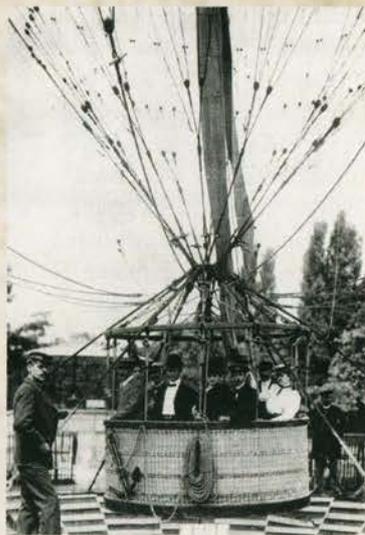
Quá-quá, kicque-riqui e bée

As notícias chegaram logo à corte francesa e, em 12 de setembro, por designação de Luís XVI (1754-1793), uma comissão da Academia de Ciências assistiu à ascensão de um balão de 24 m de altura. A demonstração foi bem-sucedida mas o invólucro se perdeu devido à umidade e ao vento.

Uma semana depois, novo balão, soberbamente decorado, levantou-se em Versalhes diante de Luís XVI e Maria Antonieta (1755-1793). Sob a orientação do físico francês Jean-François Pilâtre de Rozier (1756-1785), três nobres passageiros estavam prontos para a subida. Antes, porém, os comissários da Academia de Ciências os examinaram demoradamente. Tratava-se de uma experiência importante: verificar se era

possível viver fora do contato com a mãe terra. Como escreveu Jacques Montgolfier a sua esposa: "Novas no ar de 19 de setembro de 1783... Tudo que podemos dizer dos três viajantes, apesar de eles não saberem escrever e terem negligenciado os seus aprendizados em francês, é que um não pode dizer mais que quá-quá, outro kicque-riqui e o terceiro, a todas as questões, não respondia outra coisa senão bée." Nada mais natural, pois os passageiros eram um pato, uma galinha e um cordeiro.

A corrida do vôo se acelerou: em 15 de outubro, um balão com o emblema do Rei Sol e com 2.200 m³ de ar quente se elevou, tendo como passageiro Pilâtre de Rozier, mas foi mantido preso ao solo por cordas. Em 21 de novembro, em frente ao Castelo de La Muette (Paris), o Marquês D'Arlandes e Pilâtre de Rozier saíram em vôo livre num balão tipo Montgolfier. Em 1º de dezembro, Jacques e Marie Noël Robert, partindo do Jardim das Tuileries, diante de 400 mil pessoas,



AGUA-FORTE COLORIZADA

voaram 35 km num balão de hidrogênio.

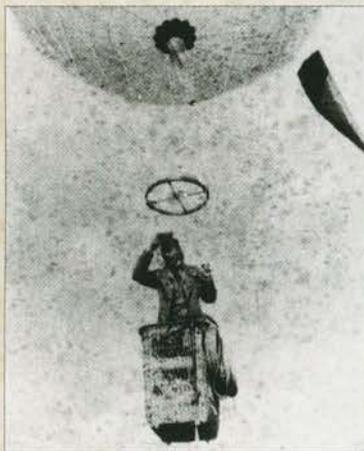
Às vésperas da Revolução Francesa, as ascensões de balões livres atraíam mais a atenção dos parisienses do que a crise da corte de Luís XVI. E, na virada do século 19, esses vôos já eram freqüentes. Mas o vôo de balão livre não tinha destino predeterminado e não havia ainda uma solução para o vôo dirigido. Os trabalhos precursores do Lord inglês Sir George Cayley (1773-1857), em torno de planadores, em fins do século 18 e no início do século 19, não trouxeram a resposta. Mostraram outras possibilidades para o vôo mas, objetivamente, apenas balões livres transportavam passageiros.

Acima, primeiro vôo com passageiros feito em 1783: na gaiola pendurada há um pato, uma galinha e um cordeiro

À esquerda, Santos Dumont e outros passageiros se preparam para o vôo em 1898



Santos Dumont sobe em seu primeiro invento, o balão livre Brasil, em 1898



A invenção de motores elétricos e o desenvolvimento daqueles movidos a vapor apontaram uma solução: essas máquinas poderiam tornar os balões dirigíveis. Mas, por precisarem de caldeiras ou baterias, esses motores eram pesados, e o peso é inimigo do voo. Para levá-los a bordo, seria necessário um balão grande, o que dificultaria o deslocamento. Mesmo assim, alguns inventores tiveram sucesso: em 24 de setembro

de 1852, o engenheiro francês Henri Giffard (1825-1882) saiu do hipódromo de Paris, próximo ao Arco do Triunfo, e foi a Trapes, voando cerca de 37 km no primeiro dirigível, um aparelho movido por um motor a vapor de 3CV e 150 kg de peso, mais 60 kg de água e carvão, acionando uma hélice de três pás e acoplado a um balão de 44 m de comprimento com 2.500 m³ de volume.

Giffard realizou outros experimentos, mas não conseguiu dirigibilidade plena. Outros o seguiram: o engenheiro naval francês Henri Dupuy de Lôme (1816-1885), com 14 passageiros, voou com pouco controle em 2 de fevereiro de 1872. Os irmãos Albert e Gaston Tissandier (1843-1899) voaram em 8 de outubro de 1883.

Em 9 de agosto de 1884, o capitão francês Charles Renard (1847-1905) e o tenente Arthur Krebs fizeram no La France um vôo de ida e volta, cobrindo 8 km em 23 minutos. Com um motor elétrico Gramme de 9hp, o La France mostrou ser possível dirigir um balão, voltando ao ponto de partida. Mas não estava provada a dirigibilidade: para isso seria necessário voar com percurso e tempo de trajeto definidos antecipadamente.

Em 12 de agosto de 1888, o engenheiro alemão Karl Wölfert tentou, sem muito sucesso, acoplar a um balão um dos recentes motores a petróleo, com 2hp de potência. O risco era grande: juntar um motor a explosão, que solta faúlhas pelo cano de descarga, a um balão cheio do gás, altamente inflamável. Wölfert não desistiu da idéia e em 14 de junho de 1887,

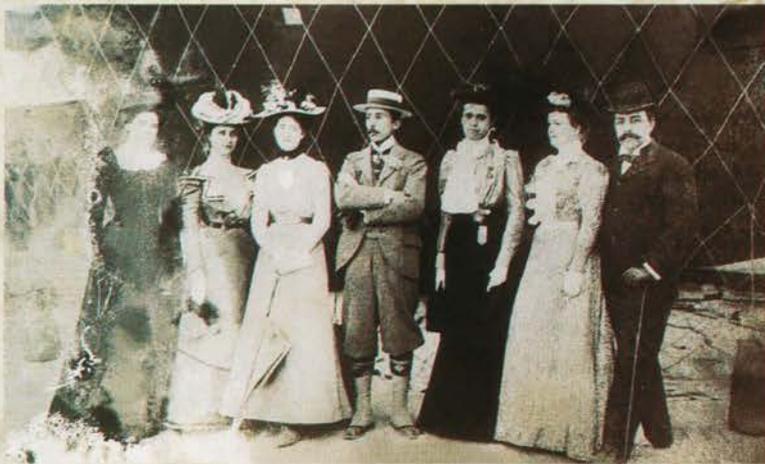
junto com seu mecânico Hans Knabe, morreu na explosão de seu novo dirigível, o Deutschland.

O balão que virou pipa

Esse era o quadro quando o inventor brasileiro Alberto Santos Dumont (1873-1932) chegou a Paris, em 1898, para iniciar carreira como aeronauta. Surpreso com a ausência de avanços na área da aerostação, logo tornou-se balonista. Mandou construir um minúsculo balão cativo de seda, com 113 m³ de volume, que chamou de Brasil. Voou com sucesso, anunciando suas características como inventor: projetou, construiu e testou seu primeiro dirigível, movido por um motor a explosão de 3CV, suspenso em um balão de hidrogênio de 180 m³. Para afastar o risco de explosão, pôs o motor com a barquilha, suspenso a considerável distância do balão, e virou o escapamento para baixo. Antes testou a vibração do motor, pendurando seu triciclo numa árvore. Em 18 de setembro, com mau tempo, tentou o primeiro vôo, mas seguiu a orientação de balonistas e

O dirigível nº 5 contorna a Torre Eiffel em 12 de julho de 1901





Na foto ao lado, Santos Dumont posa diante do balão Brasil em 1898

se posicionou mal: o vento o jogou de encontro as árvores. Ninguém sabia voar com um dirigível e os problemas do início da ascensão não eram conhecidos.

Em dois dias, estava pronto para novo experimento e, em 20 de setembro, voou com razoável controle. O problema ocorreu na descida. Quando um balão sobe, é aquecido pelos raios de sol menos filtrados pela atmosfera. Com isso, o gás no interior do invólucro se expande e é preciso soltá-lo para evitar uma explosão.

Para descer, é necessário soltar mais gás e, como a atmosfera filtra mais os raios solares, a temperatura interna diminui e o gás se contrai.

Santos Dumont adotou um sistema de contrapesos que permitia o balão se inclinar e, com a propulsão do motor, subir ou descer, sem muita perda de gás. Como seu balão não tinha uma estrutura e sua forma era mantida graças à pressão do gás, era necessário encher um balonete interno com ar, através de um sistema de bomba acionado pelo motor e pela válvula. O mau funcionamento da válvula fez com que o balonete não conseguisse manter

a forma do balão, causando uma queda que só não foi trágica pela presença de espírito de Santos Dumont, que pediu a uns meninos que assistiam ao vôo para puxarem, contra o vento, uma corda presa ao balão. Assim, o invento subiu como balão e desceu como pipa.

Caminho certo

O dirigível nº 1, mesmo sem ter completado um vôo, mostrou a Santos Dumont que o caminho estava certo. Era só questão de acertar os componentes. O acerto definitivo só ocorreu em 19 de outubro de 1901, quando voou, com pleno controle, em seu nº 6: saindo de Saint Cloud, contornou a Torre Eiffel e retornou, em 30 minutos. Essa era a prova estabelecida pelo Aeroclube de France para confirmar se o aparelho era de fato dirigível. Com esse feito, Santos Dumont ganhou o Prêmio Deutsch de La Meurthe.

A partir de 1906, Santos Dumont voltou-se totalmente para aparelhos mais pesados que o ar. Com o seu avião 14 bis, ganhou, em 23 de outubro de 1906, o prêmio Archdeacon e, em 12 de novembro, o Prêmio

Aero Club de France. Este último foi o primeiro vôo oficialmente homologado: são de Santos Dumont os primeiros recordes oficiais de aviação (velocidade, com 41,3 km/h e distância, com 220 m). O aeronauta brasileiro, mesmo sem ter lidado com planadores, conhecia os avanços realizados pelo engenheiro alemão Otto Lilienthal (1848-1896) e o francês Octave Chanute (1832-1910) na década de 1890, e pelos fabricantes de bicicleta e inventores, os irmãos norte-americanos Wilbur (1867-1912) e Orville Wright (1871-1944), pelos inventores e irmãos franceses Charles (1882-1912) e Gabriel Voisin (1880-1973), pelo coronel do exército francês Ferdinand Ferber (1862-1909) e por muitos outros no início do século 20.

Esses inventores seguiram os caminhos propostos por Lord Cayley um século antes e forneceram as bases que levaram Santos Dumont a projetar e construir o primeiro avião – e voar com sucesso – no conceito moderno, o *Demoiselle*, em 1907, em sua primeira versão, e, em 1909, na versão definitiva. Quanto aos dirigíveis, o engenheiro e projetista alemão Conde Ferdinand von Zeppelin (1838-1917) teve sucesso com os dirigíveis de estrutura rígida que causaram sensação até as grandes catástrofes, culminando com a explosão do *Hindenburg*, em 6 de maio de 1937, em Nova Jersey, Estados Unidos.

Henrique Lins de Barros
Museu de Astronomia
e Ciências Afins/RJ



A aventura da ficção

A ficção científica (FC) é aceita como uma literatura que critica o presente, através de um 'distanciamento estratégico' – a projeção das características de hoje para o amanhã, a fim de apreciarmos suas consequências. A FC é a literatura da mudança – para ela, a realidade é maleável, o futuro pode ser um espaço tão conhecido quanto o passado, e o ser humano é um objeto em mutação. O gênero, portanto, vive em constante renovação. No Brasil, não é diferente: em mais de 100 anos de prática, a FC da *terra brasilis* sofreu profundas mudanças.

O *scientific romance*, um tipo de narrativa aventuresca do século 19, antecedeu a FC como a conhecemos. Antes dele, existiam as histórias fantásticas em que personagens viajavam a outros planetas ou para o futuro, sem justificativas científicas. Enquanto a Europa gerava centenas de obras dessa 'proto FC', o Brasil sequer existia como país e cultura. Mas o *scientific romance* foi produzido aqui, no século 19.

O mais antigo romance brasileiro do gênero conhecido é *O dr. Benignus* (1875), de Augusto Emílio Zaluar. Influenciado pelos franceses Julio Verne (1828-1905) e Camille Flammarion (1842-1925), Zaluar escreveu uma história que começa na Mata Atlântica e termina no convívio de ETs que habitariam o Sol. Não há muita aventura na jornada do dr. Benignus. Predomina a reflexão, amparada por noções pseudocientíficas em voga na época, de que a América seria o berço da civilização. Zaluar subscovia também uma fé na capacidade de a ciência trazer felicidade ao ser humano.

Ciência de salão

Nas primeiras décadas do século 20, o *scientific romance* era produzido aqui por nomes importantes como Monteiro Lobato (1882-1948) e Érico Veríssimo (1905-1975), influenciados por H.G. Wells (1866-1946). *O presidente negro* (1926), de Lobato, e *Viagem à aurora do mundo* (1930), de Veríssimo, têm algo de *A máquina do tempo*, escrito por Wells, em 1895. Ambos contêm pouca aventura e muita reflexão filosófica. A ciência que apresentam não tem um espaço institucional – é praticada nos salões de burgueses abastados, como forma de entretenimento. À exceção talvez do excepcional *A Amazônia misteriosa* (1925), de Gastão Cruls (há pouco selecionado por Ivan Cardoso para ser transformado em filme), essa FC

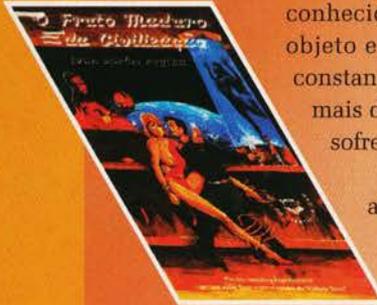
brasileira mostrava a carência de uma ciência nacional, em relação à que havia na Europa, e a forma provinciana com que os conhecimentos europeus eram absorvidos aqui.

A partir de 1930, Jerônimo Monteiro (1909-1970) passou a publicar uma FC com 'consciência de gênero'. Seu romance de 1947, *Três meses no século 81*, também influenciado por Wells, nota a falta da ciência institucionalizada no Brasil, mas assume uma postura mais ativa: ao contrário de apenas testemunhar os fatos, um brasileiro viaja para o futuro, participa de guerras interplanetárias e liberta a Terra de uma utopia totalitária. E foi parar lá não com uma máquina do tempo, num país sem tecnologia, mas com a ajuda de médiuns que projetam seu espírito para o século 81. Exemplo do jeitinho brasileiro?

Na década de 1960, capitaneada pelo editor baiano Gumercindo Rocha Dórea, surgiu a 'geração GRD' – os autores que Dórea encaminhou para o gênero, entre os quais estavam o próprio Monteiro, Rubens Teixeira Scavone, André Carneiro, Fausto Cunha e nomes respeitados fora da FC, como Dinah e Rachel de Queiroz. A 'geração GRD' fazia FC, reconhecendo as tradições do gênero. Para eles, a conquista do espaço e a presença humana em outros planetas eram fatos consumados – mesmo que esse futuro não fosse habitado por brasileiros. A influência principal foi o americano Ray Bradbury e sua ficção repleta de sentimento nostálgico e lirismo, bem ao gosto do brasileiro, com predomínio da formação humanista sobre a científica.

Antropofagia da FC brasileira

Somente em 1988, a nossa FC encarou o problema: imitar a tradição anglo-americana do gênero ou criar uma literatura adequada à realidade social e científica do Brasil? O escritor Ivan Carlos Regina lançou o seu 'Movimento antropofágico da FCB', inspirado nos modernistas de 1922. "Foi uma tentativa bem-sucedida de, através de provocações literárias, gerar uma alteração do cenário até então pasmamento que vigorava no meio dos escritores de FC daquela época. Mudar de uma caracterização de personagens, então tipicamente anglo-saxônica, para alguma coisa relacionada com a realidade brasileira, que é a, por coincidência, vivida por nós."



científica no Brasil



Na década de 1980, o cenário científico brasileiro possibilitou o surgimento de novos autores. Alguns lidam com a chamada *FC hard*, baseada em ciências exatas, como a física e a química. Um bom exemplo é a trilogia *Padrões de contatos* (1985-1991), de Jorge Luis Calife, um marco da FC nacional. O mais novo livro do autor, *Linha terminal*, recebeu o Prêmio Nova 1991, dado pela comunidade brasileira de FC aos melhores do ano.

Para Ivan Regina, “a *FC hard*, onde muito ou parte importante do conteúdo são máquinas e sua eficácia, no sentido de melhorar as condições humanas, apresenta no Brasil uma visão completamente distorcida. Aqui as máquinas não funcionam, ou foram colocadas a serviço de uma elite que as usa com o objetivo único de se perpetuar no poder”. Já para Calife, o único problema é a distância entre o Brasil e os centros de tecnologia. “Os autores de fora têm mais contato com o que está na ponta. Hoje, com a Internet, é mais fácil, mas, quando comecei a escrever, dependia muito das revistas”, lembra o escritor, explicando que a atuação como jornalista científico ajudou a proporcionar contato com cientistas. Quanto à questão de como a FC brasileira deve se relacionar com a ciência, Calife afirma: “O que importa é o modo com que a FC em geral lida com a ciência, permanecendo fiel a ela, mantendo a imaginação dentro das leis do universo.”



História alternativa

Outro escritor de *FC hard* é Gerson Lodi-Ribeiro, que teve seu primeiro livro, *Outras histórias...*, publicado em Portugal, em 1997. Citado na revista francesa *Antarès*, o trabalho do escritor – um astrofísico de formação que acredita na internacionalidade da ciência – foi chamado de ‘FC hipertecnológica’. Lodi-Ribeiro é pioneiro de um subgênero da FC chamado ‘história alternativa’, no qual a área de história é o elemento das narrativas. O tema de seu trabalho mais respeitado é ‘o que aconteceria se, por exemplo, o Brasil tivesse perdido a Guerra do Paraguai’. Temas históricos aparecem também em Ivanir Calado, autor dos romances *A mãe do sonho* (1990) e *Imperatriz no fim do mundo* (1997), ambientados, respectivamente, nos ‘anos de chumbo’ da ditadura militar e no Brasil imperial de D. Pedro I.

Uma linha diferente da FC brasileira é representada por Braulio Tavares, com seus contos inspirados

tanto na ficção científica quanto no argentino Jorge Luis Borges (1899-1986) e outros nomes da literatura fantástica. O escritor se firmou como um dos autores de sucesso da FC contemporânea. Seus três livros – publicados no Brasil e em Portugal, onde venceu o concurso Caminho FC (1989) – chamaram a atenção da crítica.

Uma das revelações atuais, Max Mallmann, ganhador do Prêmio Açorianos de Porto Alegre (RS), como romance *Mundo bizarro* (1996), afirma: “O dilema da representação da ciência não me aflige muito não... Justamente porque não escrevo FC pura. Meus trabalhos têm um pé no humor, um braço na fantasia.” Assim como Mallmann, muitos escritores brasileiros vêem a FC como uma tradição literária à qual se reportam. Outro nome que reforça essa atitude é João Batista Melo, ganhador de alguns dos principais concursos de contos do país com as coletâneas *O inventor de estrelas* (1969) e *As baleias de Saguenay* (1995), publicado na França em uma antologia de contos representativos da literatura brasileira.



Essa nova geração, comparada a momentos anteriores, é muito mais variada e conhecedora da FC que está fazendo. Nunca se produziu uma ficção científica de tão boa qualidade

quanto hoje. Considerada ‘coisa de americano’ por alguns, a FC já atinge temas tipicamente brasileiros. Na recente antologia *Outras copas, outros mundos*, editada por Marcello Simão Branco, o tema é futebol, e lá estão Regina, Tavares, Lodi-Ribeiro e gente nova como o paulista Ataíde Tartari.

Apesar de não terem surgido muitos novos escritores recentemente no cenário nacional, ainda há muito a ser explorado dos que já estão aí. E outros virão, se houver mercado. A FC brasileira tem potencial como instrumento na apreciação crítica do nosso tempo e lugar, mas isso só virá de uma grande variedade de estilos e temas. Os autores aqui citados são apenas a ponta do *iceberg*. Em 1991, a Editora Record promoveu o primeiro concurso nacional de FC, o prêmio Jerônimo Monteiro, e recebeu 444 histórias, de 400 autores de 17 estados brasileiros.



Roberto de Sousa Causo

Especial para *Ciência Hoje/RJ*
Escritor e ilustrador de FC



Macuquinho oportuno

Achei muito bom e oportuno o tema da coluna 'Em foco', da CH nº 140: a ave macuquinho-da-várzea. Parabéns pela foto e pela denúncia da ameaça de extinção que a espécie está sofrendo em seu habitat. Não entendo como uma metrópole que hoje se diz em nível de Primeiro Mundo permite que se cometa um ato tão abominável e agressivo à natureza, e aos que têm por *hobby* observar os pássaros. Mesmo sem ser ornitólogo, gostaria que a CH publicasse matéria sobre a construção, pela Companhia de Saneamento do Paraná, do reservatório mencionado, no rio Iraí, e sobre o impacto ambiental que terá na fauna e na flora.

JOSÉ SOUSA MELO
MACEIÓ, AL

Sobre o vírus da Aids

Sou assinante de *Ciência Hoje* desde o início e aprecio bastante a revista. Meu exemplar é lido por diversas pessoas, inclusive estudantes e biólogos que fazem estágio em meu laboratório. Faço questão de que outros também a leiam, porque é uma das melhores fontes de divulgação científica que conheço, na qual as matérias são tratadas com seriedade e mantêm o rigor científico. Justamente por ter grande consideração pela revista, devo assinalar algumas impropriedades no texto 'Como surgiu o vírus da Aids? Que condições, genéticas ou não, favoreceram seu aparecimento?' (CH nº 136, seção 'O Leitor Pergunta').

O conceito de retrovírus apresentado – "vírus que têm seu material genético composto por ácido ribonucleico (RNA) e não ácido desoxirribonucleico (DNA)" – deixa a desejar (...). Da forma como está escrito, entende-se que todos os vírus-RNA pertencem ao grupo dos retrovírus, mas esse grupo é apenas uma das muitas famílias de vírus cujo material genético é o RNA. (...) Os retrovírus (família Retroviridae) caracterizam-se pela presença da enzima transcriptase reversa, necessária para seu processo específico de replicação, que transcreve RNA em DNA (...), invertendo o sentido normal do código genético.

Mais à frente, é citada a "família dos lentivírus". Embora se possa pensar que a palavra 'família' não tenha sido usada no sentido taxonômico, é melhor dizer 'grupo' dos lentivírus, ou gênero *Lentivirus* (...) e reservar o termo família para o táxon correto – no caso, família Retroviridae. Essa família possui três gêneros: *Retrovirus* (hoje subdividido em cinco), *Lentivirus* e *Spumavirus*. (...) O HIV (vírus da Aids) classifica-se no gênero *Lentivirus*, família Retroviridae.

MARIA MÉRCIA BARRADAS
INSTITUTO BIOLÓGICO,
SÃO PAULO, SP

Agradecemos os esclarecimentos. A definição incompleta de retrovírus não deve ser creditada ao autor, mas à edição do texto pela revista. A preocupação básica do autor não era definir em detalhes os termos, mas explicar a origem desse grupo de vírus. Ainda assim, lembramos que em outro trecho é dito que o processo de transcrição reversa (de RNA para DNA) é "a principal característica desse tipo de vírus". É bom lembrar que a seção 'O Leitor Pergunta' é destinada a responder, de forma bem resumida, perguntas enviadas por nossos leitores.

Ultra-som e elogios

Quero parabenizá-los pela ótima qualidade da revista. Os assuntos são muito bem abordados e esclarecedores. É uma lástima que só agora, após entrar para a faculdade, tenha conhecido a CH. Gostaria também de saber se já foi publicado algum texto sobre ultra-som. Caso contrário, aqui fica minha sugestão, já que o assunto só é abordado mais detalhadamente em livros estrangeiros.

JULIANA PRESTI TORRES
POR E-MAIL

Obrigada pelos comentários. Publicamos o artigo 'Ultra-som na análise nutricional', no vol. 14, nº 84. Sua sugestão está anotada para futuros textos.

Operação 'diálise'

A matéria 'Operação diálise contra poluição de veículos' (CH nº 140, encarte Tecnologia) me interessou bastante. Como posso entrar em contato com a empresa que oferece o serviço?

JOSÉ MANOEL
MARTINS
SÃO PAULO, SP

O telefone da empresa mineira Maistar é (031) 495-1360



Cartas à redação
 AV. VENCESLAU BRÁS, 71
 FUNDOS ▶ CASA 27
 CEP 22290-140
 RIO DE JANEIRO ▶ RJ

E-mail:
chojered@sbcpcnet.org.br

Efeito estufa é quando a gente engorda?

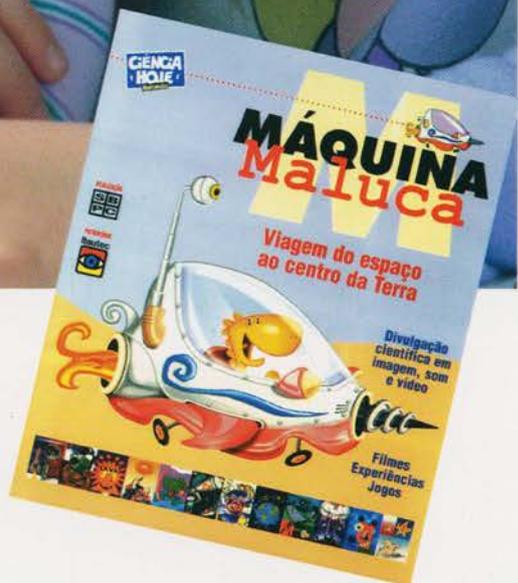
Por que "planeta Terra", se 70% é água?



Chegou o CD-ROM Máquina Maluca da Ciência Hoje.

O CD-ROM Máquina Maluca tem soluções para todas aquelas perguntas que você nunca encontra um "tempinho" para responder para seus filhos. Eles vão encontrar verdadeiras aulas sobre o universo, estrelas, vulcões, cavernas, raios e trovões, meio ambiente, mares e oceanos e muito mais.

O CD-ROM Máquina Maluca vai levar seus filhos a uma aventura! Eles vão descobrir as origens do Universo, investigar os misteriosos buracos negros, explorar o Sistema Solar e mergulhar fundo no planeta em que vivemos.



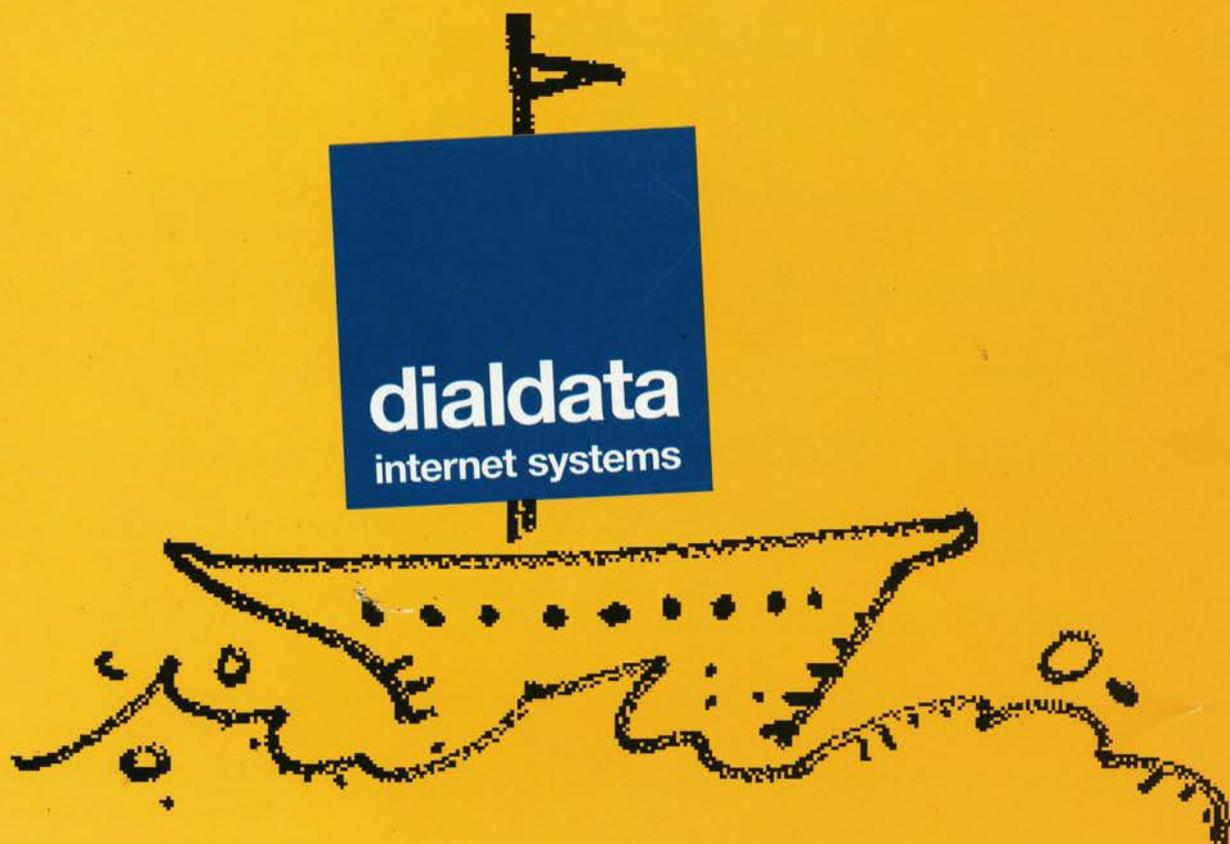
**Ligue grátis:
0800-264846**

**CIÊNCIA
HOJE**
das crianças

troque uma idéia com ela.

Departamento de Assinaturas
Av. Venceslau Brás, 71 - casa 27
CEP 22290-140
Botafogo - Rio de Janeiro/RJ
Tel.: (021)295-4846/ Fax:(021) 541-5342
www.ciencia.org.br

SE É PARA NAVEGAR VÁ DE PRIMEIRA CLASSE.



A Internet é um mar de informações.
E para viajar com tranquilidade você precisa de um provedor de 1ª classe.
A Dialdata é tudo isto. Além de ser pioneira em Internet.
Se é para navegar, escolha uma tripulação experiente. Escolha a Dialdata.

www.dialdata.com.br

RUA BANDEIRA PAULISTA, 716, 1º ANDAR
CEP 04532-002 SÃO PAULO-BRASIL TEL.: 829-4731 FAX: 822-4588 MODEM: 828-9577 3049-1900

dialdata
internet systems